

Universidad de Granada
y
Universidad de Salamanca



**Un acercamiento provisional a la pobreza energética en contextos de
accesibilidad, el caso de la Unión Europea + Noruega.**

Master de Ciencias de Datos aplicada a las Ciencias Sociales

TRABAJO FIN DE MÁSTER presentado por:

Rodrigo Alonso Tapia Croes

Bajo la dirección de:
María Luisa Jiménez Rodrigo
Miguel Molina Solana

Granada 04 de septiembre del 2025
Convocatoria Extraordinaria



UNIVERSIDAD DE GRANADA

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD DE TRABAJO FIN DE MÁSTER

RODRIGO TAPIA CROES, con DNI nº Z1364944Z, estudiante del Máster Universitario en Ciencias de datos aplicada a las Ciencias Sociales, en relación con el Trabajo Fin de Máster Un acercamiento provisional a la pobreza energética en contextos de accesibilidad, el caso de la Unión Europea + Noruega presentado para su defensa y evaluación en el curso 2024/2025, declara que asume la originalidad de dicho trabajo, entendida en el sentido de que no ha utilizado fuentes sin citarlas debidamente.

*"Cuando los que luchan
contra la injusticia
muestran sus caras ensangrentadas,
la incomodidad
de los que están a salvo
es grande.*

*¿Por qué se quejan ustedes?,
les preguntan.
¿No han combatido la injusticia?
Ahora ella los derrotó.
No protesten.*

*El que lucha debe saber perder
El que busca pelea
se expone al peligro.*

*El que enseña la violencia
no debe culpar a la violencia.
Ay, amigos.
Ustedes que están asegurados,
¿por qué tanta hostilidad?
¿Acaso somos vuestros enemigos
los que somos enemigos de la injusticia?*

*Cuando los que luchan contra la injusticia
están vencidos,
no por eso tiene razón
la injusticia.*

*Nuestras derrotas
lo único que demuestran
es que somos pocos
los que luchan contra la infamia.*

*Y de los espectadores, esperamos
que al menos se sientan avergonzados."*

Bertolt Brecht



UNIVERSIDAD
DE GRANADA

Un acercamiento provisional a la pobreza energética en contextos de accesibilidad, el caso de la Unión Europea + Noruega

Resumen: El estudio analiza los patrones de pobreza energética en los países de la UE. La unidad de políticas energéticas de los países miembros, al que se incluye Noruega, permite interpretar tres dimensiones del problema: una dimensión material con los indicadores de porcentaje de hogares con impago de facturas o privación material de la vivienda, una dimensión económica con los indicadores de la carga económica individual de los hogares y el costo de consumo relativo a los ingresos según los segmentos socioeconómicos, y una dimensión social con la concentración del consumo y la carga económica de los segmentos socioeconómicos.

Aplicando un exhaustivo preprocesamiento en la integración de conjuntos de datos disponibles en formato ancho, aplicamos una agrupación y segmentación de datos a niveles socioeconómicos. La disponibilidad de esas variables en los indicadores de la dimensión material facilitó la tarea, no así con el resto. Para el resto, aplicamos una distribución acumulativa de los ingresos proporcionales a cada segmento socioeconómico con sus respectivos niveles de consumo y gasto energético, antes de hacer los cálculos respectivos.

Los resultados de la investigación nos arroja que, en la dimensión material, hay significativas brechas por segmento socioeconómico de impago de facturas y privación material; en la dimensión económica menor asequibilidad relativa a los ingresos por la unidad de kwh en estratos bajos; y una dimensión social que expone desequilibrios entre la carga de economía colectiva y la densidad colectiva de consumo, afectando progresivamente a sectores inferiores. Los hallazgos evidencian estructuras socio-energéticas que mantienen desigualdades sociales arraigadas en el comportamiento individual de los hogares.

Los hallazgos nos permiten concluir que, la dependencia energética de los servicios y bienes ocasionan significativos patrones de exclusión social entre los segmentos más vulnerables. A su vez, las políticas energéticas podrían estar ocasionando efectos no deseados en el mantenimiento de estas estructuras socio-energéticas desiguales.

Palabras clave: Pobreza energética, Estructuras Socio-energéticas, impago de facturas, privación material de la vivienda, densidad colectiva de consumo, carga económica colectiva, asequibilidad.

Abstract: The study analyzes energy poverty patterns in European Union countries. The energy policy unit of the member countries, which includes Norway, allows for the interpretation of three dimensions of the problem: a material dimension with indicators of the percentage of households *arrears on utility bills* or *inability to keep a house warm*, an economic dimension with indicators of the individual economic burden on households and the cost of consumption relative to income according to socioeconomic segments, and a social dimension with the concentration of consumption and the economic burden on socioeconomic segments.

By applying exhaustive preprocessing to the integration of datasets available in wide format, we apply data clustering and segmentation at socioeconomic levels. The availability of these variables in the indicators of the material dimension facilitated the task, unlike with the rest. For the rest, we apply a cumulative distribution of incomes proportional to each socioeconomic segment with their respective levels of consumption and energy expenditure, before doing respective calculations.

The results of the research show that, in the material dimension, there are significant gaps by socioeconomic segment in *Arrears on Utility Bills* and *Inability to keep a house warm*; in the economic dimension, lower affordability relative to income per kWh unit in low-income strata; and a social dimension that exposes imbalances between the collective economic burden and the collective density of consumption, progressively affecting lower sectors.

The findings demonstrate socio-energetic structures that maintain social inequalities rooted in the individual behavior of households. The findings allow us to conclude that the energy dependence on services and goods causes significant patterns of social exclusion among the most vulnerable segments. In turn, energy policies could be causing undesirable effects in the maintenance of these unequal socio-energetic structures.

Keywords: *Energy Poverty, Socio-energetic Structures, Arrears on Utility Bills, Inability to keep house warm, Economic Burden, Concentration of Consumption, Concentration of the Economic Burden, Affordability.*

Tabla de contenido

Tabla de contenido

1. Introducción	8
2. Fundamentos teóricos y estado de la cuestión.....	13
2.2.- Condiciones sociales e históricas del problema de la pobreza energética ..	14
2.2.1- Emergencia y reclamación.....	14
2.2.2.- Legitimación y reconocimiento público.....	15
2.2.3.- Movilización y organización.....	15
2.2.- Actualidad del problema.....	16
2.3.- Políticas públicas en el marco de la UE.	17
2.4.- Hacia una definición de la pobreza energética en contextos de accesibilidad.	20
2.5.- Antecedentes de la caracterización de las estructuras socio-energéticas...	22
2.6.- Aproximación conceptual entre las estructuras socio-energéticas y la pobreza energética.....	23
3.- Diseño metodológico	25
3.1. Herramientas y librerías usadas.....	26
3.1.- Obtención y almacenamiento de la información.....	28
3.2.- Descripción de los conjuntos de datos	30
3.3.- Exploración de datos	31
3.4.- Preprocesamiento de datos	33
3.4.1.- Tratamiento general de los conjuntos de datos.	33
3.4.2.- Tratamiento específico de los indicadores.....	34
3.5.- Orientaciones analíticas de la investigación.....	40
4.- Análisis y presentación de resultados	41
4.1. Indicadores de la dimensión material	42
4.1.1.- Análisis de impago de facturas.	42
4.1.2.- Análisis de la privación material.....	43
4.2. Indicadores de la dimensión económica	45
4.1.3.- Análisis de la carga económica individual de los hogares.....	45
4.2.- Indicadores de la dimensión social	46
4.2.1.- Análisis de la eficiencia económica de los hogares por sectores socioeconómicos.	46
4.2.2.- Análisis de la densidad de consumo por sectores socioeconómicos... ..	48

4.2.3.- Análisis de la concentración de la carga económica por niveles socioeconómicos.	52
5.- Conclusión y discusión del proyecto de investigación	58
6.- Referencias Bibliográficas	63
7.- Lista de Tablas	67
8.- Lista de Gráficos	68
9.- Lista de Imágenes	69
10.- Anexos	70
Anexos 1.- Impagos de Facturas	70
Anexos 2.- Privación material	73
Anexos 3.- Carga económica	76
Anexos 4.- Consumo por costo	79
Anexos 5.- Concentración del consumo	84
Anexos 6.- Concentración de la carga económica	89
Anexos 7.- Asistente de Inteligencia Artificial	94
A. Revisión conceptual y búsqueda de datos	94
B. Análisis de Datos	105

1. Introducción

El tema de la presente investigación es la pobreza energética. La creciente dependencia energética de nuestros modos de vida asociados con un uso extensivo e intensivo de la tecnología ha expuesto la actualidad de la problemática. La importancia del suministro energético hacen de la pobreza energética una preocupación constante de los gobiernos, los hogares, los prestadores de servicios públicos o privados por ofrecer un sistema energético a la altura de la creciente demanda diaria.

En el capítulo sobre los fundamentos teóricos abordaremos la construcción social del concepto enraizado en las circunstancias particulares del problema energético. En algunos casos, como ocurre en la mayoría de los países, no hay una infraestructura o redes de distribución desarrollada para la provisión de la energía, en cambio, en otros contextos, las dificultades se trasladan a las restricciones de recursos materiales y económicos para su aprovechamiento.

Como veremos, las perspectivas teóricas estaban orientadas a diferenciar entre la accesibilidad y asequibilidad de suministros de energía, y, posteriormente, caracterizar los rasgos claves que indican la carencia energética (Bouzarovski, 2014). De ambos casos surge el concepto de pobreza energética refiriéndose a la incapacidad de una población para acceder de forma eficiente, segura y económica a los servicios energéticos necesarios para una vida digna.

La diferenciación teórica entre accesibilidad y asequibilidad nos permitió crear los instrumentos conceptuales para la delimitación del problema y entender que, en Europa, la pobreza energética se manifiesta en situaciones poco asequibles de los precios de la energía, de las privaciones materiales de la vivienda o la carga económica de los ingresos destinada a los servicios de energía. Asimismo, esas desigualdades se pueden observar en el comportamiento conjunto de los sectores socioeconómicos: una mayor o menor concentración de consumo o carga económica, por ejemplo.

Varios estudios destacan que gran parte de las mediciones de pobreza energética en Europa se realizan sobre la base de **promedios nacionales** o indicadores agregados (Bouzarovski & Petrova, 2015; Thomson, Bouzarovski & Snell, 2017; Boardman, 2012). Pero, mediante análisis con microdatos se revela que la incidencia de la pobreza energética no se limita a los hogares con ingresos bajos, sino que también afecta a hogares de ingresos medios, lo que evidencia desigualdades estructurales ocultas que no aparecen al analizar estadísticas agregadas (JRC, 2024; Bonatz et al., 2024; Kampaourou & Halkos, 2024).

De manera que, nos hemos planteado como pregunta de investigación principal:

¿De qué manera se expresan las desigualdades estructurales de la pobreza energética tanto de los hogares considerados individualmente (impago de facturas, incapacidad de mantener la vivienda a temperaturas adecuadas, carga económica y gasto energético) como colectivamente (concentración de la carga económica y del consumo en sectores o segmentos sociales) en los países europeos con infraestructura energética desarrollada?"

En búsqueda de responder esta pregunta nos planteamos como objetivo de investigación: analizar los patrones de pobreza energética que se manifiestan en el contexto de accesibilidad, como es el caso europeo, que entenderemos como el conjunto de países pertenecientes a la UE (UE)¹.

El análisis de los países de la UE nos ofrece algunos criterios unitarios de interpretación, no sólo por circunstancias sociales semejantes, sino por las políticas públicas. Como señalamos en el apartado teórico, las políticas energéticas en la UE, incluyendo a Noruega, nos ofrecen directrices de acción basadas en indicadores consensuados.

Un grupo de políticas dirigidas a la rehabilitación de la vivienda o la prohibición de los cortes eléctricos (indicadores de privación material e impago de facturas) y un grupo de políticas dirigidas al mejoramiento de la capacidad de pago (carga económica, al que hemos incluido consumo relativo a los ingresos).

No obstante, el comportamiento individual de los hogares - pago de la energía, pertenencia a segmentos socioeconómicos, las presiones relativas sobre los hogares, el consumo energético- podría cumplir con algunos estándares de calidad y asequibilidad, pero visto en su conjunto, las pequeñas diferencias individuales, podrían estar velando desigualdades estructurales relevantes según el nivel socioeconómico. Por esta razón, hemos agregado una dimensión social al problema de la pobreza energética sobre la situación colectiva de los estratos socioeconómicos con respecto al consumo y la carga económica.

¹ A continuación usaremos a la abreviatura de UE para referirnos a la UE.

Así, formulamos una premisa principal subyacente: '***en contextos de accesibilidad energética, el comportamiento individual de los hogares con respecto a los segmentos socioeconómicos propician una carga y consumo colectivo desproporcionado que afecta a las clases inferiores***'.

La premisa nos deriva a las siguientes preguntas específicas:

1. ¿Cuáles son las expresiones de la pobreza energética (impago de facturas, incapacidad de mantener una temperatura adecuada en la vivienda, la carga económica o el gasto por consumo eléctrico) ?
2. ¿Cómo son las variaciones de la pobreza energética en cuanto a las condiciones socioeconómicas de los hogares en Europa?
3. ¿El comportamiento colectivo de los hogares en cuanto a la carga económica y el nivel de consumo expresa un tipo de desigualdad estructural?

La respuesta a estas preguntas principales nos orienta a desarrollar tres objetivos específicos:

1. Conocer las expresiones individuales de la pobreza energética de los hogares según una estratificación socioeconómica en la UE.
2. Conocer las manifestaciones colectivas de la pobreza energética de los hogares pertenecientes a los mismos estratos socioeconómicos en UE.
3. Identificar las desigualdades del comportamiento socio-energético de los hogares pertenecientes a los mismos estratos socioeconómicos.

Estos objetivos específicos esperan ser resueltos mediante la aplicación de la ciencia de datos. Como se expone en el capítulo sobre el planteamiento metodológico desarrollado, la metodología se centra en la segmentación y agrupación de datos energéticos, socioeconómicos y demográficos. El análisis de indicadores como el impago de facturas, la privación material, la carga económica y la concentración de consumo y gasto se diseñó para obtener una imagen detallada de la situación energética, revelando resultados que las estadísticas generales suelen ocultar.

El proceso técnico incluyó la integración de diversas bases de datos de Eurostat. Esto requirió un preprocesamiento general para unificar los datos, como estandarizar los nombres de los países, seleccionar el año 2023 y asignar regiones. Además, se aplicaron pasos de preprocesamiento específicos, como la normalización y la transformación de datos, para asegurar la comparabilidad y la coherencia de las variables.

Para calcular los indicadores más complejos, se desarrolló un modelado de datos innovador. A partir de los precios y rangos de consumo, se estimó el gasto energético de los hogares. Luego, se combinaron estos datos con los ingresos familiares, usando la mediana como punto de referencia para asignar valores proporcionales a cada decil de ingreso. Este enfoque permitió calcular la carga económica individual y la concentración de la carga económica y del consumo en cada segmento socioeconómico, proporcionando las bases para los hallazgos críticos de la investigación.

El procesamiento de esos indicadores nos arrojó los resultados expuestos en el capítulo de análisis y presentación de resultados.

La dimensión material del problema de la pobreza energética arroja que el promedio agregado de los hogares aumenta mientras se consideran los estratos socioeconómicos con ingresos debajo de la mediana, con brechas significativas.

Además, en la dimensión económica, aunque la carga económica no suele ser tan apremiante en la mayoría de los países, excepto en , el consumo por costo energético relativo a los ingresos ofrecen otras indicaciones: menor asequibilidad en estratos inferiores.

Y, finalmente, los hallazgos también resaltan en la dimensión social la desproporción entre el consumo y la carga económica. Los hogares de bajos ingresos (el 30% más pobre) consumen menos del 10% de la electricidad residencial total, pero soportan una carga económica equivalente al 30% del gasto total.

Estos resultados nos impulsan a concluir en el capítulo cinco que existen desigualdades energéticas arraigadas en el comportamiento individual de los hogares. Esta distribución ineficiente y desigual del gasto y el consumo eléctrico evidencia que las políticas energéticas, a pesar los esfuerzos realizados, pueden tener efectos no deseados, como el de exacerbar estas disparidades sociales, manteniendo a los más vulnerables al margen de los beneficios del progreso tecnológico y del acceso a servicios esenciales.

2. Fundamentos teóricos y estado de la cuestión

Buscando un concepto provisional para el desarrollo de la investigación establecimos una definición conceptual, y, luego una operativa. Como veremos, las perspectivas teóricas muestran la diferencia material de la pobreza energética en países con desarrollados servicios e infraestructuras, y otros que no. La diferenciación permite el reconocimiento no solamente de las limitaciones en infraestructura y servicios para el surtido de la energía, sino que como afirma Bouzarovski (2014), también en contexto de accesibilidad hay pobreza energética (p. 278).

A pesar de que el concepto inicialmente se refería a la demanda de climatización durante el invierno, que suponía que bajos ingresos necesariamente indica un deficiente suministro energético Boardman (1991), posteriormente autores como Bouzarovski (2014) extiende el término indicando la incapacidad de satisfacer una demanda de energía (p. 278).

La provisión adecuada de la energía puede verse restringida por la falta de acceso al suministro, o cuando aun habiendo tal acceso, el suministro no es asequible.

La diferenciación teórica entre accesibilidad y asequibilidad nos permitió no solo revisar el estado del problema en la UE, sino crear los instrumentos conceptuales para la delimitación y entender que, en los contextos europeos, la pobreza energética se manifiesta inmediatamente en situaciones poco asequibles de los precios de la energía, de las privaciones materiales de la vivienda o la carga económica del gasto energético.

Asimismo, la revisión teórica y actual del problema nos permite distinguir que las desigualdades en el uso de la energía se pueden observar en el comportamiento conjunto de los sectores socioeconómicos: una mayor o menor concentración de consumo o carga económica por ejemplo.

2.2.- Condiciones sociales e históricas del problema de la pobreza energética

Siguiendo las claves teóricas de Blumer se comprende que “un problema social existe principalmente en los términos en que es definido y concebido en la sociedad” (Blumer, 1971: 300). Blumer propone que la emergencia de un problema motiva a los afectados a realizar unas reclamaciones. Las reclamaciones logran el reconocimiento público legitimando un problema, por el cual, diversos agentes sociales se movilizan y organizan para exigir e institucionalizar una respuesta.

Con estas cuatro etapas podemos diferenciar la construcción del problema de la pobreza energética en países de la UE con respecto a otros contextos con infraestructura y servicios menos desarrollados. El enfoque nos permite contextualizar el problema de la asequibilidad y calidad del suministro energético, como ocurre en la UE.

2.2.1- Emergencia y reclamación

Tanto en contextos de infraestructura y servicios desarrollados como los que no, los agentes más vulnerables incluyen aquellos los hogares con bajos ingresos, viviendas inadecuadas, hogares monoparentales, pensionistas, trabajadores precarios y desempleados (Tirado Herrero, 2017), las personas con necesidades específicas, como mayores, enfermos crónicos o niños pequeños (Middlemiss & Gillard, 2015). A nivel territorial, esta problemática tiende a concentrarse en zonas rurales aisladas o barrios urbanos con menor acceso a información o servicios de mejora energética (Bouzarovski & Petrova, 2015). También destacan los hogares en viviendas energéticamente ineficientes, donde el aislamiento deficiente y sistemas obsoletos elevan el consumo necesario para un confort básico (López-González & Pérez-Fargallo, 2020).

Sin embargo, por un lado, países con escaso desarrollo de infraestructura y servicios básicos enfrentaban una falta de accesibilidad; y, por otro lado, en contextos desarrollados, la pobreza energética se manifiesta como falta de asequibilidad (Healy & Clinch, 2002).

2.2.2.- Legitimación y reconocimiento público

En este debate público sobre condiciones materiales de distribución, producción, suministro o importación distintas surgen los dos sentidos del término de pobreza energética (World Bank, 2020; IEA, 2023). En algunos casos, estas dificultades se manifiestan por la falta de disponibilidad, y en otros, por la falta de precios y condiciones asequibles (Bouzarovski, 2024; Boardman, 2010).

En contextos de infraestructura limitada (falta de accesibilidad), en organismos como el Banco Mundial o la Agencia Internacional de Energía (IEA) han caracterizado la accesibilidad como un factor clave, refiriéndose a la disponibilidad y el acceso físico a servicios energéticos (World Bank, 2020; IEA, 2023). En contextos de accesibilidad, las Naciones Unidas y organismos de la UE también han aumentado su preocupación, asociando la pobreza energética no solo a cuestiones ambientales, sino también a las desigualdades sociales (United Nations, 2022; European Commission, 2017).

2.2.3.- Movilización y organización

En el fiel de la balanza las representaciones públicas sobre el problema energético incluye importantes movilizaciones que han colocado el tema en el interés global. Por ejemplo, el Banco Mundial indica los desafíos a nivel internacional para definir situaciones de carencias energéticas distintas (World Bank, 2020).

En el contexto mundial la relación entre pobreza energética y desarrollo sostenible se hace evidente en el **ODS 7 sobre energía asequible y no contaminante**, además de tener impactos en otros objetivos como el ODS 1 (fin de la pobreza), ODS 3 (salud), ODS 11 (ciudades sostenibles) y ODS 13 (acción por el clima) (United Nations, 2015). Además, en Europa, las representaciones sobre el problema están muy presentes en la agenda de los gobiernos y agencias internacionales. Desde el marco europeo, la cuestión se inscribe en el **Pilar Europeo de Derechos Sociales**, que en su Capítulo III (“Protección social e inclusión”) reconoce el acceso a los servicios esenciales —incluida la energía— como condición indispensable para garantizar una vida digna y la cohesión social (European Commission, 2017).

2.2.- Actualidad del problema

Como planteamos al inicio, la emergencia y la reclamación de la pobreza energética surge en el contexto de un constante crecimiento de la demanda energética como consecuencia de la digitalización y tecnologización de la vida cotidiana. Asimismo, desde que los combustibles fósiles se apoderaron de las actividades económicas y los servicios básicos, esta preocupación ha estado presente (Smil, 2017), aunque el problema ha venido ganando peso.

En Europa, un informe de la Comisión Europea estima que el aumento de los precios de la energía y las crisis recientes agrava el problema. En 2021, un **6,9 % de la población de la UE no pudo mantener adecuadamente su vivienda caliente**, cifra que aumentó a 9,3 % en 2022 y a 10,6 % en 2023, lo que representa entre 41,4 y 78,6 millones de personas afectadas (Odyssee-Mure, 2023).

Este fenómeno presenta importantes disparidades regionales: en 2023, los niveles más altos se observaron en Portugal y España (20,8 %), Bulgaria (20,7 %) y Lituania (20,0 %), mientras que los más bajos se registraron en Luxemburgo (2,1 %), Finlandia (2,6 %) y Austria (3,9 %) (European Newsroom, 2024). Asimismo, el Joint Research Centre de la Comisión Europea estima que entre un 8 % y 16 % de la población europea puede ser considerada en situación de pobreza energética dependiendo del indicador empleado, lo que revela la complejidad de su medición (Joint Research Centre, 2024).

La fragilidad de capacidad de pago se muestra en el umbral de 7% de los hogares europeos con retrasos en el pago de sus facturas energéticas. El umbral es superado en 12 países, situándose a la cabeza Grecia, Bulgaria, Rumania, Croacia, España y Chipre, encontrando a más distancia Hungría, Eslovaquia y Letonia (Odyssee-Mure, 2024). Una tendencia que parece prevalecer en los países del Sur y del Este de Europa, más sensibles a las oscilaciones del mercado y circunstancias estructurales.

A esta contextualización podemos agregar un estudio de 21 países de la UE publicado en Eurostat que suma dos indicadores: el gasto energético que duplique por encima o por debajo la mediana de ingreso, considerando a su vez, la intersección de indicadores. La baja superposición entre los cuatro indicadores principales demuestra que cada medida (gasto alto, gasto bajo, incapacidad para calentar el hogar y retrasos en el pago de facturas) apunta a un segmento diferente y único de la población vulnerable.

La superposición entre los cuatro indicadores es prácticamente nula, lo que sugiere que no existe un hogar que cumpla con al menos dos de los criterios simultáneamente. La cifra aumenta a 29% al considerar los indicadores individualmente con tres hallazgos significativos:

- a) Los hogares de ingresos más bajos son los más afectados, visible en los indicadores de privación material, retrasos del pago de facturas y el gasto energético superior al doble de la mediana de ingreso.
- b) La influencia del régimen de tenencia del hogar en esos indicadores de pobreza energética afecta más a los inquilinos en Europa Occidental y en el resto de Europa a los propietarios.
- c) Por último, el estudio muestra que la pobreza energética no es exclusiva de las zonas rurales. De hecho entre el 5.9% y 4.9% de la población urbana están en una situación de pobreza energética, entre el 5.2% y 4.1% la población de pueblos y suburbios y en las áreas rurales entre el 4.6% y 4.0% de las personas.

2.3.- Políticas públicas en el marco de la UE.

A fines de la presente investigación, apartando las respuestas en contextos de infraestructura limitada, cuyas políticas públicas se centran en las inversiones en infraestructuras y programas de electrificación rural, buscando mejorar la capacidad de pago y el acceso (World Bank, 2020; IEA, 2023), nos enfocaremos en los países de la UE.

Un análisis hecho por Widuto (2023) a partir de información procedente de las últimas versiones correspondientes a los Planes Nacionales Integrados de Energía y Clima (NECPs) remitidos a la Comisión Europea (CE) en 20234 y

20205 permite ver las principales políticas contra la pobreza energética, aunque solo siete países tienen una estrategia específica -España, Portugal, Reino Unido, Grecia, o plan de acción – Austria, Irlanda y Eslovenia-.

Según las sugerencias del Reglamento del Fondo Social para el Clima de 2023 y la Directiva, independientemente de algunas mediciones alternativas sobre la falta de eficiencia energética (p. 3) la falta de asequibilidad, la renta disponible insuficiente, el elevado gasto energético y la baja eficiencia energética de los hogares orientan las principales políticas.

En líneas generales, las políticas están destinadas a mejorar la capacidad de pago energético, rehabilitación del equipamiento y parque de vivienda, regular el gasto energético, promover la sensibilidad e información sobre el consumo eficiente, y a largo plazo, impulsar la transición energética, como expone Odyssee-Mure (2024) a partir de los tres principales ejes

Tabla 1. Ejes de las políticas energéticas de la UE.

OBJETIVO \ EPOV	INGRESO (Art. 21 DEE)	GASTO (Art. 5, 8 y 9 DEE)	COMPORTAMIENTO (Art. 22 y 24 DEE)
SOCIAL	Tarifas sociales (descuentos, bonos, cheques; reducción de IVA) Pago de facturas; Prohibición de desconexión de suministro energético		Información sobre precios, tarifas
EFICIENCIA ENERGÉTICA		Rehabilitación energética (envolvente, sistemas térmicos de confort) Electrodomésticos eficientes Certificados de ahorro energético	Auditorías/Asesoramiento sobre hábitos de consumo energético; Contadores de consumo

Fuente: extraída de Odyssee-Mure, 2024, p.4.

Podemos mencionar algunas de las políticas según cada uno de estos ejes:

1. Ingreso:

Desde la Comisión Europea, a través del plan REPowerEU busca diversificar el suministro y promueve medidas como la regulación de precios y los subsidios (Widuto, 2023).

Las Agencias reguladoras de energía asumen un papel en la protección de los consumidores vulnerables con apoyo a la renta o consumo de la energía (Delors, Delair, Pellerin-Carlin, 2021).

La Directiva de la UE sobre el Mercado Interior de la Electricidad (2019/944) y el Reglamento del Consejo (UE) 2022/1854 obliga a los países a proteger a los **clientes vulnerables y en situación de pobreza energética** de los cortes de electricidad.

2. Gasto:

El **Parlamento Europeo** insiste en la necesidad de una definición consensuada y aboga por medidas estructurales a largo plazo, como la eficiencia energética y las energías renovables (Widuto, 2023).

El **Consejo Europeo** ha explorado soluciones a corto plazo, como las ayudas directas y los topes de precios, para mitigar el impacto inmediato en los ciudadanos. También, la UE a través de la Directiva de Eficiencia Energética y el Paquete de Energía Limpia para Todos los Europeos instan a crear programas de investigación y políticas de ayudas directas para pagar facturas o rehabilitar viviendas (Heller et al., 2024; Widuto, 2023).

Como apuntan estos autores, la Estrategia “Renovation Wave”, aprobada en octubre de 2020, como parte del Pacto Verde Europeo, el Fondo Social para el Clima (FSC) (Reglamento (UE) 2023/955) y la Recomendación (UE) 2023/2407 impulsan la rehabilitación de los edificios más ineficientes y el acceso a viviendas con fuentes de energía limpia.

3. Comportamiento:

Los **comités asesores** y **FEANTSA²**, BEUC³ y **Friends of the Earth Europe** han coincidido en la necesidad de una estrategia común y bien definida que acompañe el asesoramiento y promoción del consumo energético.

El plan de la UE "**Save Energy**" (Ahorra Energía), proporciona una guía sobre el uso eficiente de la energía en el hogar.

2.4.- Hacia una definición de la pobreza energética en contextos de accesibilidad.

Como hemos señalado en el proceso de la construcción del problema social de la pobreza energética, los diferentes contextos reclamaron especificaciones del concepto. Las referencias materiales del concepto de pobreza energética variaron significativamente dependiendo del contexto de desarrollo de la infraestructura o servicios energéticos. En algunos casos, como señalamos anteriormente, como consecuencia de los precios, la capacidad de pago o aprovechamiento de los recursos y servicios energéticos, mientras que en los demás países, la carencia material de esa infraestructura y servicios.

Esa caracterización sirve para delimitar el tipo de pobreza energética: por un lado, países con escaso desarrollo de infraestructura y servicios básicos enfrentan una falta de accesibilidad; por otro lado, en contextos desarrollados, la pobreza energética se manifiesta como falta de asequibilidad (Healy & Clinch, 2002).

La distinción de pobreza energética en ambos contextos las resumimos en el siguiente cuadro resumen:

² Federación Europea de Organizaciones Nacionales que Trabajan con Personas sin Hogar.

³ Organización Europea de Consumidores.

Tabla 2. Cuadro comparativo entre las definiciones de pobreza energética.

ASPECTO	ENFOQUE	PROBLEMA	IMPACTO
0 ASEQUIBILIDAD	PRECIO, CAPACIDAD DE PAGO Y APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA	COSTOS ALTOSS O BAJOS INGRESOS O RECURSOS DEFICIENTES	SE PUEDE USAR LA ENERGÍA PERO NO SE PUEDE PAGAR O APROVECHAR ADECUADAMENTE
1 ACCESIBILIDAD	INFRAESTRUCTURA Y DISPONIBILIDAD	FALTA DE CONEXIÓN O SUMINISTRO	NO SE PUEDE USAR LA ENERGÍA

Fuente: Elaboración propia 2025 con la información de Beltrán-Velamazán 2023.

De manera que, el concepto de pobreza energética extiende su referencia clave a la eficiencia del uso de la energía. Aunque Bordman (1991) se centra en la capacidad de mantener la vivienda adecuadamente caliente, la idea se puede extender para considerar la reducción del papel de los ingresos como demarcador de pobreza. Como señalan Thomson, Bouzarovski y Snell (2017), la pobreza o vulnerabilidad energética hace hincapié en las dificultades de mantener los diferentes tipos de servicios energéticos que demandan los hogares tal como la refrigeración, el uso de electrodoméstico, climatización o la cocción de alimentos.

Siendo más preciso, todas estas consideraciones en 2014 son resumidas por Bouzarovski señalando una sinonimia entre frases intercambiables usadas como descriptor del problema. La pobreza energética⁴, la precariedad energética, o privación energética indican la incapacidad de un hogar de acceder social y materialmente a los servicios suficientes de una demanda energética (p. 277), cuestión con la que va a coincidir Tirado (2012; p. 21).

Con estas precisiones sobre el concepto de pobreza energética podemos delimitar el problema concreto de nuestra investigación. En efecto, según los autores consultados la pobreza energética en Europa se centra en la asequibilidad más que en la accesibilidad, y afecta desproporcionadamente a ciertos grupos con ingresos bajos y oportunidades laborales limitadas. Al ser un concepto sobre los costos o condiciones materiales, las características demográficas y del parque inmobiliario determinan los hogares con mayores dificultades (Beltrán-Velamazán et al., 2023).

⁴ En Inglaterra los términos 'fuel poverty' y 'energy poverty' designan conceptualizaciones diferentes aunque en español ambos términos se definen como pobreza energética. A propósito de este debate Bouzarovski hace las precisiones en el artículo de la preferencia por 'fuel poverty' porque extiende la descripción al gasto relativo de las exigencias de la demanda energética aceptable según World Health Organization, originalmente referida a la climatización de los hogares en invierno.

2.5.- Antecedentes de la caracterización de las estructuras socio-energéticas

Consideraremos el sistema energético como las condiciones de generación y distribución del suministro de fuentes de energía para el consumo final de las poblaciones según demandas energéticas en contextos particulares. En algunos países en contextos desarrollados con infraestructura y servicios energéticos, y otros que no. En los primeros existen condiciones de accesibilidad energética, en los segundos, no.

No obstante, incluimos la definición de estructuras socio-energéticas como el conjunto de relaciones regulares que establecen los hogares y las sociedades con respecto al uso de la energía. Nuestra elección de este término, en lugar de la habitual referencia a los "sistemas socio-energéticos", sugiere una mayor capacidad explicativa.

Mientras que algunos autores, como Velasco (2016) en su tesis doctoral, han definido "sistemas socio-energéticos" enfocándose en cómo los sistemas socioeconómicos interactúan con el sistema energético —donde la energía es un componente fundamental intrínsecamente ligado a la evolución del sistema energético (16-21 pp.)—, nuestra perspectiva busca extender este marco. Velasco analiza la energía como un pilar que soporta la evolución de las estructuras socioeconómicas, lo cual se alinea con la idea de **estructuras socio-energéticas**, aunque su enfoque no incorpora comprensivamente las restricciones demográficas o socioeconómicas en indicadores energéticos ya existentes, como la intensidad energética.

Por otro lado, Clark Miller y Jennifer Richter, en trabajos como "*Socio-energy systems design: A policy framework for energy transitions*" (2015), utilizan el término "socio-energy systems" para abordar la necesidad de diseñar políticas que consideren la compleja interacción entre tecnología, sociedad, gobernanza y economía, reconociendo que estos "sistemas" son intrínsecamente sociales. Finalmente, Kiamba, L. et al. (2022), en "*Socio-Economic Benefits in Community Energy Structures*", utilizan explícitamente "Community Energy Structures", un término más específico pero que también resalta la integración de aspectos socioeconómicos en la configuración energética, argumentando que los beneficios socioeconómicos no son sólo un subproducto, sino un elemento constitutivo de estas estructuras de energía comunitaria.

En otras palabras, nuestra elección de "estructuras socio-energéticas" sobre "sistemas socio-energéticos" prioriza las interacciones regulares demográficas, geográficas y socioeconómicas que son constitutivas del consumo, la producción y el suministro de la energía, incorporando variabilidad social en los indicadores. Esta perspectiva busca proporcionar un marco referencial en la forma en que la sociedad y la energía coevolucionan en contextos específicos.

2.6.- Aproximación conceptual entre las estructuras socio-energéticas y la pobreza energética

Como hemos reiterado previamente, la articulación social de las condiciones y transformaciones objetivas de la sociedad nos dotarán del contenido material de nuestras definiciones, al menos de forma provisional, para identificar algunos patrones sociales que expresan la pobreza energética en el contexto europeo. Para ello, vamos a apoyarnos de un indicador existente: intensidad energética.

La intensidad energética primaria se refiere a la **cantidad de energía primaria** necesaria para generar una unidad del **Producto Interno Bruto (PIB)**, lo cual indica la eficiencia con la que una economía utiliza sus recursos energéticos (Eurostat 2023). Por otro lado, la eficiencia energética señala la capacidad de consumo de energía para satisfacer una necesidad o un servicio, como la calefacción o la iluminación, con la menor cantidad de energía posible (IEA, 2023)⁵. En otras palabras, la misma idea es señalada por Thomson, Bouzarovski y Snell (2017) cuando identifican diferentes aspectos de la vulnerabilidad energética según la eficiencia energética.

Centrándonos en la eficiencia energética, presumimos, basados en la teoría sociológica, el comportamiento individual de los ingresos de los hogares, el equilibrio o desequilibrio entre la demanda y suministro energético, el gasto en energía, las circunstancias del mercado y el consumo de energía regulan la conducta conjunta de la sociedad con respecto al aprovechamiento de los recursos y servicios energéticos.

De hecho, individualmente, el comportamiento del consumo de los hogares, de los gastos energéticos, de los precios o la ubicación socioeconómica pueden ocasionar, de manera no intencional, un desequilibrio o desigualdades en

⁵ En este contexto, el término 'eficiencia energética' se refiere al concepto de obtener servicios con el mínimo de energía, distinguiéndose de su indicador operativo, la intensidad energética final (Eurostat, 2024).

las relaciones entre segmentos de la población con respecto al manejo de la energía. En este sentido, nuestro objetivo de investigación apunta a conocer las estructuras socio-energéticas de las expresiones particulares de la pobreza energética en contextos de accesibilidad como ocurre en Europa.

3.- Diseño metodológico

Las aclaraciones conceptual, al menos en sus rasgos esenciales, exponen las manifestaciones materiales de la pobreza energética en contextos de accesibilidad. Con la aspiración de satisfacer nuestros objetivos de investigación planteamos operativizar el concepto. Con los aspectos operativos de la pobreza energética aplicamos un modelado descriptivo de datos, una segmentación y agrupación de datos, y finalmente un análisis de la distribución de esos datos.

En primer lugar, el **modelado descriptivo** permite comprender la relación inherente entre el consumo de energía y el nivel socioeconómico de los hogares. Esta comprensión inicial es fundamental para cualquier análisis posterior.

A continuación, se implementan técnicas de **segmentación y agrupación** al categorizar a la población en deciles de ingreso, proporción de hogares, consumo y carga económica, lo que permite dividir un conjunto de datos heterogéneo en grupos más manejables y comparables. Finalmente, el **análisis de distribución de datos** se convierte en el pilar central del proceso de asignación, ya que se analizan las distribuciones porcentuales de los estratos de ingresos según el consumo o la carga económica.

Desde el punto de vista técnico: el estudio se centró en un enfoque riguroso y complejo de preprocesamiento de datos, una fase crucial en la ciencia de datos. La complejidad no se basó simplemente en un gran volumen de información, sino en la diversidad y formato de los conjuntos de datos provenientes de Eurostat.

El estudio se anticipa a fuentes de datos complejas, como las de Eurostat, que no siguen un formato de tabla simple, sino un "formato ancho" con múltiples variables de identificación y clasificación. El procedimiento metodológico está diseñado para manejar esta complejidad, combinando la limpieza y transformación de datos con una integración efectiva orientada a la construcción de indicadores no disponibles para ofrecer una visión más holística del fenómeno.

3.1. Herramientas y librerías usadas

Para hacer un análisis de datos en el sector energético, usamos dos herramientas principales: el lenguaje de programación **Python** y el entorno de trabajo **Jupyter Notebook**. **Jupyter Notebook** es como un cuaderno digital donde podemos combinar el código que escribimos en Python, el texto explicativo y los gráficos resultantes en un solo documento. Esto hace que todo el análisis sea más transparente y fácil de seguir, lo que permite que incluso personas que no son programadoras entiendan cómo se obtuvieron los resultados. En resumen, usamos Python como nuestro motor de cálculo y Jupyter Notebook como nuestro taller de trabajo para documentar y presentar todo el proceso de análisis de manera clara y reproducible.

Para las tareas específicas, usamos librerías como **Pandas** para limpiar y manipular datos en tablas, **NumPy** para realizar cálculos numéricos de forma eficiente, **Matplotlib** y **Seaborn** para crear gráficos estáticos y atractivos, y **Plotly** para generar visualizaciones interactivas, como resumimos a continuación:

Tabla 3. Cuadro resumen de las librerías aplicadas.

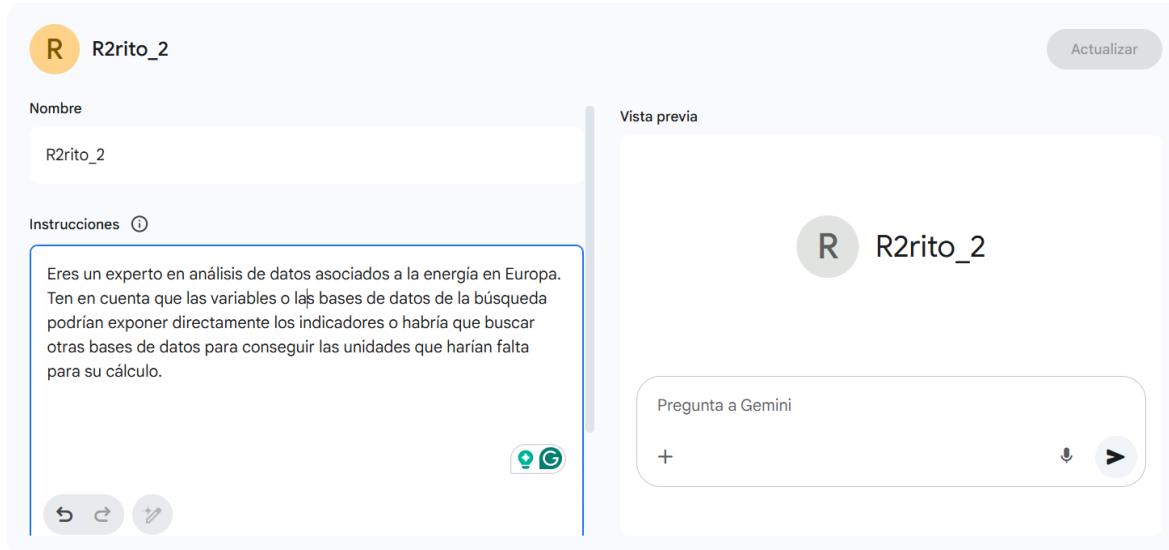
	Librería	Área	Utilidad
0	Pandas	Preprocesamiento y Manipulación de Datos	Estructura datos en tablas (DataFrame). Limpieza, transformación y análisis de datos.
1	Numpy	Computación Numérica y Matrices	Operaciones matemáticas y matriciales de alto rendimiento. Base para otras librerías.
2	Matplotlib	Visualización de Datos (Estática)	Creación de gráficos 2D (barras, líneas, histogramas). Muy personalizable.
3	Seaborn	Visualización de Datos (Estadística)	Gráficos estadísticos atractivos con menos código. Integración con Pandas.
4	Plotly	Visualización de Datos (Interactiva)	Gráficos dinámicos e interactivos para explorar datos. Útil para informes web.

Fuente: Elaboración propia 2025 con información procesada en Python.

Por otro lado, realizamos dos especializaciones de herramientas de inteligencia artificial con Gemini. Las dos especializaciones se centraron en un asistente de generación de código y un asistente de generación de texto

La primera especialización consistió en el apoyo en la corrección del texto y la discusión conceptual. Las instrucciones de este asistente fueron la de crear un agente con experticia en el tema y búsqueda de datos relacionados con el análisis de la energía en Europa (anexos 7, sección A), como se detalla en la siguiente imagen:

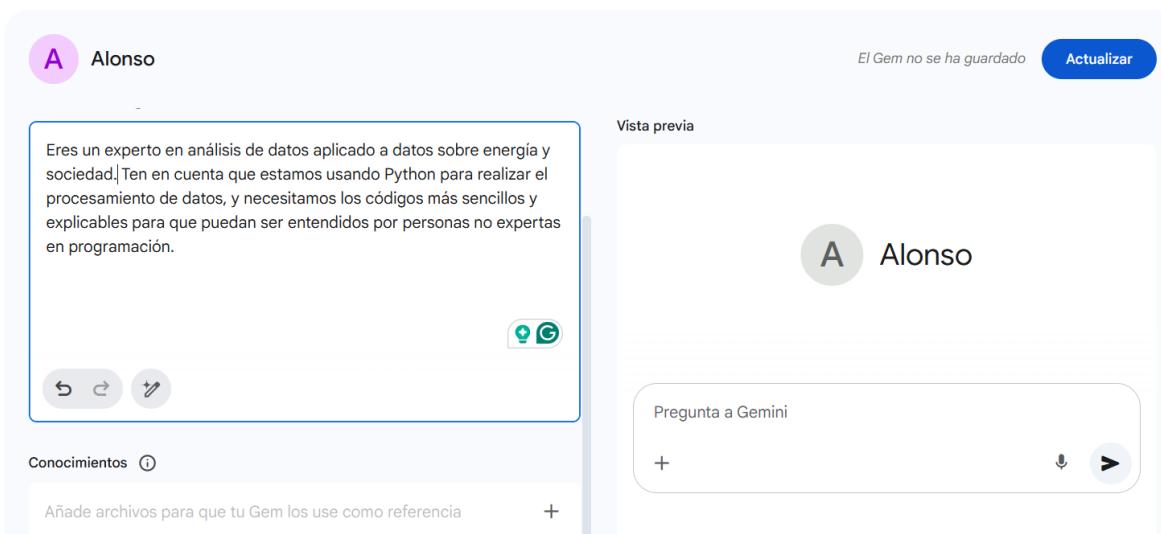
Imagen 1. Asistente especializado en procesamiento de datos de energía en Gemini.



Fuente: imagen extraída usando Gemini (Google, 2025).

La segunda especialización del asistente de Inteligencia Artificial respaldo las tareas de codificación y corrección del código, haciendo explícita su funcionalidad en las instrucciones del asistente como se puede observar en la siguiente imagen:

Imagen 2. Asistente especializado en análisis de datos de energía en Gemini.



Fuente: imagen extraída usando Gemini (Google, 2025).

Los prompts principales de este asistente fueron las tareas de consulta y codificación para las labores de la distribución progresiva y modelado de datos de los niveles de consumo, proporción de ingreso de los porcentajes de hogares en deciles, la distribución de la mediana de ingreso proporcional a la pertenencia de los segmentos socioeconómicos, como se aprecia en el anexo 7, sección B. La asistencia también se enfocó en múltiples tareas de corrección de código, tanto de esos prompts como de los cálculos y visualizaciones.

3.1.- Obtención y almacenamiento de la información

En el caso de la obtención de la información realizamos una búsqueda de las bases de datos que tuvieran información sobre los indicadores y variables relacionados con la pobreza energética. La búsqueda se centró en la indagación de los conjuntos de datos que trataban las variables de consumo de energía en el siguiente enlace web de Eurostat: <https://ec.europa.eu/eurostat/en>.

En el enlace obtuvimos información en unidades político administrativas y temporales referente a los precios por energía eléctrica, el volumen de consumo de los hogares por energía eléctrica, los ingresos según tipo de hogar, o la distribución de los ingresos en deciles, tal como describimos a continuación:

Tabla 4. Cuadro de identificación de los conjuntos de datos.

Base de datos	Enlace web (Código de la tabla)	Variables que nos interesan	Unidad de análisis
Precios de la electricidad en EUR	<u>[nrg_pc_204] Electricity prices for household consumers - bi-annual data (from 2007 onwards)</u>	Precios de la electricidad en EUR por kWh	País, Periodo de tiempo, Unidad: precio euro
Volumen de consumo de electricidad por hogares	<u>[nrg_pc_204_v] Household consumption volumes of electricity by consumption bands</u>	Número de hogares por banda de consumo, Volumen de consumo (en kWh)	País, Periodo de tiempo, Unidad: porcentaje de hogares.
Número de Hogares por tipo de hogar	<u>[ilc_hhp10] Households by household type and number of children</u>	Número de hogares (total, por tipo de hogar, y por número de niños)	País, Periodo de tiempo, Unidad: número de hogares
Incapacidad para mantener la vivienda caliente	<u>[ilc_mdes01] Inability to keep home adequately warm</u>	Porcentaje de hogares que no pueden mantener su vivienda caliente	País, Periodo de tiempo, Unidad: porcentaje de hogares.
Hogares con impagos de facturas	<u>[ilc_mdes07] Arrears on utility bills</u>	Porcentaje de hogares con retrasos en el pago de facturas.	País, Periodo de tiempo, Unidad: porcentaje de hogares.
Distribución del ingreso disponible en	<u>[ilc_di01] Distribution of income by different income groups</u>	Deciles de la renta disponible equivalente del	País, Periodo de tiempo, Quintiles, Unidad: Distribución del ingreso total de

los hogares		hogar	los hogares
Intensidad Energética Final	<u>[nrg_ind_eff] Energy Efficiency</u>	Consumo final de energía total (en toneladas equivalentes de petróleo)	País, Periodo de tiempo, Unidad: indicador
Intensidad Energética Primaria	<u>[nrg_ind_ei] Energy Intensity</u>	Consumo interior bruto (en toneladas equivalentes de petróleo)	País, Periodo de tiempo, Unidad: indicador

Fuente: Elaboración propia 2025 con información extraída de Eurostat (consulta 30/08/2025).

3.2.- Descripción de los conjuntos de datos

A diferencia de otros conjuntos de datos basados en la identificación de una única observación específica en la combinación entre filas (registros) y columnas (variables), los conjuntos de datos de la Eurostat siguen un formato ancho o ‘wide format’. Este tipo de formato permite estructurar los datos y se caracteriza por presentar los valores únicos de acuerdo a la identificación de diferentes variaciones entre las columnas claves. Estas columnas son constantes sobre el tipo de variables: variables de identificación, de clasificación y de observación.

Con esta estructuración de los datos, las variaciones están vinculadas a las combinaciones representadas por ciertas constantes (columnas). Según el formato de los conjuntos de datos de Eurostat podemos describir como variables de identificación dimensiones espacio-temporales: el país ('geo'), el año ('TIME_PERIOD'), la unidad de medida ('unit') u otras variables que identifican el código y nombre del indicador.

Las variables de clasificación dependen de la temática que presentan las atribuciones variantes de los objetos: tipos de hogares, tipo de ingreso, sector de consumo, rangos de consumo, estratificación del ingreso o tipo de combustible.

Y, finalmente, la variable de observación que expone el valor numérico de cada combinación entre las variaciones identificadoras espacio temporales y las clasificaciones de los objetos: esta columna contiene los datos numéricos de la intersección de las dimensiones espacio-temporales y clasificaciones. Con esta estructura se puede hacer seguimiento al comportamiento de los valores observados en distintas categorías según las variaciones por país o año. En nuestra investigación seleccionamos las siguientes:

Tabla 5. Cuadro de identificación de las características de los conjuntos de datos.

	Base de Datos	Variables Identificadoras	Variables Clasificadoras	Observaciones (OBS_VALUE)	Descripción
0	Precios de la electricidad en EUR	STRUCTURE, STRUCTURE_ID, geo, TIME_PERIOD, unit	product, nrg_cons, tax, currency	Precio (EUR) de la electricidad por bandas de consumo	Datos brutos de los precios de la electricidad de acuerdo a las bandas de consumo.
1	Volumen de consumo de electricidad por hogares	STRUCTURE, STRUCTURE_ID, geo, TIME_PERIOD, unit	nrg_cons, Energy consumption, product, Products, Unit of measure	Porcentaje de hogares que consumen un volumen (kWh) de electricidad	Define el porcentaje de hogares de acuerdo al volumen del consumo de la electricidad.
2	Número de Hogares por tipo de hogar	STRUCTURE, STRUCTURE_ID, geo, TIME_PERIOD, unit	agechild, n_child, hhcomp	Número total de hogares o por tipo específico	Permite contar la cantidad de hogares en distintos niveles o tipos para la ponderación.
3	Incapacidad para mantener la vivienda caliente	STRUCTURE, STRUCTURE_ID, geo, TIME_PERIOD, unit	hhtyp, Type of household, incgrp, income situation in relation to the risk of poverty threshold, Unit of measure	Porcentaje de hogares sin calefacción adecuada	Mide la falta de acceso a condiciones de vida adecuadas y confort térmico.
4	Hogares con impagos de facturas	STRUCTURE, STRUCTURE_ID, geo, TIME_PERIOD, unit	hhtyp, Type of household, incgrp, income situation in relation to the risk of poverty threshold, Unit of measure	Porcentaje de hogares que no puede pagar sus facturas	Mide la dificultad de los hogares para cubrir sus gastos básicos de energía.
5	Distribución del ingreso disponible en lo hogares	STRUCTURE, STRUCTURE_ID, geo, TIME_PERIOD, unit	quantile, indic_il, currency	Proporción del ingreso de hogares por decil	Define el ingreso de un grupo específico de la población (los deciles) para análisis de desigualdad.
6	Intensidad Energética Final	STRUCTURE, STRUCTURE_ID, geo, TIME_PERIOD, unit	nrg_bal, Energy balance, Unit of measure	Valor de la eficiencia energética (ej. consumo por PIB)	Consumo de energía en relación con el rendimiento económico de la industria.
7	Intensidad Energética Primaria	STRUCTURE, STRUCTURE_ID, geo, TIME_PERIOD, unit	nrg_bal, Energy balance, Unit of measure	Valor de la eficiencia energética (ej. consumo por PIB)	Consumo de energía en relación con el rendimiento económico de la industria.

Fuente: Elaboración propia 2025 con información extraída de Eurostat (consulta 30/08/2025).

3.3.- Exploración de datos

El primer paso fue explorar las variables de los conjuntos de datos, las dimensiones, la cardinalidad de las variables y la vinculación de las variables entre sí. La exploración permitió identificar aspectos generales del preprocesamiento general de los datos, aplicables a todos los conjuntos de datos.

Las exploraciones específicas de los conjuntos de datos buscaron conocer la existencia de duplicaciones o valores nulos de los datos. Estas exploraciones se realizaron continuamente durante el proyecto de procesamiento debido a las diferentes integraciones de datos, que suelen introducir valores nulos o valores duplicados sin el tratamiento adecuado, sirviendo también de verificación.

Como la mayoría de nuestros datos representan proporciones o porcentajes, excepto por los ingresos o los precios, no aplicamos una detección de outliers. La representación de los valores brutos únicos de los ingresos brutos o en mediana desestimó nuestra inspección de valores atípicos, excepto para los precios de la electricidad (Tapia Croes, GitHub script, sección: 4.2., 2025), renunciamos a su tratamiento por la baja variabilidad y cantidad, como se extrae de la inspección de precios:

Tabla 6. Resumen de la detección de valores atípicos.

	geo	count	min	max	mean	median	std
0	AT	5	0.2748	0.4230	0.31580	0.2949	0.061116
1	BE	5	0.3219	0.5212	0.39632	0.3778	0.077262
2	BG	5	0.1180	0.1200	0.11922	0.1192	0.000763
3	CY	5	0.3331	0.6676	0.40932	0.3452	0.144854
4	CZ	5	0.2384	0.5439	0.34620	0.3151	0.121190
5	DE	5	0.3427	0.5779	0.42902	0.4020	0.091331
6	DK	5	0.2374	0.4295	0.33370	0.3554	0.080070
7	EE	5	0.1756	0.3043	0.23668	0.2339	0.048731
8	EL	5	0.2309	0.3783	0.27588	0.2506	0.060438
9	ES	5	0.2154	0.4323	0.27566	0.2347	0.091021
10	FI	5	0.1634	0.4127	0.26342	0.2403	0.099083
11	FR	5	0.2239	0.5117	0.30756	0.2591	0.118891
12	HR	5	0.1480	0.2343	0.16974	0.1587	0.036450
13	HU	5	0.0825	0.1679	0.12006	0.1132	0.034563
14	IE	5	0.3546	0.3857	0.37214	0.3757	0.012285
15	IT	5	0.2483	0.5407	0.36254	0.3347	0.108169
16	LT	5	0.2039	0.2568	0.23098	0.2339	0.019578
17	LU	5	0.1608	0.3761	0.23076	0.2015	0.087594
18	LV	5	0.2294	0.4363	0.30158	0.2774	0.081254
19	MT	5	0.1279	0.3617	0.21268	0.1476	0.105608
20	NL	5	-0.2855	0.3609	0.14762	0.2515	0.258882
21	NO	5	0.1112	0.4803	0.23986	0.1866	0.151955
22	PL	5	0.2102	0.2735	0.24470	0.2585	0.029320
23	PT	5	0.2243	0.3593	0.25678	0.2299	0.057879
24	RO	5	0.1607	0.2209	0.18206	0.1718	0.024552
25	SE	5	0.1657	0.3810	0.23904	0.2181	0.084489
26	SI	5	0.1798	0.3135	0.22814	0.2113	0.053691
27	SK	5	0.1630	0.3019	0.21016	0.1943	0.055390

Fuente: Elaboración propia 2025 con información procesada en Python.

3.4.- Preprocesamiento de datos

La gran cantidad y profundidad de los conjuntos de datos impulsó la aplicación de técnicas avanzadas de preprocesamiento de datos. El preprocesamiento no se limitó a la integración, normalización, transformación de los datos, sino también de cálculos de los indicadores previos que sirvieron de variables para los cálculos finales (como fue el caso para la concentración de la carga económica y del consumo). De manera que hicimos un preprocesamiento general para todos los conjuntos de datos y un preprocesamiento específico para los indicadores claves.

3.4.1.- Tratamiento general de los conjuntos de datos.

El primer tratamiento de los conjuntos de datos lo realizamos en el propio portal de Eurostat. El portal permite seleccionar las variables y las variaciones preferentes en la descarga de los archivos. No obstante, posteriormente realizamos un tratamiento de selección y filtrado de variables y valores únicos.

De hecho, los primeros pasos de la investigación fueron la selección de los valores y variables relevantes a nuestro análisis. Para todos los conjuntos de datos, los valores que nos interesan se encontraban en la variable 'OBS_VALUE'. Siendo reiterativos, volveremos a mencionar que estas observaciones dependen de las combinaciones con las variables clasificadoras en cada conjunto de datos (mencionaremos detalladamente en la sección posterior).

En cuanto a las variables identificadoras, durante la identificación de las claves primarias, aprovechamos y eliminamos las variables redundantes asociadas a acotaciones o nombres de los conjuntos de datos (GitHub script, sección: 2.1.). En el caso del tiempo ('TIME_PERIOD') seleccionamos el año 2023 en todos los conjuntos de datos, excepto para los precios de electricidad que son bi-anuales, y se encontraban en formato de cadena de texto. En la sección 3.1. del script, haciendo una '*Data Type Conversion*', luego de filtrar el último semestre, transformamos en numérico el valor haciendo integrable este data frame con los otros. En el caso de Holanda y Bélgica, seleccionamos la información del año 2022 en el conjunto de datos de Ingreso bruto de los hogares, como implica la técnica '*Handling Exceptions*' (GitHub script, sección: 3.1.).

En cuanto al identificador espacial de las unidades político-administrativas, mediante un '*data mapping*', realizamos una equivalencia entre las abreviaciones

y los nombres sobre aquellos conjuntos (mediana de ingresos, ingresos en deciles, precios de electricidad por bandas de consumo y hogares) que no disponían de las siglas por país en la variable ('geo')(GitHub script, sección: 3.2.). Además, agregamos una variable de identificación regional de los países llamada 'Región' (GitHub script, sección: 3.3.).

En el caso de los conjuntos de datos sobre ingreso bruto de los hogares, la mediana de ingreso, los precios de electricidad, los ingresos en deciles, la incapacidad de mantener caliente los hogares y el impago de facturas eliminamos algunos valores únicos que hacían referencia a países ausentes en conjuntos de datos claves o entidades supranacionales.

3.4.2.- Tratamiento específico de los indicadores.

Mencionamos, siguiendo a los autores expertos en la materia, que el consenso del concepto de pobreza energética apunta operativamente a indicadores claves: a) impago de factura de servicios, b) la carga económica del gasto energético y, c) la incapacidad de mantener una vivienda caliente en invierno.

Por otro lado, establecimos que la demanda energética y la eficiencia energética son descriptores claves del flujo de energía y el aprovechamiento de la energía bajo los contextos económicos y sociodemográficos. Con estas orientaciones pudimos agregar la siguiente propuesta:

e) La caracterización de la asequibilidad de la energía la describimos indicando las estimaciones sobre el ingreso por kwh consumido según sus costos. Lo que permite estimar la asequibilidad individual de un hogar según los ingresos disponibles.

f) La identificación de la densidad del uso de la energía de acuerdo a la segmentación socioeconómica, nos podría sugerir el nivel de concentración de consumo de los distintos sectores sociales en un país.

g) El reconocimiento de la distribución de la carga económica en los deciles de ingreso nos facilita observar los segmentos o estratos

socioeconómicos con mayor carga económica de energía disponible de un país.

Conjuntamente con estos indicadores, exploramos algunas ocurrencias que, nos parecen, claves. Por un lado, exploramos si los bajos niveles de asequibilidad de ingresos en los sectores están asociados con su carga económica. Asimismo, nos parecía útil explorar algunas circunstancias entre la concentración de la carga económica colectiva y la densidad de consumo de los sectores socioeconómicos. Los indicadores operativos los podemos resumir en la siguiente tabla:

Tabla 7. Cuadro de indicadores del proyecto de investigación.

Dimension	Indicador	Concepto	Fórmula o Cálculo	Concepto Operativo	Interpretación	VARIABLES Necesarias
0 Material	Privación Material	Incapacidad económica para mantener la vivienda adecuadamente caliente.	(Hogares con Privación / Total de Hogares) x 100	Porcentaje de hogares que reportan no poder mantener su casa a una temperatura adecuada.	Alto = Más hogares con pobreza energética. Bajo = Menos hogares con pobreza energética.	Hogares con Privación, Total de Hogares.
1 Material	Impago de Facturas	Porcentaje de hogares que no pueden pagar sus facturas a tiempo.	(Hogares con Impago / Total de Hogares) x 100	Porcentaje de hogares que declaran no haber podido pagar sus facturas.	Alto = Energía inasequible. Bajo = Energía más asequible.	Hogares con Impago, Total de Hogares.
2 Económica	Carga Económica	Proporción del ingreso de un hogar destinada a pagar la energía.	Gasto en Energía / Ingreso Disponible	Porcentaje del ingreso gastado en energía por decil o promedio nacional.	Alto = Más del 10% en gasto energético. Medio = 7-10% en gasto energético. Bajo = Menos del 7% en gasto energético.	Ingreso Disponible, Gasto en Energía.
3 Económica	Eficiencia Económica	Viabilidad del ingreso para cubrir el consumo de energía.	Ingresa Disponible / Consumo de Energía	Dólares o euros de ingreso que un hogar tiene por cada kWh consumido.	Alto = El ingreso rinde más en relación al consumo. Bajo = El costo es alto en relación al ingreso.	Gasto en Energía, Consumo de Energía.
4 Social	Concentración de Consumo	Distribución del consumo total de energía de un país entre estratos socioeconómicos.	(Consumo de un Decil / Consumo Total del País) x 100	Porcentaje del consumo total de energía que corresponde a cada decil de ingreso.	Desigual = Hogares ricos consumen desproporcionadamente más. Igualitaria = Consumo bien distribuido.	Consumo por Decil, Consumo Total.
5 Social	Concentración de la Carga Económica	Distribución del gasto total de energía de un país entre los estratos socioeconómicos.	(Gasto de un Decil / Gasto Total del País) x 100	Porcentaje del gasto total de energía que corresponde a cada decil de ingreso.	Desigual = La carga se concentra en ciertos grupos. Igualitaria = El gasto está distribuido equitativamente.	Gasto por Decil, Gasto Total.

Fuente: Elaboración propia 2025 con información procesada en Python.

Hemos organizado los indicadores de la situación energética de acuerdo a algunas dimensiones que parten de los ejes de la política pública mencionada anteriormente en el apartado 2.3. Con lo cual caracterizamos tres dimensiones de la pobreza energética: una dimensión material referida a la incapacidad del aprovechamiento de la electricidad (eje de gasto), una dimensión económica objeto de las circunstancias de los ingresos (eje de ingresos), y una dimensión social que está desprovista de las consideraciones de las políticas públicas que atañen al comportamiento de los segmentos socioeconómicos.

Tratamiento de los indicadores de impago de facturas y privación material.

Para el impago de facturas y la privación material realizamos un filtro de las variaciones sobre tipo de casa ("Type of household") y situación de pobreza ("Income situation in relation to the risk of poverty threshold") en un primer momento para obtener los valores totales, aunque esta última variable, luego la incluimos en el análisis. Porque las variaciones sobre el ingreso dependen de la circunstancia de los hogares con respecto a la situación de estar 60% abajo o arriba de la mediana de ingreso según el umbral de pobreza (GitHub script, sección: 4.1.2. y 4.2.2).

En el caso de la eficiencia e intensidad energética nos limitamos a recodificar el nombre de las observaciones 'OBS_VALUE' a sus respectivos contenido informativo: eficiencia energética e intensidad energética respectivamente que hicieron factible su estimación.

Tratamiento del indicador de carga económica.

La carga económica es una variable que requiere del gasto energético y los ingresos de los hogares. Ninguna de estas variables estaban presentes en ningún conjunto de datos. Para el gasto energético multiplicamos el consumo de la energía por el precio. En el caso del ingreso fue más complicado. Aplicamos dos alternativas, una fue calcular el ingreso de los hogares según los ingresos brutos disponibles; la otra, asignar a los hogares ingresos proporcionales con respecto a la mediana del país.

Obviamente, el tratamiento de los precios de la electricidad por bandas de consumo y el del gasto energético eléctrico implicó tratamientos específicos. En el caso de los precios de electricidad, aplicamos una transformación del tipo de objeto de cadena de texto de los rangos de consumo a numéricos. Así, asociamos las observaciones de los precios con los rangos de consumo (GitHub script, sección: 4.4.1.). Por otro lado, haciendo una detección de valores atípicos nos percatamos que la baja variabilidad y la baja cantidad de los outliers desestimó su tratamiento (GitHub script, sección: 4.4.2.).

En el caso del gasto energético multiplicamos el precio por cada uno de los valores numéricos de los rangos máximos y mínimos (GitHub script, sección: 4.3.1.). Luego de una exploración de las dimensiones, las duplicaciones y valores

únicos diferentes entre el conjunto del volumen de consumo de electricidad y la de gasto energético, codificamos las categorías para integrar los datos (GitHub script, sección: 4.3.).

En el caso de los ingresos hacemos un proceso de **ingeniería de datos y modelado de distribución** para resolver un problema de datos que estaban en silos. El modelado de la distribución acumulativa y en cascada se respalda en la presuposición de la Eurostat sobre la relación entre el nivel de ingreso y el consumo de energía. Los datos y análisis se encuentran en diversas publicaciones, bases de datos y artículos de la sección "**Statistics Explained**"⁶.

Tal como lo proponen Provost y Fawcett (2013), la ciencia de datos no se limita a la aplicación de algoritmos, sino que requiere una comprensión profunda de cómo se distribuyen y relacionan las variables. Por ello, el presente estudio prioriza una asignación rigurosa de los datos de consumo a los deciles de ingreso, un proceso que se asemeja a las técnicas de segmentación y clasificación utilizadas para revelar patrones significativos en conjuntos de datos complejos.

Para el modelado de distribución, en la sección posterior realizamos una transformación del tipo de objeto de cadena de texto a numérico de la variable de la identificación de los deciles ('quintiles') y rangos de consumo ('Energy consumption'). La primera estaba asociado a cada decil de hogares a una combinación sobre la distribución proporcional de los ingresos, y la segunda al porcentaje de hogares que consumen individualmente un rango de energía eléctrica.

En el caso del conjunto de datos de los deciles de ingresos implementamos la técnica '**unpivoting**' para transformar los valores de la proporción de ingreso de formato ancho a formato largo. La transformación permitió la manipulación de las operaciones de distribución (GitHub script, sección: 4.6.). Consecuentemente realizamos una integración de datos entre los conjuntos sobre el volumen de consumo de electricidad (con gasto energético y precios) con los datos de niveles de ingresos de los hogares en deciles (GitHub script, sección: 4.7.).

⁶ La información se extrae principalmente de la encuesta de la UE sobre ingresos y condiciones de vida (EU-SILC). Eurostat. (2024).

La distribución no sólo adjudicó proporcionalmente los hogares a cada decil según el porcentaje de hogares en cada rango de consumo, sino también, los ingresos a conveniencia de cada decil. Conseguimos un estrato socioeconómico de consumo (socio-energético).

De esta manera aplicamos una distribución acumulativa del porcentaje de hogares en los cinco rangos de consumo de electricidad en los deciles de ingreso.

El objetivo fue estimar el impacto de los costos de energía en los ingresos de los hogares, uniendo dos conjuntos de datos que no estaban conectados directamente. Para cada decil, había distintas proporciones del ingreso con respecto al 10% de hogares que representaban cada estrato de forma ascendente según el nivel económico. Para cada uno de los cinco rangos de consumo había un porcentaje de hogares. La falta de coincidencia entre ambos conjuntos de datos motivó la aplicación de la distribución acumulativa: repartimos los hogares asociados a los cinco rangos de consumo en los diez niveles de ingresos.

La técnica aplicada permite agregar mayor variabilidad a los diferentes niveles de ingresos correspondientes al consumo. De forma creciente distribuimos por cada 10% de los hogares vinculados a cada uno de los rangos de consumo al decil correspondiente (había distintos porcentajes de hogares con un mismo rango de consumo pero con distinta proporción del ingreso nacional). Con esto, tenemos una referencia sobre la pertenencia a la proporción del ingreso familiar de los porcentajes de hogares de cada estrato de ingreso con su consumo de electricidad (GitHub script, sección: 4.7.).

Asimismo, con el porcentaje de hogares aplicamos la misma distribución con respecto al número de hogares para conocer su representación bruta.

Posteriormente, esta distribución acumulativa sirvió de pivote de la estimación proxy de los ingresos. El reparto del ingreso general en los porcentajes de hogares pertenecientes a rangos de consumo permitió una distribución cascada.

Con la información sobre el número de hogares y los ingresos brutos de los hogares por país, por un lado, y la mediana de ingreso por país, por otro lado, distribuimos el porcentaje correspondiente de los ingresos. En el primer caso,

obtuvimos el ingreso de los hogares luego calcular el ingreso bruto correspondiente a la proporción de los deciles de ingreso de consumo (GitHub script, sección: 4.8.). Hicimos **estandarizar la estimación del ingreso por decil** usando la mediana de los ingresos. En esencia, está utilizando el ingreso mediano de cada país como un ancla para calcular un ingreso total estimado, y luego distribuye este ingreso total entre cada decil basándose en su participación porcentual (GitHub script, sección: 4.9.5.)

Con la información del gasto energético y los ingresos calculamos la carga económica: dividir el costo de la energía (tanto el mínimo como el máximo de una banda de consumo) entre el ingreso estimado de cada decil y luego multiplicas por 100 para obtener un porcentaje. Esto te da un rango (mínimo y máximo) que muestra **qué proporción del ingreso de cada decil se destina al pago de la electricidad**. Los posteriores análisis lo realizamos con la carga económica estimada a partir de la mediana de ingresos (GitHub script, sección: 4.9.6.).

Tratamiento del indicador del consumo de energía por costo de ingreso (Eficiencia económica).

En el caso del indicador de eficiencia económica, luego de la selección de las variables de referencia de región, país, etcétera, estimamos el consumo promedio por rangos de bandas. Primero, estimamos el consumo promedio en cada banda de energía y luego calculamos el **consumo por costo**, que representa la cantidad de energía obtenida por cada unidad monetaria gastada. El paso más importante es el final, donde aplicas un **promedio ponderado** sobre el consumo por costo para cada decil, usando la distribución de hogares como el peso. Esto garantiza que el valor final consumo ponderado no sea solo un promedio simple, sino un valor único y representativo que refleja con precisión cuánta energía recibe cada decil de ingresos por su dinero, considerando sus patrones de consumo únicos (GitHub script, sección: 5.1.).

Tratamiento del indicador de concentración del consumo eléctrico.

En el caso del indicador sobre la concentración del consumo del país en los estratos socio energéticos relacionados con el nivel de ingreso tuvimos que calcular el consumo total de cada segmento socio-económico. Multiplicamos el número de hogares bruto por el consumo promedio en cada subsegmento del rango de consumo eléctrico. Luego, estimamos el consumo total de cada segmento de población y su participación porcentual en el consumo total del país. Al agrupar y sumar estos porcentajes por decil, el resultado final te muestra de

manera precisa si el consumo energético está distribuido de forma equitativa o si, por el contrario, una porción desproporcionada de la energía es consumida por los hogares de mayores ingresos (GitHub script, sección: 5.3.)

Tratamiento del indicador de concentración de carga económica.

La concentración de la carga económica se basó en el cálculo de la participación de cada segmento de los hogares en la carga económica absoluta. Multiplicando la carga económica por la mediana de ingreso obtuvimos la carga absoluta que luego proporcionalmente se asignaría a cada segmento de los hogares (GitHub script, sección: 5.4.). Además, realizamos una visualización de la ocurrencia entre la densidad de consumo y la concentración de la carga económica.

3.5.- Orientaciones analíticas de la investigación

Los resultados del proyecto se muestran a nivel de país, agrupados regionalmente, como se indica en la siguiente tabla:

Tabla 8. Cuadro de abreviaturas y regiones de los países de Europa.

	País	Código	Región		País	Código	Región
0	Austria	AT	Europa Occidental y Central	0	Ireland	IE	Europa Occidental y Central
1	Belgium	BE	Europa Occidental y Central	1	Italy	IT	Países Mediterráneos
2	Bulgaria	BG	Países Balcánicos / Sudeste de Europa	2	Lithuania	LT	Países de Europa Central y Oriental
3	Cyprus	CY	Países Mediterráneos	3	Luxembourg	LU	Europa Occidental y Central
4	Czechia	CZ	Países de Europa Central y Oriental	4	Latvia	LV	Países de Europa Central y Oriental
5	Germany	DE	Europa Occidental y Central	5	Malta	MT	Países Mediterráneos
6	Denmark	DK	Países Nórdicos	6	Netherlands	NL	Europa Occidental y Central
7	Estonia	EE	Países de Europa Central y Oriental	7	Norway	NO	Países Nórdicos
8	Greece	EL	Países Mediterráneos	8	Poland	PL	Países de Europa Central y Oriental
9	Spain	ES	Países Mediterráneos	9	Portugal	PT	Países Mediterráneos
10	Finland	FI	Países Nórdicos	10	Romania	RO	Países Balcánicos / Sudeste de Europa
11	France	FR	Europa Occidental y Central	11	Sweden	SE	Países Nórdicos
12	Croatia	HR	Países Balcánicos / Sudeste de Europa	12	Slovenia	SI	Países Balcánicos / Sudeste de Europa
13	Hungary	HU	Países de Europa Central y Oriental	13	Slovakia	SK	Países de Europa Central y Oriental

Fuente: Elaboración propia 2025 con información extraída de Eurostat (consulta 30/08/2025).

Las abreviaturas nos permitieron observar regionalmente la existencia de pobreza energética en los países europeos, con diferentes niveles entre ellos. Esos resultados en el siguiente orden: a) el impago de factura, b) la privación material de las viviendas y c) la carga económica. Los primeros dos analizaremos los porcentajes de hogares afectados a nivel nacional y de acuerdo a la situación de ingreso en relación con el umbral de pobreza.

En el caso de la carga económica, expondremos los resultados según el porcentaje de hogares correspondiente a los deciles de ingreso. Continuando con esta modalidad presentaremos la concentración de la carga económica, la eficiencia económica en tanto que ingresó por kwh y la densidad de consumo.

4.- Análisis y presentación de resultados

El análisis de los indicadores socio-energéticos en Europa revela una historia que va más allá de los números globales. A primera vista, los promedios nacionales no muestran cifras alarmantes: en muchos países, los porcentajes de impago de facturas o de privación material parecen marginales. Sin embargo, al observar la situación desde la perspectiva de los estratos socioeconómicos, las brechas emergen con fuerza, mostrando una desigualdad energética que atraviesa todo el continente.

Además las circunstancias de los ingresos individuales, el consumo de la electricidad, los costos de la energía y la distribución demográfica de los hogares promueven estructuralmente un comportamiento desigual generalizado.

Una mayor disponibilidad de ingresos relativo a los costos por consumo conforme se avanza en los segmentos socioeconómicos superiores, una densidad de consumo desproporcionada entre los hogares más ricos, y concentraciones de carga económica desequilibradas de los sectores sociales.

En definitiva, los indicadores analizados exponen una dinámica de **pobreza y desigualdad energética**: quienes menos recursos tienen enfrentan más barreras para acceder y pagar la energía, mientras que los sectores más acomodados disfrutan de un consumo abundante a un costo relativo bajo y con cargas económicas en conjunto más bondadosas, como presentaremos a continuación.

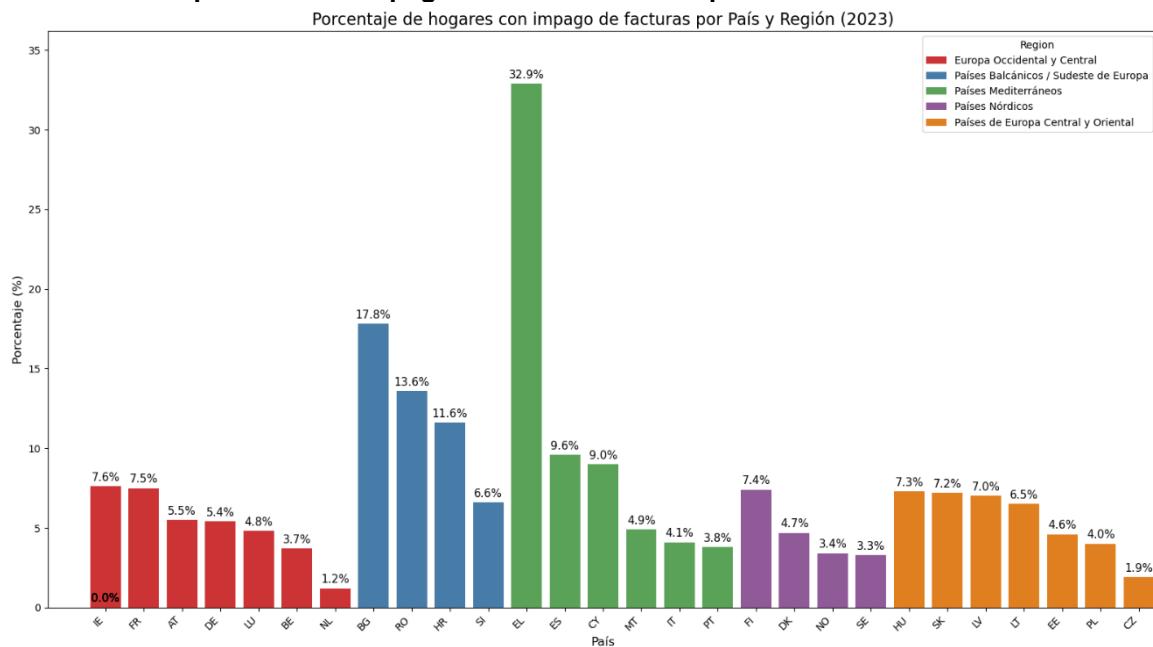
4.1. Indicadores de la dimensión material

4.1.1.- Análisis de impago de facturas.

Las descripciones individuales de los países con respecto al porcentaje de los hogares con impago de facturas muestra características parecidas: tendencias con un rango inferior al 10%, con diferencias excepcionales en Grecia (32%) entre los países mediterráneos, y entre los países del sudeste de Europa, Bulgaria (17.8%), Rumanía (13.6%) y Croacia (11.6%).

En general, las cifras son aleentadoras, en los países de Europa occidental y central el porcentaje de hogares con impago de facturas oscila entre el 1.2 y 7.6%. Con esa misma tendencia están los países de Europa oriental con valores entre el 1.9 y 7.3%, los países de mediterráneo (excluyendo a Grecia) entre el 3.8% y 9.6%, en los países nórdicos entre un 3.3 y un 7.4%, como se aprecia en el siguiente gráfico:

Gráfico 1. Comparación del impago de facturas en Europa.



Fuente: Elaboración propia 2025 con información procesada en Python.

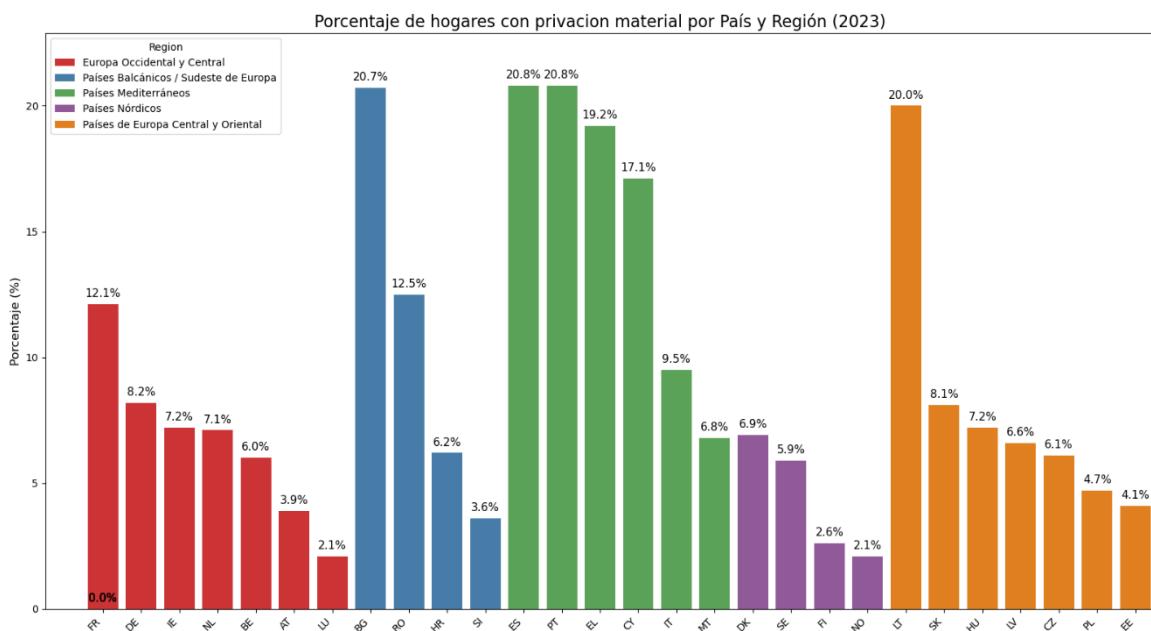
Lo que parecía un problema localizado adquiere otra dimensión cuando se analizan los segmentos socioeconómicos: en casi todos los países, los hogares más cercanos al umbral de pobreza **duplican o triplican los porcentajes de impago** respecto a los hogares acomodados (excepto en Malta que el porcentaje es semejante en ambos estratos 4.4% y 5.2% y los países nórdicos, véase anexos 1).

En los segmentos socioeconómicos más bajos, excepto en los países nórdicos, Bélgica (7.7%), Holanda (4.5%) (gráfico 22, anexos 1), Polonia (7.7%) o Estonia (7.3%) (gráfico 25, anexos 1), Noruega (7.7%) y Suecia (7%), las cifras superan el 8%, en todas las regiones, a veces superando el 20% (ver anexos 1). Así, el impago deja de ser una cifra nacional y se convierte en una expresión de desigualdad interna.

4.1.2.- Análisis de la privación material.

El indicador de **privación material** refuerza, estrechamente relacionado con la eficiencia energética, la conclusión previa. Aunque, no haya cifras relevantes que superen el 10% de hogares con privación material excepto por 20.8% (España y Portugal), Grecia (19.2%), Chipre (17.1%), Italia (9.5%), en el sudeste de Europa (más del 9%) o Francia (12.1%) (como se observa en el gráfico 2), nuevamente, atendiendo el porcentaje de hogares de acuerdo a la relación con la situación de pobreza las cifras son críticas, que solamente en los países nórdicos las cifras no superan el 9% excepto Dinamarca con un 14.1% (gráfico 29, anexos 2).

Gráfico 2. Porcentaje de hogares con privación material en Europa.



Fuente: Elaboración propia 2025 con información procesada en Python.

Los hogares debajo del 60% de la mediana de ingreso en países como España, Portugal y Grecia el porcentaje alcanza entre el 42% y el 34%, en Italia el 22% y en Malta el 12% con privación material, frente a cifras mucho menores en los estratos superiores (gráfico 21, anexos 28). En los países Balcánicos o del sudeste de Europa en Bulgaria o Rumania las cifras se encuentran entre el 20% y el 42%, disminuyendo en Croacia o Eslovenia por encima del 10% (gráfico 27, anexos 2).

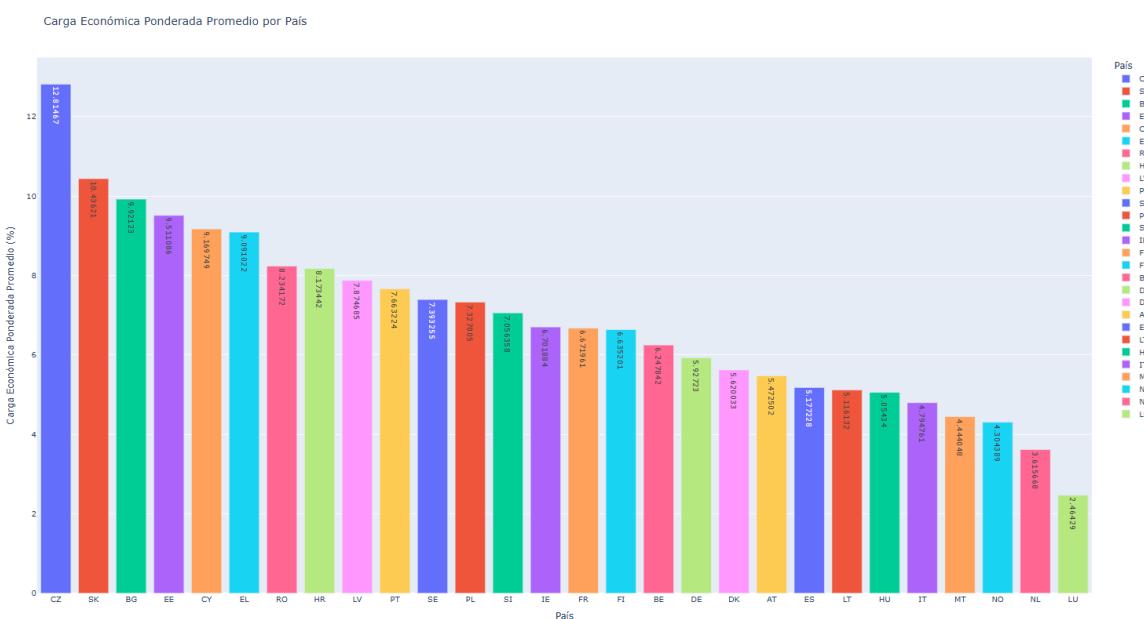
En Europa central y occidental las cifras no son más prometedoras superando el 20% en Francia y Holanda, y el 9% en Alemania, Dinamarca, Bélgica, Austria e Irlanda, excepto Luxemburgo con menos del 5% (gráfico 26, anexos 2). En Europa oriental el porcentaje de hogares con privación material lo encabeza Letonia (35%) seguido de Eslovaquia (29.8%), Hungría (19.3%), República Checa (16%), Lituania (15.8%), Polonia (9.8%) y Estonia (8%) (gráfico 30, anexos 2).

4.2. Indicadores de la dimensión económica

4.1.3.- Análisis de la carga económica individual de los hogares.

El rasgo característico para que un país no sea eficiente energéticamente es que los hogares dispongan del 10% de sus ingresos en energía (Živčič, L., Tkalec, T., & Robić, S;2016). A pesar de que en muchos países la carga económica máxima alcanza más del 10% posible (gráfico 30, anexo 3), parece manejable en promedio: pocos países superan el umbral del 10% de ingresos destinados a electricidad, excluyendo a República Checa y Eslovaquia, o márgenes vulnerables entre el 10% y el 7% se encuentran países como Bulgaria, Estonia, Chipre, Grecia, Portugal, Rumanía, Croacia, Polonia, Letonia, Eslovenia y Suecia, como se puede apreciar en el siguiente gráfico:

Gráfico 3. Carga económica promedio de los países de Europa.



Fuente: Elaboración propia 2025 con información procesada en Python.

Con tres tendencias relevantes, otro hallazgo destacable es que la carga económica presentada por estratos socioeconómicos se diferencia bastante de cada uno de los promedios de los países, aunque no se supere el 10% de la carga.

Una primera tendencia con picos irregulares entre los sectores socioeconómicos se puede observar en los países del mediterráneo (gráfico 32, anexo 3) y en países nórdicos (gráfico 33, anexo 3); una segunda tendencia con mayor carga económica individual ocurre especialmente en Europa occidental (gráfico 35, anexo 3); y, finalmente, la tercera tendencia con mayor carga económica en los hogares intermedios en Europa oriental (gráfico 36, anexo 3) y en el sudeste de Europa (gráfico 34, anexo 3).

En los países con la primera tendencia solamente en algunos estratos la carga económica individual ronda entre el 9% y el 13%, en Grecia, Chipre y Portugal, en el mediterráneo, o con la segunda tendencia en Europa occidental solamente se supera el 10% en el segmento 6 de Austria (10.6%), en el resto de los países la cifra no supera el 9%, con un decrecimiento progresivo en occidente entre un 8.6% y 6.2%, un crecimiento progresivo en Holanda hasta alcanzar un pico del 8% o márgenes entre el 2 y 3% en Luxemburgo. En cuanto a la tercera tendencia en Bulgaria, en el sudeste, o en el oriente (menos en Hungría y Lituania), o casos extremos como los de Rumania, se supera el 9%.

4.2.- Indicadores de la dimensión social

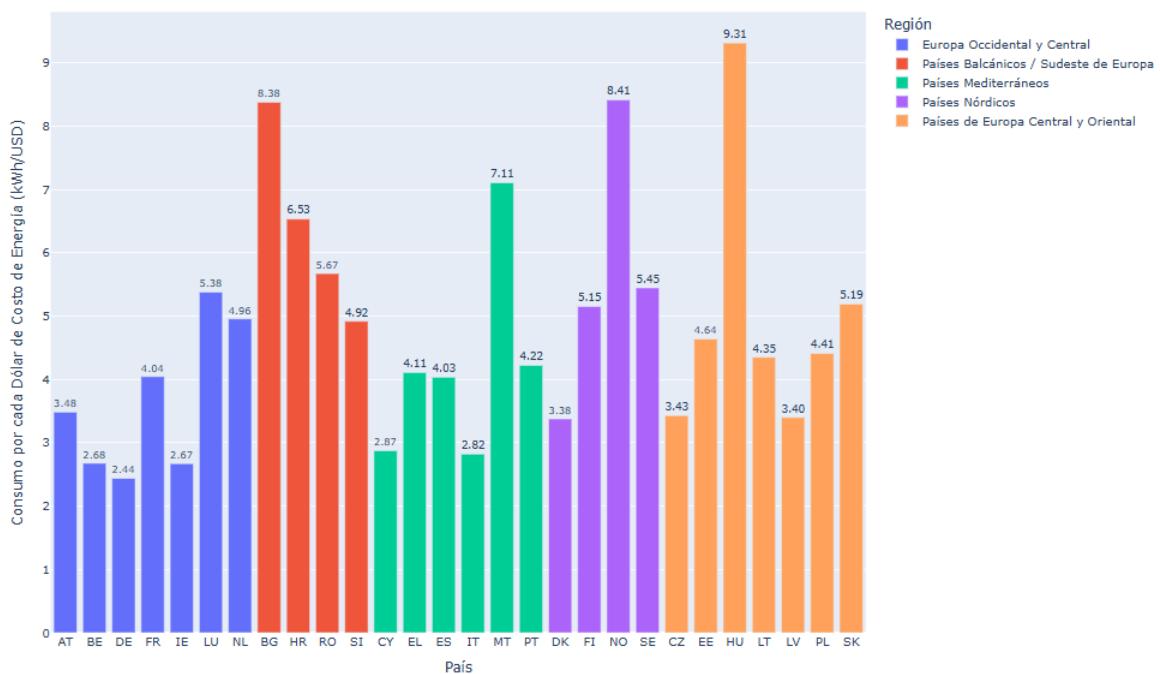
4.2.1.- Análisis de la eficiencia económica de los hogares por sectores socioeconómicos.

Este indicador expresa técnicamente la viabilidad de los ingresos en términos de carga eléctrica: la eficiencia del ingreso en relación con el consumo. Por lo tanto, aunque el gasto total sea bajo en términos absolutos, este gasto representa una proporción enorme del presupuesto del hogar.

Considerando el consumo por costo promedio de la unidad de kwh, las cifras suelen tener valores por debajo del 8 kwh/€, excepto por Hungría, Noruega y Bulgaria. Esto significa que la disponibilidad individual de los hogares es de 8 euros por cada unidad de kwh. Contrariamente, los valores por debajo de ese número gastan más para obtener poca energía. En otras palabras, el consumo relativo a los costos suelen ser menos asequibles para el resto de los países, y, por tanto, con mayores dificultades de provisión eléctrica, evidenciando una menor eficiencia energética, con cifras que se extienden a lo largo de Europa, como se aprecia en el siguiente gráfico:

Gráfico 9. Consumo por costo de energía promedio en Europa.

Consumo Ponderado por Costo de Energía por País



Fuente: Elaboración propia 2025 con información procesada en Python.

Como se puede observar en los gráficos de los anexos 3, la tendencia dominante en Europa es regresiva. La disponibilidad de los ingresos por el consumo de cada unidad de kwh disminuye conforme el avance de las clases superiores como ocurre en el mediterráneo (excepto Chipre con una tendencia más estable y el caso ya mencionado de Malta), en Europa oriental, occidental, y los países Nómadas en los hogares de más bajos ingresos (gráfico 37, 38, 39, y 40, respectivamente, anexo 4). Los hogares de bajos ingresos pagan un precio más alto por unidad de energía, mientras que los hogares de altos ingresos pagan un precio más bajo. Esto es una evidencia clara de **desigualdad energética**.

La tendencia progresiva se puede observar exclusivamente en situaciones particulares dentro de las regiones. En algunos países de la región de Europa como es el caso de Holanda (gráfico 37, anexo 4) o Hungría (gráfico 38 , anexo 4). Solamente en los países Bálticos y del sudeste Europeo parece haber una tendencia estable que no se modifica con respecto a los distintos niveles de ingreso (gráfico 37, anexo 4).

Por otro lado, independientemente de la tendencia progresiva o regresiva, las brechas suelen duplicarse o triplicarse progresivamente con respecto a los deciles inferiores y los deciles superiores en el mediterráneo, en los países

nórdicos, en Europa Occidental o en Europa Oriental, excepto en el sudeste pero con unidades de consumo entre 5 y 10 euros por kWh.

4.2.2.- Análisis de la densidad de consumo por sectores socioeconómicos.

Una de las expresiones de la desigualdad energética se puede observar con el indicador de la concentración de consumo de electricidad asociados a los niveles de ingreso. Como se puede evidenciar en las tablas anexas, en todas las regiones de Europa la concentración del consumo se encuentra proporcionalmente mayor en los estratos socio energéticos altos, lo que corresponde proporcionalmente con una pequeña cantidad de hogares. En otras palabras, pocos hogares gastan muchísima energía eléctrica, excepto entre los países nórdicos que se encuentra una distribución más igualitaria del consumo.

En los países del mediterráneo, la tendencia se observa en el gráfico 10 con una clara concentración del consumo del 30% de los hogares de segmentos socioeconómicos superiores (más del 50%, excepto Malta con 46%), mientras que 30% de los hogares más bajos no consumen ni el 12%, y el 40% de los hogares de las zonas socioeconómicas intermedias consumen apenas 30%.

Gráfico 10. Concentración del consumo en países del mediterráneo.



Fuente: Elaboración propia 2025 con información procesada en Python.

Considerando individualmente los primeros 5 estratos, ninguno de los deciles superan el 10% y, el 10% de los hogares superiores consumen entre el 20 y 30% del consumo nacional (gráfico 44, anexos 5).

La tendencia en el oriente de Europa es la misma. El 20% de los hogares ricos concentran desproporcionadamente parte del consumo total del país y el 30% de los hogares más pobres no alcanzan en su conjunto el 9.5%. El 40% de los hogares intermedios también restringen su consumo total , como se aprecia a continuación:

Gráfico 11. Concentración del consumo en Europa oriental.



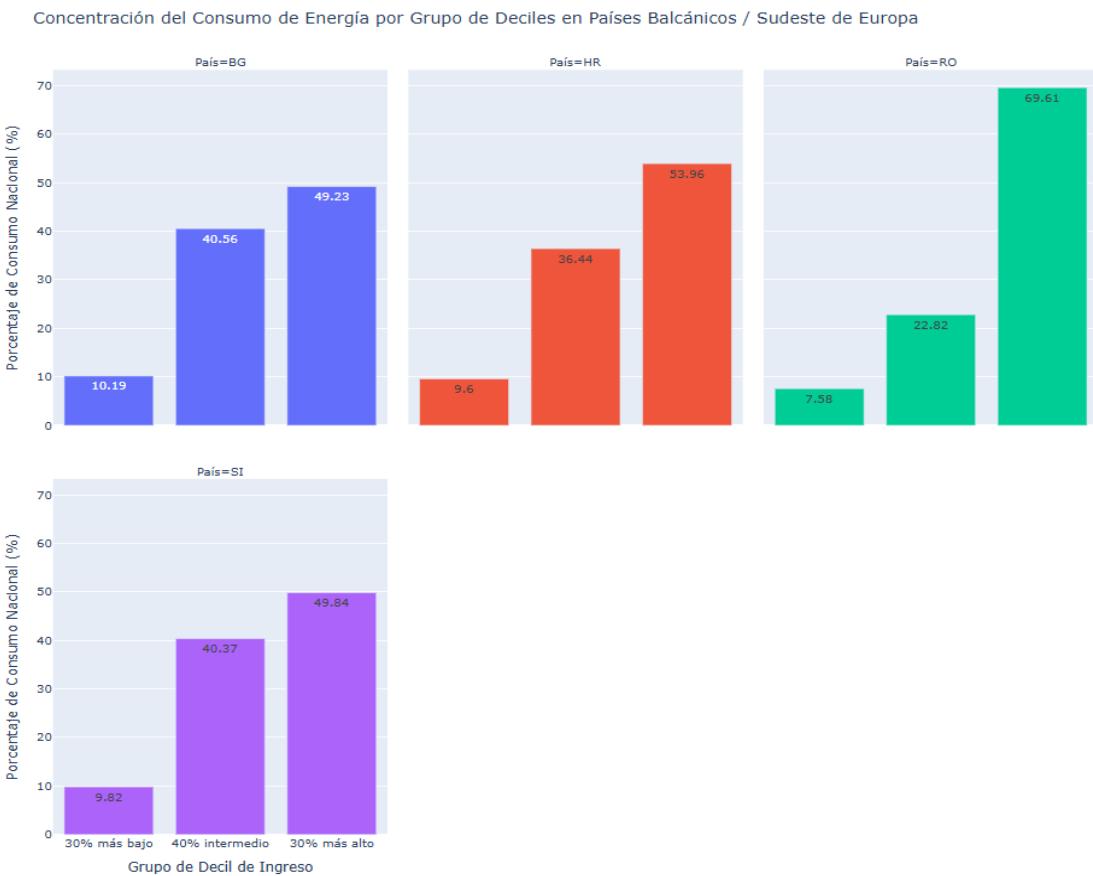
Fuente: Elaboración propia 2025 con información procesada en Python.

Además, ninguno de los estratos bajos o medios alcanzan individualmente un 14% del consumo, y, en el último estrato la brecha se amplía a más del 50%, excepto en República Checa y Estonia a 40%, como se ve en el gráfico 42, anexos 5.

En el sudeste de Europa la densidad del consumo afecta drásticamente a los 30% de hogares de niveles más bajos que no acumulan ni el 12% del consumo nacional. El consumo de los sectores medios o bien se ven significativa

o levemente desmejorados en Rumania (22.82%), en Croacia (36.44%); o bien con un consumo proporcional al 40% en Eslovenia.

Gráfico 12. Concentración del consumo en el Sudeste de Europa.



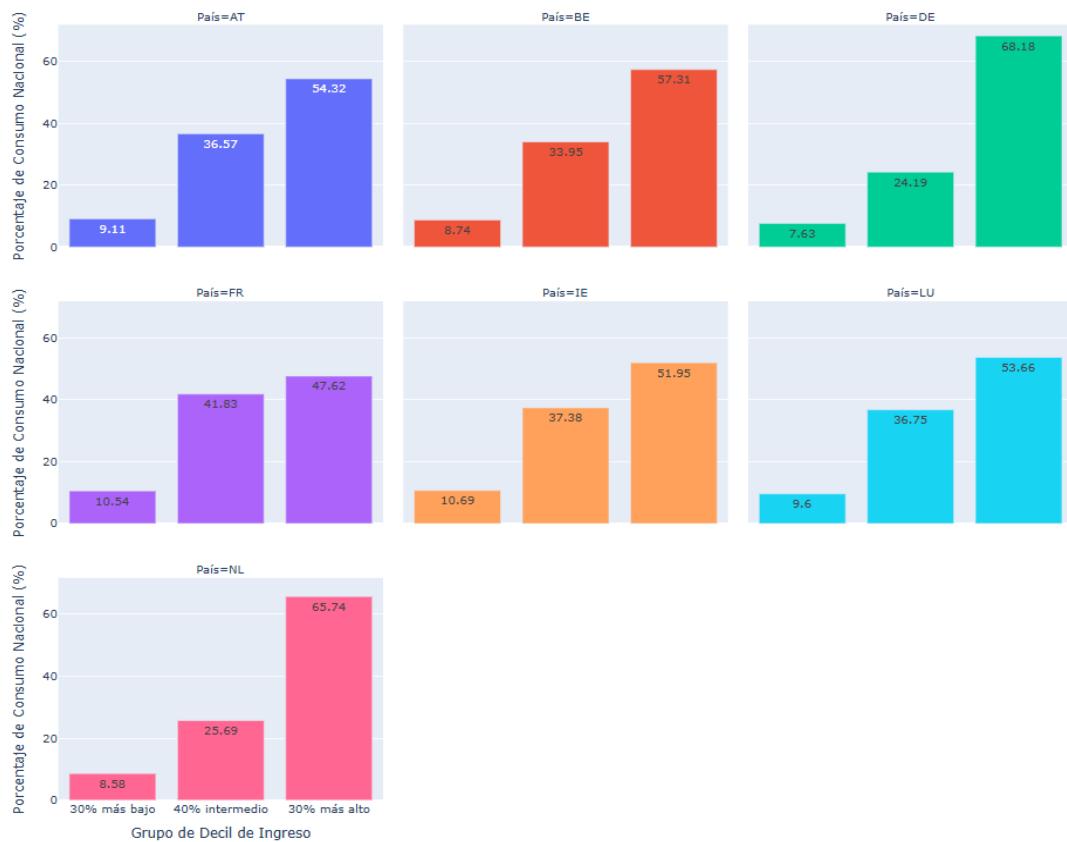
Fuente: Elaboración propia 2025 con información procesada en Python.

Individualmente, las brechas de consumo suelen ampliarse en los últimos estratos con respecto al resto con un pico máximo de consumo de 21.79% (Bulgaria), 24.7% (Croacia), 39.65% (Rumania) y 24.68% (Eslovenia) en tan solo 10% de hogares (gráfico 45, anexos 5).

En Europa Occidental la misma tendencia ascendente del consumo nacional y unas brechas pronunciadas entre sectores socioeconómicos. El 30% de hogares superhéroes consumen más del 47%, y en ninguno de estos países, el 30% de los hogares más pobres consumen más del 11% del total nacional.

Gráfico 13. Concentración del consumo en Europa occidental.

Concentración del Consumo de Energía por Grupo de Deciles en Europa Occidental y Central

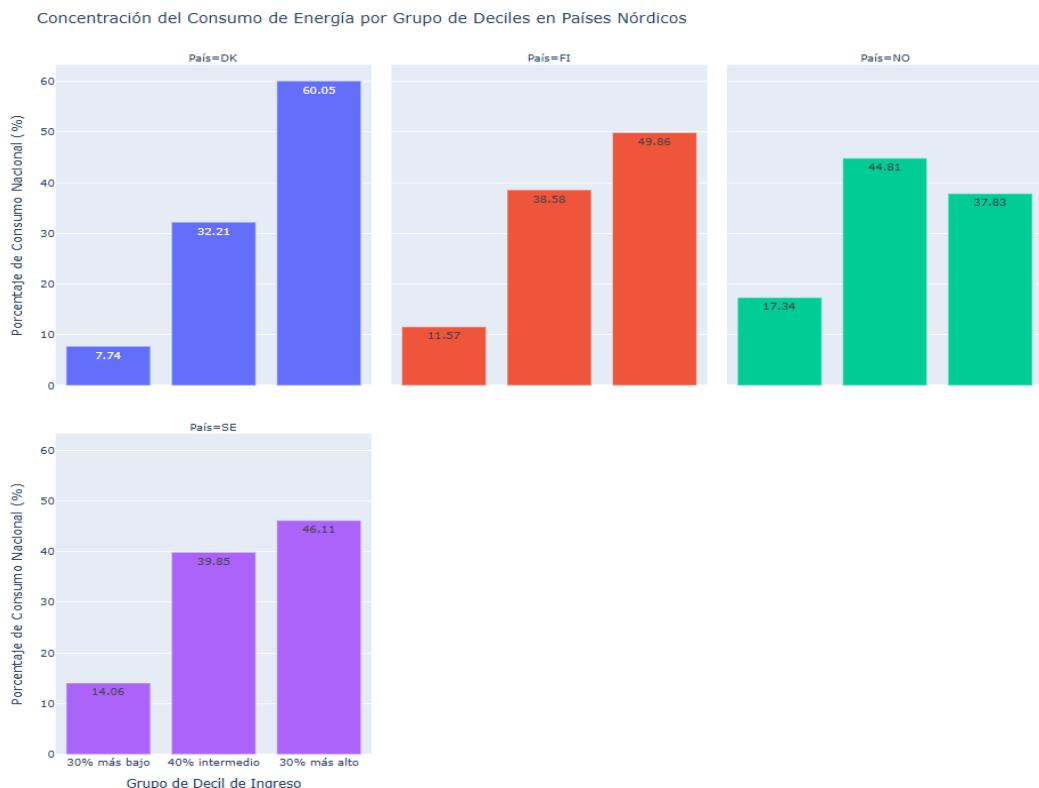


Fuente: Elaboración propia 2025 con información procesada en Python.

Individualmente, el 10% de los hogares ricos alcanzan un consumo máximo de un 23.8 a 26.7%. Excepto en Alemania y Holanda donde alcanza un 33.3% y 32% respectivamente del consumo nacional, de los 4 sectores bajos ninguno supera el 6%, pero que, a diferencia de las otras regiones hay una aplanamiento entre sectores medios a altos en Austria, Irlanda, Francia y Luxemburgo, no así para Holanda o Alemania, (gráfico 46, anexos 5)

Por último, los países nórdicos presentan la mejor distribución del consumo final de energía eléctrica. A pesar de que existen diferencias marcadas entre sectores altos y bajos, hay un mayor reparto del uso de la electricidad entre los sectores altos e intermedios con cifras que rondan el 40%, a pesar de que los 30% de hogares más pobres apenas superan el 10% (Finlandia), el 14% (Suecia) o alcanza cerca del 17% en Noruega. En Noruega, es el único país donde el consumo colectivo de los hogares medios es mayor que en el resto de los otros sectores con un 44.68%, como se observa en el siguiente gráfico:

Gráfico 14. Concentración del consumo en los países nórdicos.



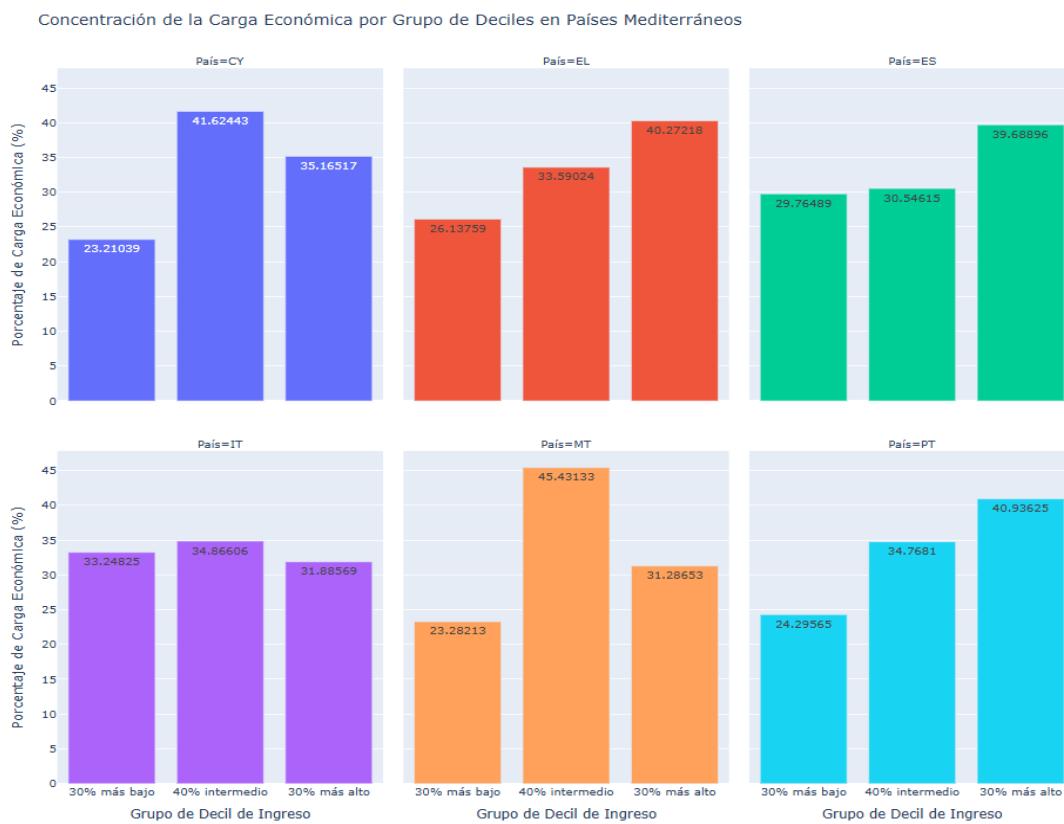
Fuente: Elaboración propia 2025 con información procesada en Python.

4.2.3.- Análisis de la concentración de la carga económica por niveles socioeconómicos.

En cuanto a la concentración de la carga económica, se puede observar tres tendencias: una concentración de la carga económica total distribuida entre los distintos sectores socioeconómicos, un incremento del gasto eléctrico en las clases medias o en las clases altas. Por otro lado, el comportamiento de las tendencias pueden exponer las brechas más estrechas o más amplias en sectores puntuales.

Una tendencia generalizada en el mediterráneo es la reducción de la carga económica de los sectores intermedios y levemente de los inferiores, excepto para países como Malta o Chipre. La disminución de la carga es ocasionada por la concentración en los sectores superiores o a veces combinado con un reparto igualitario con los inferiores (España e Italia), como se detalla en el próximo gráfico:

Gráfico 15. Concentración de la carga económica en los países del mediterráneo.

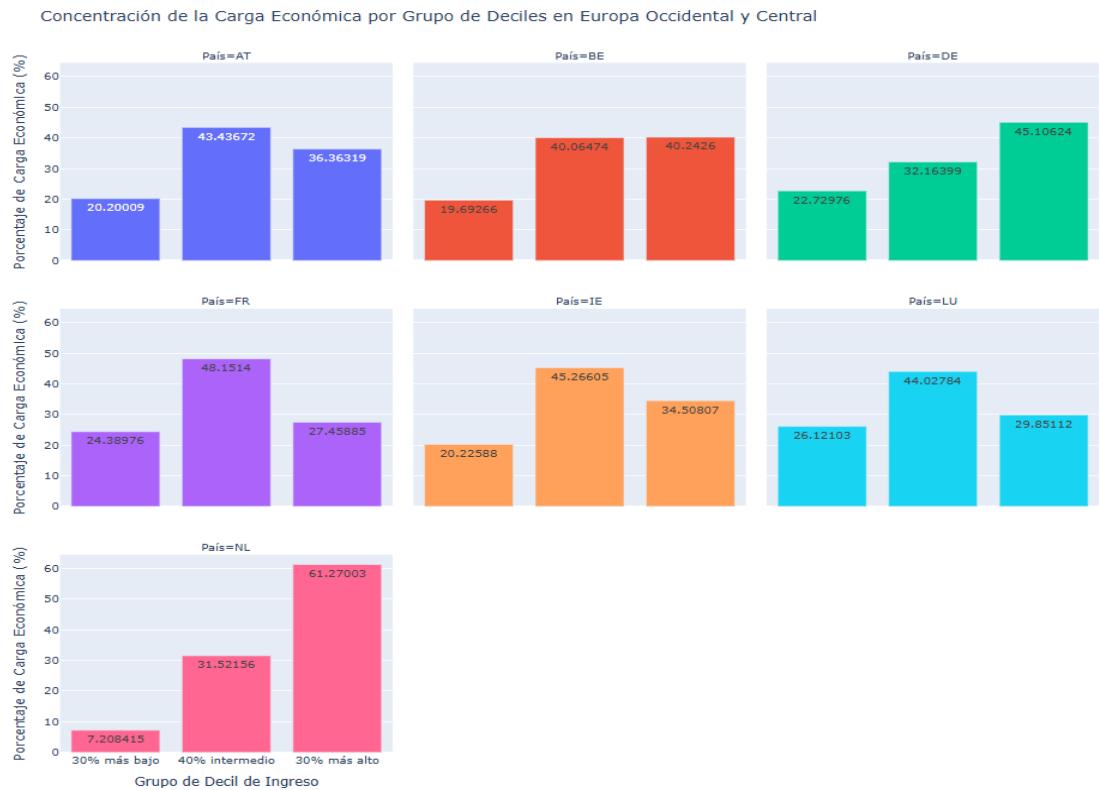


Fuente: Elaboración propia 2025 con información procesada en Python.

La concentración en los niveles inferiores y superiores reduce al menos un 5% la carga económica del 40% de los hogares medios. En otras palabras, los sectores intermedios se ven reducidas la carga a expensas de las clases superiores en Grecia y Portugal o repartiendo proporcionalmente al tamaño de los hogares la misma carga en estratos bajos (España e Italia) o medios (Chipre o Malta).

En el caso de Europa Occidental, con excepción de Holanda y Alemania donde los tres últimos estratos socioeconómicos concentran 61% y 45% respectivamente, hay una mayor carga económica entre el 40% de sectores intermedios. En Francia la carga es significativa con un 48%, en Irlanda con un 45%, en Luxemburgo con 44%, en Austria con un 43%, y en Bélgica con un 41%, como se aprecia en el gráfico siguiente:

Gráfico 16. Concentración de la carga económica en Europa occidental.

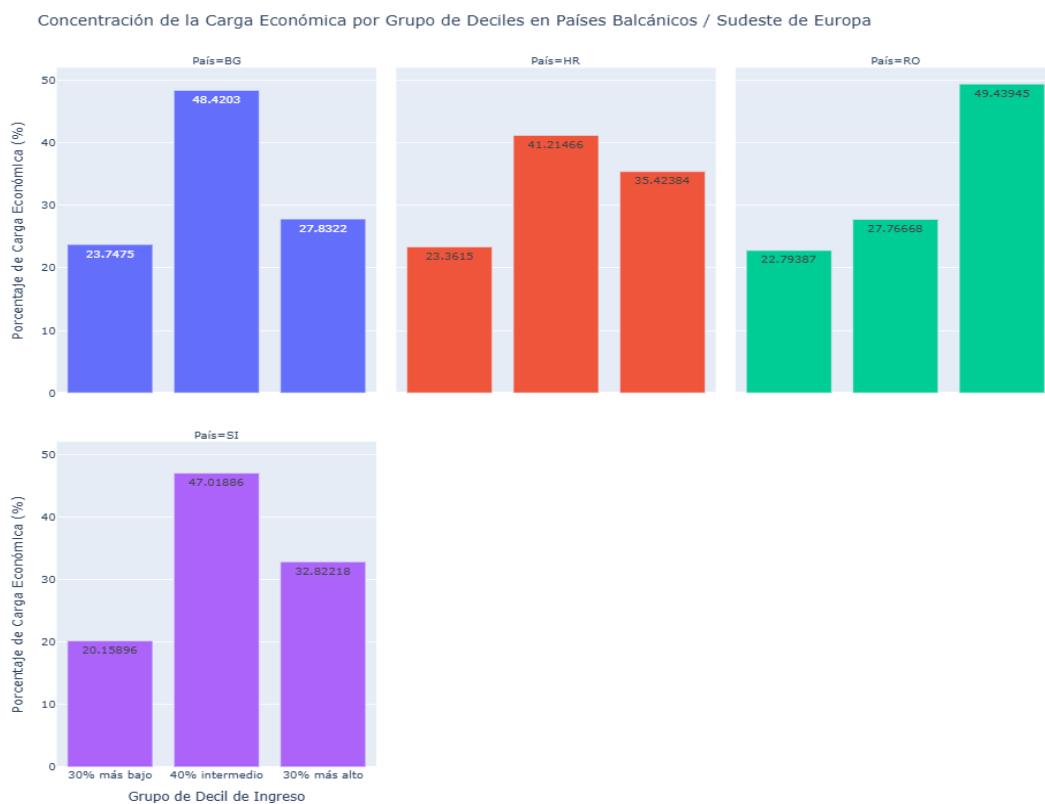


Fuente: Elaboración propia 2025 con información procesada en Python.

Las brechas suelen ser más aplanadas en los diferentes sectores de la sociedad y el gasto colectivo de las clases intermedias cargan con la reducción a menos del 25% de las clases bajas, menos en Luxemburgo con un 26% y menos del 40% en las clases superiores.

Con la misma tendencia, pero más acentuada, en los países de Europa occidental, en el Sudeste de Europa la carga económica se concentra con una tendencia descendente de los sectores intermedios a los altos, excepto para Rumania con mayor densidad en los últimos tres deciles (50%), como se detalla en el gráfico a continuación:

Gráfico 17. Concentración de la carga económica en Sudeste de Europa.



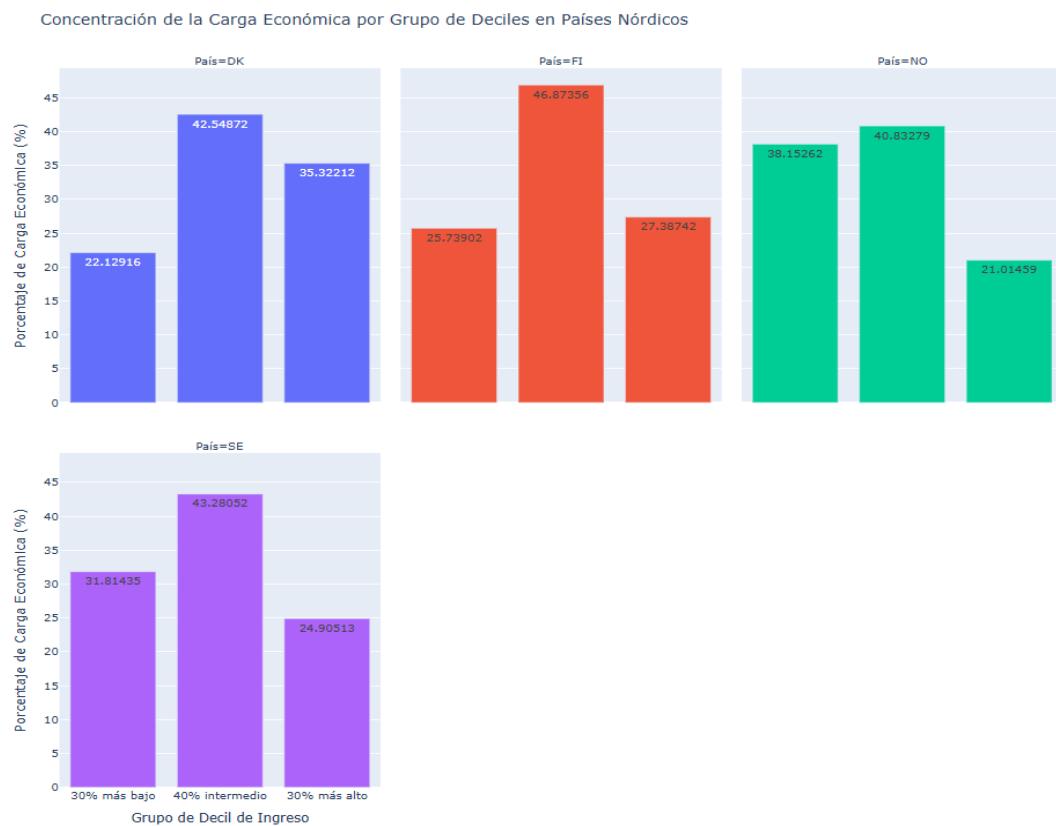
Fuente: Elaboración propia 2025 con información procesada en Python.

Esa concentración en los sectores medios permite que en el 30% de las casas de los sectores bajos no logren más del 23% en todos los países; y por supuesto en Rumania (22%) que a expensas de las clases altas, hay una reducción de la carga eléctrica en los sectores intermedios con 28% en Rumania.

En estos países, exceptuando los casos de Rumania, las brechas no suelen ser tan significativas entre sectores intermedios y altos, aunque si, comparados con los sectores más bajos.

En los países nórdicos, hay cuatro tendencias: una concentración de la carga económica en los sectores inferiores y medios con 38 y 40% en Noruega, 31 y 43% en Suecia, una concentración en sectores medios y altos con 43 y 35% en Dinamarca o una concentración en sectores intermedios con 47% en Finlandia, como se deduce de el gráfico a continuación:

Gráfico 18. Concentración de la carga económica en los países nórdicos.

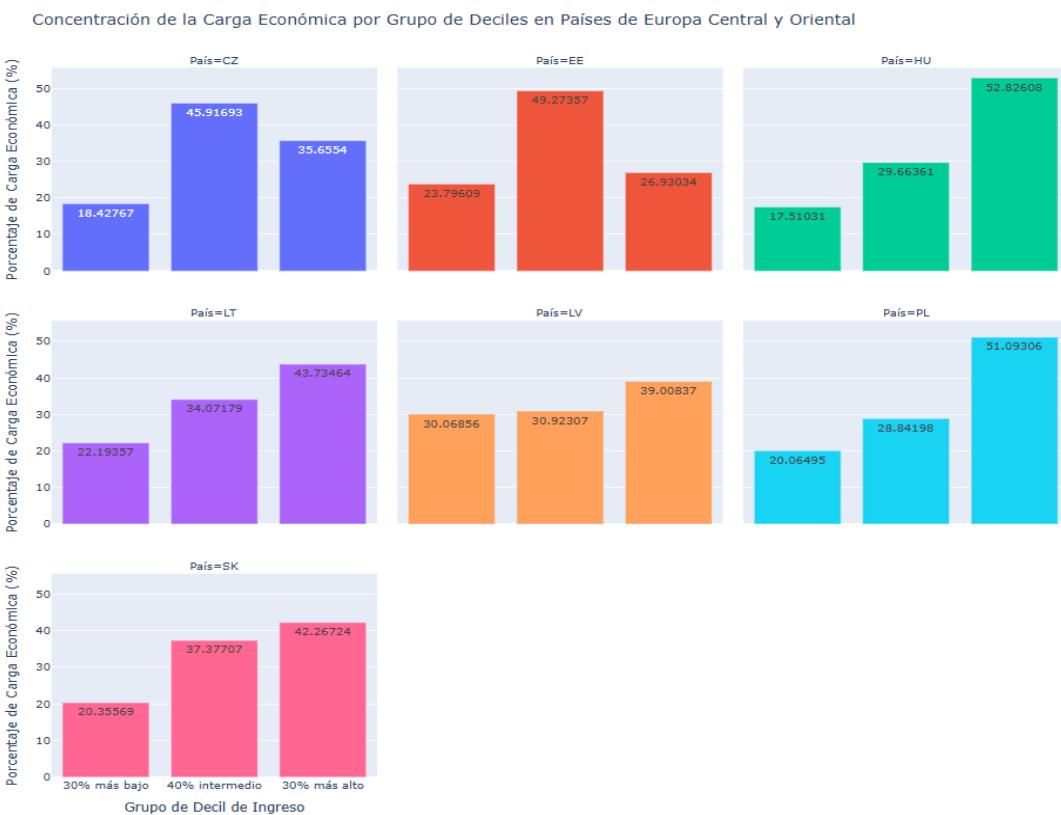


Fuente: Elaboración propia 2025 con información procesada en Python.

Con brechas mucho más aplanadas, esta distribución colectiva de la carga económica reduce el gasto eléctrico en las clases altas donde el 30% de los hogares más ricos no llegan al 30%, excepto en Dinamarca. El 30% de los hogares más pobres solo son beneficiados en Finlandia a expensas de la clase media o en una combinación con las clases altas como en Dinamarca.

En los países del oriente de Europa, la concentración del gasto de electricidad en los sectores altos o medios (como es el caso de República Checa 46% y Estonia 50%) adelgaza el gasto en electricidad en el 30% de los hogares inferiores hasta un 24%, excepto en Letonia con un 30% (donde el aumento a un 10% en clases altas reducen un 10% el gasto en las zonas medias).

Gráfico 19. Concentración de la carga económica en Europa oriental.



Fuente: Elaboración propia 2025 con información procesada en Python.

El hallazgo en esta sección es clave: la pobreza energética no responde solo a la falta de ingresos extremos, sino también a cómo se distribuye el gasto eléctrico entre clases medias, bajas y altas.

5.- Conclusión y discusión del proyecto de investigación

Hay importantes hallazgos que considerar:

1) A simple vista el porcentaje de hogares con impago de facturas o con condiciones inadecuadas para mantener una vivienda caliente no suelen ser cifras muy relevantes, pero el desglose proporcional de los hogares por la situación del ingreso muestran otros resultados. Al considerar separadamente los hogares con su relación con la mediana del ingreso las brechas suelen ser significativas, duplicando o triplicando al sector más acomodado.

En cuanto al impago de facturas el porcentaje de hogares supera el 8%, excepto por Bélgica, Holanda, Suecia, Noruega o Malta, en el caso de la privación material, solamente en Noruega, Suecia, Finlandia y Luxemburgo se mantienen por debajo del 8%.

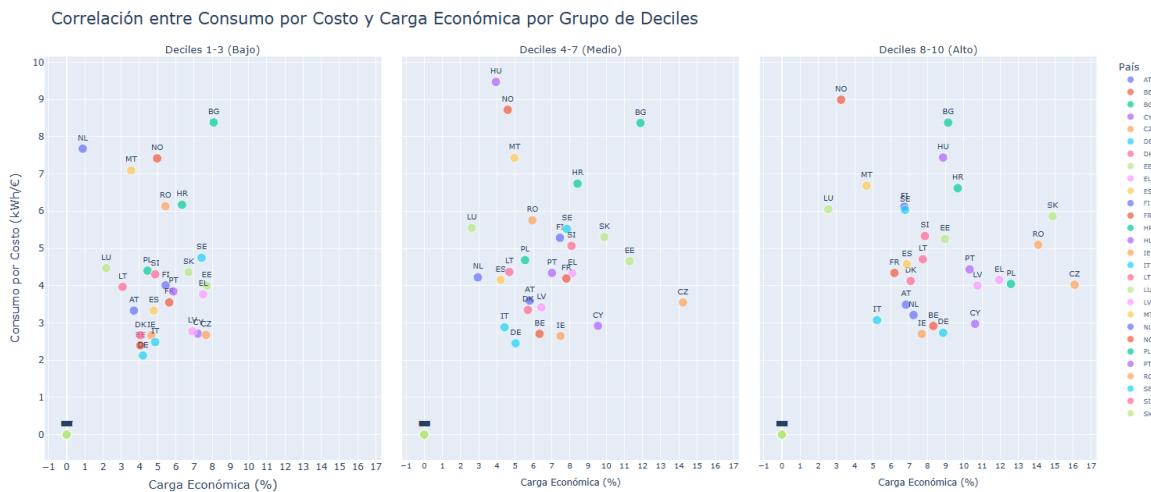
2) Atendiendo la carga económica individual de los hogares, el promedio no revela gran preocupación, solamente entre los países del sudeste de Europa, Chipre, Grecia, República Checa y Eslovaquia superan el 8%. Asimismo, en cuanto al porcentaje de hogares con menores ingresos en muy pocos casos superan el umbral de 10% establecido como indicador.

No obstante, la carga económica de los hogares por sí solo nos pueden crear algunos espejismos que son necesarios despejar. La carga económica de la energía eléctrica muestra gasto bajo de los ingresos disponibles, mientras que el indicador (consumo de kwh por costo revela que esos ingresos son bajos en relación al consumo por unidad).

3) Al considerar el indicador relativo entre el costo de la unidad consumida de acuerdo a los ingresos percibidos de cada sector socioeconómico, vemos que los sectores inferiores tienen mayor presión financiera doméstica por el gasto de la unidad kwh con respecto a su carga económica. Y, contrariamente, a pesar de que la carga económica aumenta en sectores superiores, el gasto por unidad de consumo relativa a sus ingresos suele ser menor, e inversamente.

Un valor alto significa que se consigue mucha energía por cada euro invertido, lo que sugiere que el precio de la electricidad es bajo en relación con el consumo. Por el contrario, un valor bajo indica que gastar muchos euros para obtener poca energía, lo que se traduce en un precio de la electricidad alto o una carga económica mayor. De manera que, cómo se puede observar en el siguiente gráfico, el aumento de la carga económica representada en el eje X disminuye el consumo por costo:

Gráfico 21. Relación entre la eficiencia económica y la carga económica.



Fuente: Elaboración propia 2025 con información procesada en Python.

La eficiencia económica nos viene a reforzar esta indicación: los hogares tienden a pagar más por unidades de kWh mientras se ubican en sectores más desfavorecidos. Hay ingresos bajos en relación al costo del consumo de electricidad mientras más descienden entre los hogares inferiores económicamente.

4) Otro de los hallazgos nos indica que las tendencias generales de la concentración de la carga económica suelen ser desproporcionadas socialmente. En muchos casos la concentración de la carga económica no consigue repartir proporcionalmente el gasto de electricidad según las circunstancias financieras o de consumo de los niveles socioeconómicos.

El aflojamiento de la presión sobre las clases medias en el mediterráneo, occidente u oriente de Europa se hace a costa de las clases inferiores que en muchos casos soportan más o igual carga económica teniendo menos ingresos. El mismo problema ocurre en algunos casos en que hay un incremento

significativo de la carga en las clases medias en beneficios de las clases inferiores y superiores.

Solamente en circunstancias particulares, la densidad del gasto eléctrico de las clases superiores suele beneficiar al resto de los estratos como ocurre en Holanda.

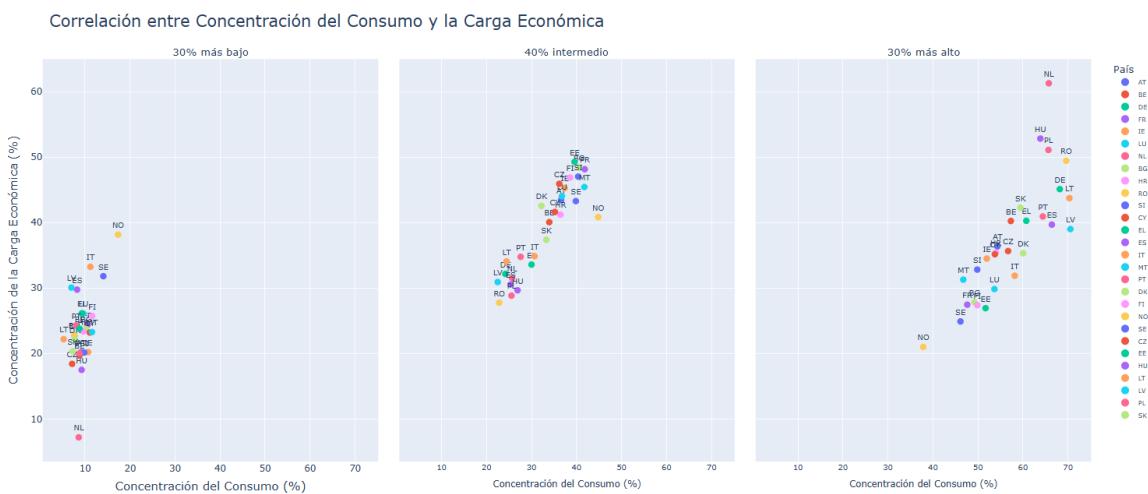
5) Otro indicio de la desigualdad energética se aprecia en la densidad de consumo correspondiente a cada estrato. El beneficio en el uso de la energía doméstica es desproporcionadamente mayor en clases superiores. En todos los países, el consumo del 30% de los hogares de sectores bajos no alcanzan el 10% del total (excepto en Noruega, Suecia y Finlandia) mientras que el 30% de los hogares superiores supera el 45% (excluyendo a Noruega).

La tendencia ascendente con respecto al consumo y los estratos socioeconómicos expone una considerable desigualdad en el uso y consumo de la energía eléctrica, con brechas significativas en los deciles más pudientes con respecto al resto de los estratos, excepto en los países nórdicos.

6) Considerando la baja carga económica en los sectores bajos y la concentración de consumo en estratos superiores se evidencian importantes indicios de una desigualdad energética. La distribución de la carga social del gasto eléctrico no se corresponde con la densidad del consumo en los países. El 30% de los hogares bajos no consumen el 10% de la electricidad residencial pero cargan con el 30% del gasto. Excepto en Noruega, las clases medias también cargan económicamente más de lo que consumen. Inversamente, en los hogares en estratos altos la carga económica suele ser baja según el consumo colectivo.

En efecto, el gráfico a continuación nos expone como la concentración del consumo es desproporcionado comparado con la concentración de la carga económica en el eje Y en cada uno de los segmentos domésticos, beneficiando progresivamente la ascendencia en sectores socioeconómicos:

Gráfico 21. Relación entre la concentración del consumo y la carga económica.



Fuente: Elaboración propia 2025 con información procesada en Python.

La discusión de estos hallazgos nos permiten concluir que, a) proporcionalmente conforme se avanza en estratos superiores la carga colectiva disminuye y el consumo aumenta, b) la pertenencia a los niveles de ingresos permiten beneficiarse de una mayor cantidad de energía sin que represente una carga económica considerable individual y socialmente, c) asimismo, la ubicación social en esos segmentos facilitan disponer de mayores ingresos por unidad de energía consumida, y, por ende, d) este comportamiento restrictivo de las clases bajas y abierto de las altas perpetúan los desequilibrios en el uso de la electricidad.

El develamiento del comportamiento socio-energético individual de los hogares en los países europeos podrían exponer algunas consecuencias no intencionales, casi imperceptibles, propiciadas involuntariamente por las políticas energéticas.

Las prioridades de la rehabilitación de equipamiento y de las viviendas no han sido satisfechas especialmente entre los más necesitados como se expone en las dimensiones materiales del indicador de incapacidad de climatización de los hogares o con el retraso de facturas alcanza un gran porcentaje entre los hogares más pobres (véase p. 16).

Por otro lado, aunque las políticas de ayudas directas descargan el peso del gasto energético de los segmentos más bajos. Además, aunque la carga económica de los hogares individualmente sea menor en los estratos más bajos, el gasto de consumo por costo muestra mayor asequibilidad relativa según los segmentos socioeconómicos superiores, como se expone en la dimensión económica (véase p. 16).

Observando las dimensiones sociales, las ayudas resultan limitadas o se están destinando sin criterios ni cuotas de distribución del gasto colectivo del consumo energético. En efecto, aunque individualmente no se aprecia el peso del gasto energético, colectivamente los más pobres no solo consumen muchísimo menos energía sino que pagan proporcionalmente más de lo consumido (véase p. 16).

De acuerdo con su investigación, las políticas energéticas, aunque bien intencionadas, pueden generar efectos colaterales no deseados, exacerbando las desigualdades socio-energéticas. Estas disparidades no son inocuas y tienen un impacto significativo en la vida de los hogares, especialmente en los más vulnerables. Principalmente, porque la mayoría de la prestación de los bienes y servicios requieren del desarrollo de infraestructura tecnológica y digital. De modo que, las limitaciones en el uso y la provisión energética mantienen al margen de la oferta creciente de los bienes y servicios a los más vulnerables.

6.- Referencias Bibliográficas

Banco Mundial. (2024). Banco Mundial Informe Anual 2024: Un Banco Mejor Para Un Mundo Mejor. Banco Mundial.

Beltrán-Velamazán, Carlos., Gómez-Gil, Miguel., López-Mesa, Boris., Monzón-Chavarrías, Miguel., & González, Fernando. (2023). Comparison of frameworks for the assessment of decarbonisation of European national building stocks. *Environmental and Climate Technologies*, 27(1), 506-515.

Boardman, Brenda. (1991). Fuel poverty is different. *Policy Studies*, 12(4), 30–41.
<https://doi.org/10.1080/01442879108423600>

Bonatz, Jörg., Kahl, Julia., Kretschmer, Julian., et al. (2024). Evaluating energy poverty in the EU countries. *Energy Economics*, 140, 108020.
<https://doi.org/10.1016/j.eneco.2024.108020>

Bouzarovski, Stefan. (2014). Energy poverty in the European Union: Landscapes of vulnerability. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Energy and Environment*.
<https://doi.org/10.1002/wene.89>

Bouzarovski, Stefan., & Petrova, Saska. (2015). A global perspective on domestic energy deprivation: Overcoming the energy poverty-fuel poverty binary. *Energy Research & Social Science*, 10, 31-40. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2015.06.007>

Comisión Europea, Eurostat. (s. f.). Estadísticas de energía. Recuperado 3 de septiembre de 2025, de <https://ec.europa.eu/eurostat/web/energy-statistics/data>

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2021). Panorama Social de América Latina, 2021. CEPAL.

Comité Económico y Social Europeo (EESC). (2023). EESC opinion on a European industrial policy for resource and energy-intensive industries. EUR-Lex.

Delair, Maxime., Pellerin-Carlin, Thomas., & Vinois, Jean-Arnold. (2021). Policy Paper No. 270, Septembre 2021. La transition énergétique allemande – Bilan de 20 ans de choix politiques. Institut Jacques Delors.

EAPN. (2024). EU 2024 Poverty Watch Report: The Poverty Situation of the European Union, its Member States, and its Member States' National Action Plans for Social Inclusion. Recuperado de <https://www.eapn.eu/wp-content/uploads/2025/04/eapn-EU-2024-PovertyWatchReport-6131.pdf>

Eurostat. (2024). Indicadores de intensidad de energía primaria. Recuperado de https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/t2020_rn110/default/table?lang=en

Eurostat. (2024). Statistics on Income and Living Conditions (EU-SILC) database. Recuperado de <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-datasets/bulk-download>

Eurostat. (2023). Overlaps in energy poverty indicators. Statistics Explained. Recuperado de https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Overlaps_in_energy_poverty_indicators

Google. (2025). Flash (Versión 2.5) [Modelo de lenguaje]. Recuperado de <https://gemini.google.com/>

Halkos, George., & Gkampoura, Despoina. (2024). Energy affordability across and within 26 European countries: Insights into the prevalence and depth of problems using microeconomic data. *Energy Economics*, 127(Parte A), 107044. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2023.107044>

Harris, Charles R., Millman, K. Jarrod., van der Walt, Stefan J., Gommers, Ralf., Virtanen, Pauli., Cournapeau, David., ... & Oliphant, Travis E. (2020). Array programming with NumPy. *Nature*, 585(7825), 357-362. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2649-2>

Healy, Jonathan., & Clinch, J. Peter. (2002). Fuel poverty in Europe: A cross-country analysis using a new composite measurement (ESRS 02/04). Department of Environmental Studies, University College Dublin.

Hunter, John D. (2007). Matplotlib: A 2D graphics environment. *Computing in Science & Engineering*, 9(3), 90-95. <https://doi.org/10.1109/MCSE.2007.55>

IEA, IRENA, UNSD, World Bank, WHO. (2020). Tracking SDG 7: The Energy Progress Report 2020. World Bank, Washington DC.

IEA. (2023). World Energy Outlook 2023. IEA, Paris.

Joint Research Centre (JRC). (2024, 25 de septiembre). Who's energy poor in the EU? It's more complex than it seems. Comisión Europea.

Jové-Llopis, Eduard., & Trujillo-Baute, Eva. (2024). Escaping the Energy Poverty Trap: Policy Assessment. *Environ Resource Econ*, 87, 3335–3355. <https://doi.org/10.1007/s10640-024-00918-2>

Kiamba, Leah., Rodrigues, Luis., Marsh, Jonathan., Naghiyev, Eldar., Sumner, Marcus., Empringham, Luke., De Lillo, Lorenzo., & Gillott, Mark. (2022). Socio-Economic Benefits in Community Energy Structures. *Sustainability*, 14(3), 1890. <https://doi.org/10.3390/su14031890>

López-González, Luis M., & Pérez-Fargallo, Alexis. (2020). Energy poverty indicators in Latin America: A critical review. *Energy Policy*, 142, 111983. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111983>

Manjón, Mónica J. (2023). Energy poverty—Do energy companies care? Study results from European energy companies. *Energies*, 16(18), 6668. <https://doi.org/10.3390/en16186668>

Manjon, Mónica J., Merino, Antonio., & Cairns, Ian. (2021). Tackling energy poverty through social intrapreneurship in large-scale energy companies. *Social Enterprise Journal*. <https://doi.org/10.1108/SEJ-11-2020-0103>

Manjon, Mónica J., del Río, Pablo., & García, Guillermo. (2022). Comunidades energéticas como respuesta al problema de la pobreza energética. *Repositorio Comillas*.

Martínez Martínez, Alejandro. (2025). Analysis of different energy distribution methods and their economic and social influence in a local energy community using photovoltaic generation from 12.5 to 100 kWp. A real case study in Museros, Valencia. <https://riunet.upv.es/handle/10251/221803>

Miller, Clark A., & Richter, Jessica. (2015). Socio-energy systems design: A policy framework for energy transitions. *Energy Research & Social Science*, 6, 29-40. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2014.11.004>

Middlemiss, Lucie., & Gillard, Ross. (2015). Fuel poverty from the bottom-up: Characterising household energy vulnerability through the lived experience of the fuel poor. *Energy Research & Social Science*, 6, 146-154. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2015.02.001>

Pandas Development Team. (2020). pandas-dev/pandas: Pandas (Versión 1.0.1). Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3509134>

Pérez, Fernando., & Granger, Brian E. (2007). IPython: A System for Interactive Scientific Computing. *Computing in Science & Engineering*, 9(3), 21-29. <https://doi.org/10.1109/MCSE.2007.53>

Provost, Foster., & Fawcett, Tom. (2013). Data Science for Business: What You Need to Know about Data Mining and Data-Analytic Thinking. O'Reilly Media.

Popov, R., & Perrault, R. (2021). Energy poverty and the role of institutions: Exploring procedural energy justice – Ombudsman in focus. *Energy Research & Social Science*, 79, 102187.

Segovia Velasco, Pablo. (2015). Eficiencia energética y estructuras socioeconómicas: relación y modelo de evolución. Tesis (Doctoral), E.T.S.I. de Minas y Energía (UPM). <https://doi.org/10.20868/UPM.thesis.39779>

Simcock, Neil., Thomson, Harriet., & Petrova, Saska. (2016). Energy poverty in the European Union. European Parliament.

Smil, Vaclav. (2017). Energy and civilization: A history. The MIT Press.

Tapia Croes, R. (2025). *Estudio de la Pobreza Energética en la Unión Europea + Noruega* [Script de Jupyter]. GitHub. Recuperado de https://github.com/rodrigotapiacroes/Estudio_Pobreza_Energetica

Team, Plotly. (2015). Plotly. Plotly Technologies Inc. <https://plot.ly>

Thomson, Harriet., Bouzarovski, Stefan., & Snell, Caroline. (2017). Rethinking the measurement of energy poverty in Europe: A critical analysis of indicators and data. *Indoor + built environment : the journal of the International Society of the Built Environment*, 26(7), 879–901. <https://doi.org/10.1177/1420326X17699260>

Tirado Herrero, Sergio. (2017). Pobreza energética y vulnerabilidad social: Un estudio de caso en España (Tesis doctoral). Universidad Autónoma de Madrid.

United Nations. (2022). The Sustainable Development Goals Report 2022. Department of Economic and Social Affairs.

Waskom, Michael L. (2021). Seaborn: Statistical data visualization. *Journal of Open Source Software*, 6(60), 3021. <https://doi.org/10.21105/joss.03021>

Widuto, Agata. (2023). Energy poverty in the EU. European Parliamentary Research Service (EPRS) Briefing.

Živčič, Luka., Tkalec, Timotej., & Robić, Saša. (2016). Energy Poverty: Practical and Structural Solutions for South-East Europe. *Sociology and Anthropology*, 4(9), 789–805.

7.- Lista de Tablas

Tabla 1. Ejes de las políticas energéticas de la UE.....	17
Tabla 2. Cuadro comparativo entre las definiciones de pobreza energética.....	19
Tabla 3. Cuadro resumen de las librerías aplicadas.....	25
Tabla 4. Cuadro de identificación de los conjuntos de datos.....	28
Tabla 5. Cuadro de identificación de las características de los conjuntos de datos.....	30
Tabla 6. Resumen de la detección de valores atípicos.....	31
Tabla 6. Cuadro de indicadores del proyecto de investigación.....	34
Tabla 7. Cuadro de abreviaturas y regiones de los países de Europa.....	39

8.- Lista de Gráficos

Gráfico 1. Comparación del impago de facturas en Europa.....	41
Gráfico 2. Porcentaje de hogares con privación material en Europa.....	34
Gráfico 3. Carga económica promedio de los países de Europa.....	43
Gráfico 9. Consumo por costo de energía promedio en Europa.....	44
Gráfico 10. Concentración del consumo en países del mediterráneo.....	47
Gráfico 11. Concentración del consumo en Europa oriental.....	48
Gráfico 12. Concentración del consumo en el Sudeste de Europa.....	49
Gráfico 13. Concentración del consumo en Europa occidental.....	50
Gráfico 14. Concentración del consumo en los países nórdicos.....	51
Gráfico 15. Concentración de la carga económica en los países del mediterráneo.....	52
Gráfico 16. Concentración de la carga económica en Europa occidental.....	53
Gráfico 17. Concentración de la carga económica en Sudeste de Europa.....	54
Gráfico 18. Concentración de la carga económica en los países nórdicos.....	55
Gráfico 19. Concentración de la carga económica en Europa oriental.....	56
Gráfico 21. Relación entre la eficiencia económica y la carga económica.....	58
Gráfico 20. Relación entre la concentración del consumo y la carga económica....	60

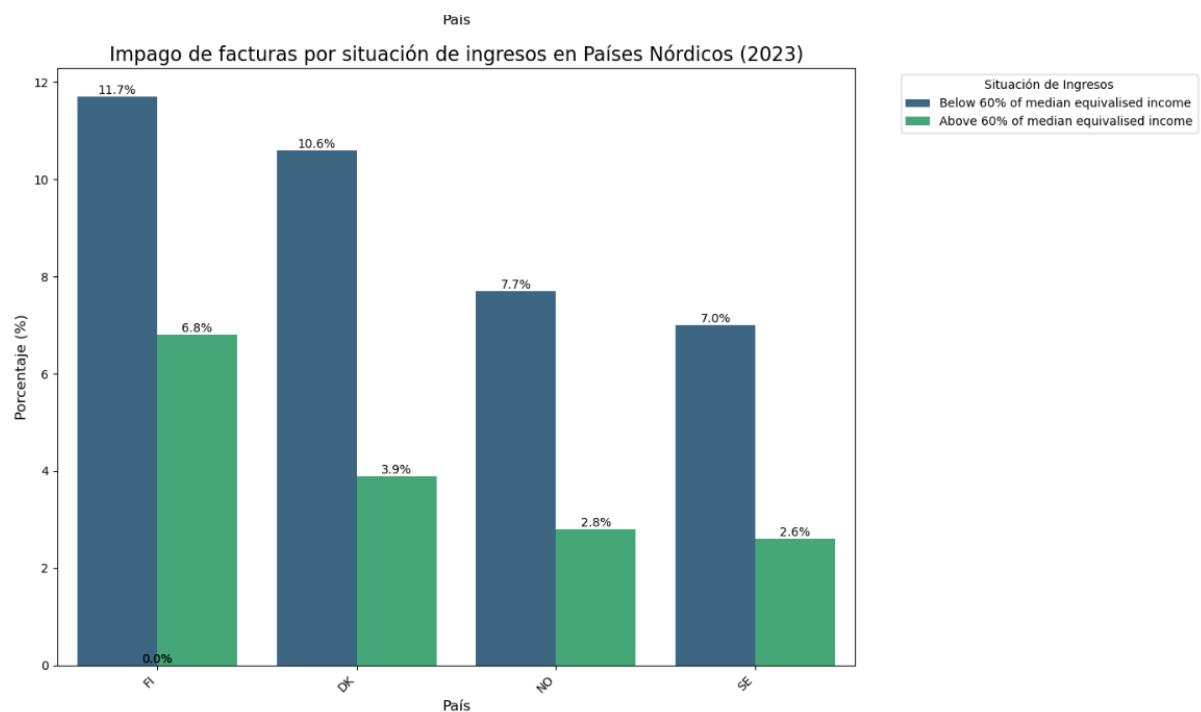
9.- Lista de Imágenes

Imagen 1. Asistente especializado en procesamiento de datos de energía en Gemini.....	26
Imagen 2. Asistente especializado en análisis de datos de energía en Gemini.....	27

10.- Anexos

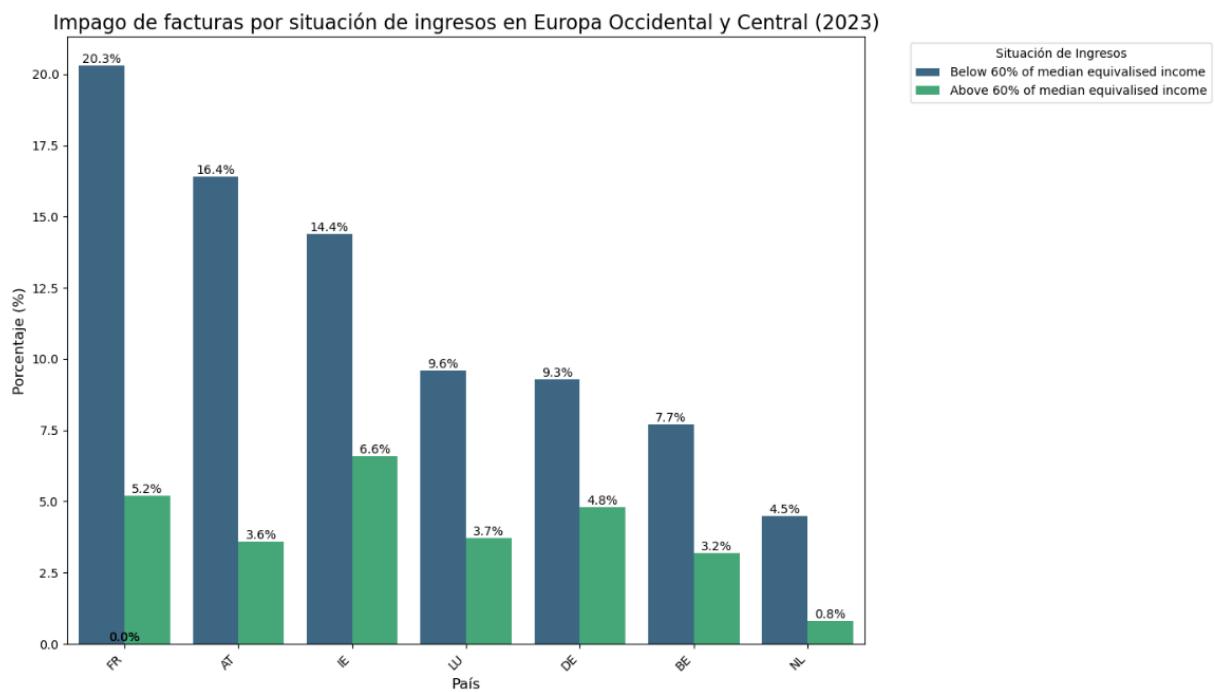
Anexos 1.- Impagos de Facturas

Gráfico 21. Porcentaje de hogares con impago de facturas por situación de ingresos en países nórdicos.



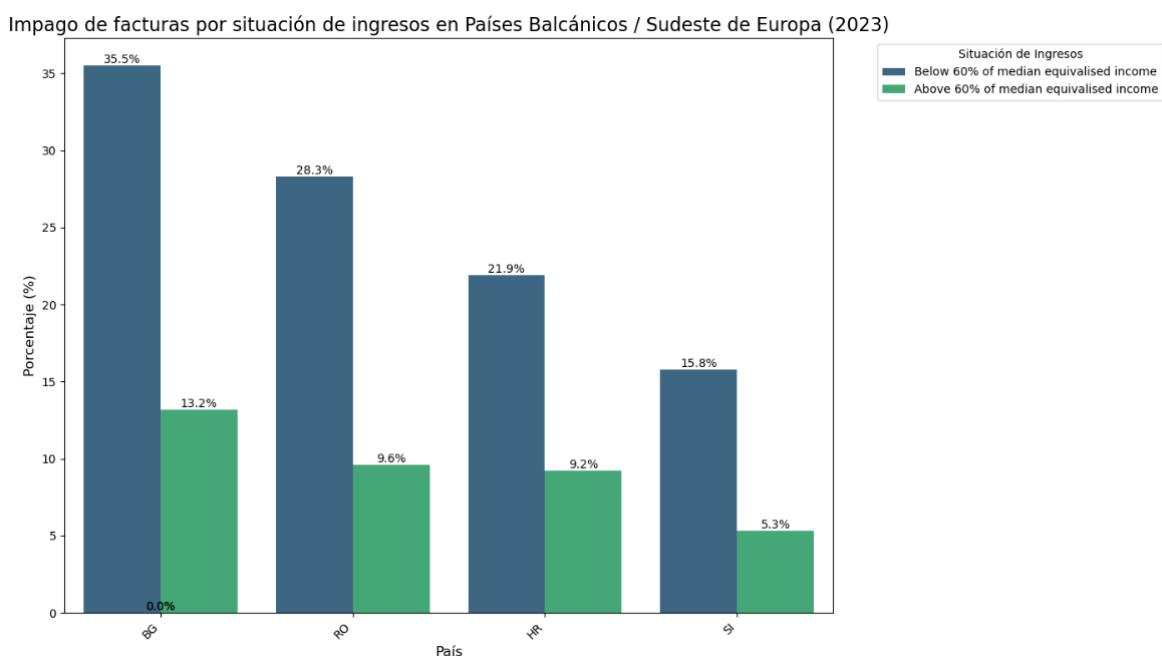
Fuente: Elaboración propia 2025 con información procesada en Python.

Gráfico 22. Porcentaje de hogares con impago de facturas por situación de ingresos en Europa Occidental.



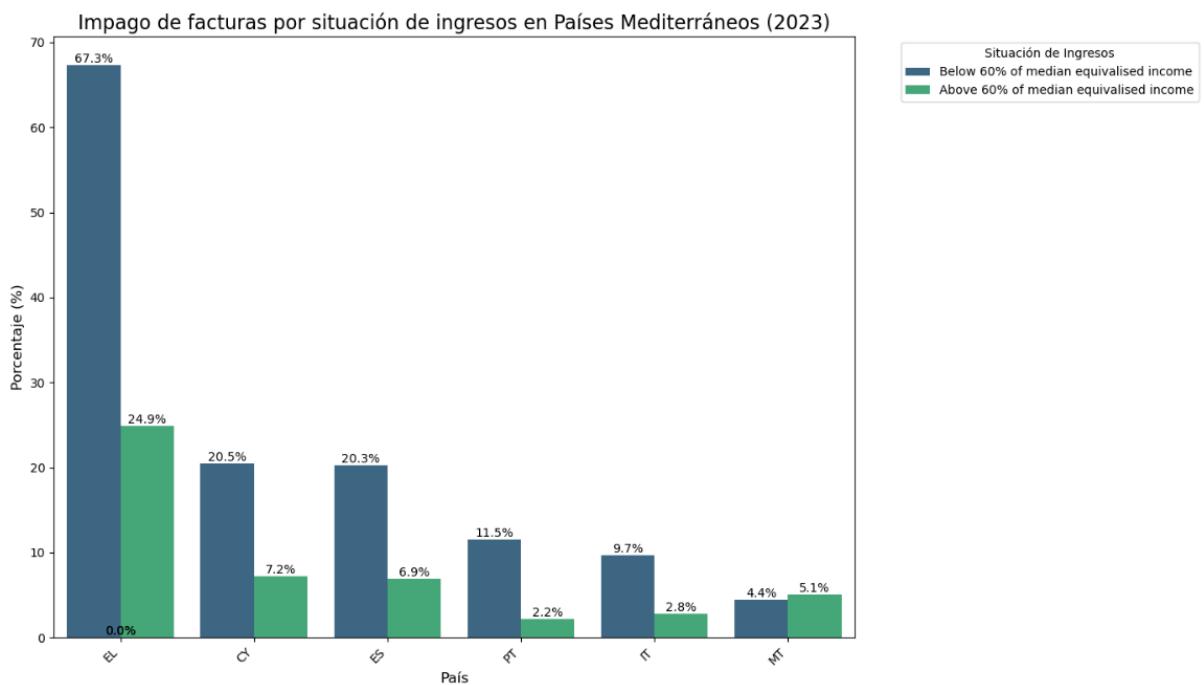
Fuente: Elaboración propia 2025 con información procesada en Python.

Gráfico 23. Porcentaje de hogares con impago de facturas por situación de ingresos en el sudeste de Europa.



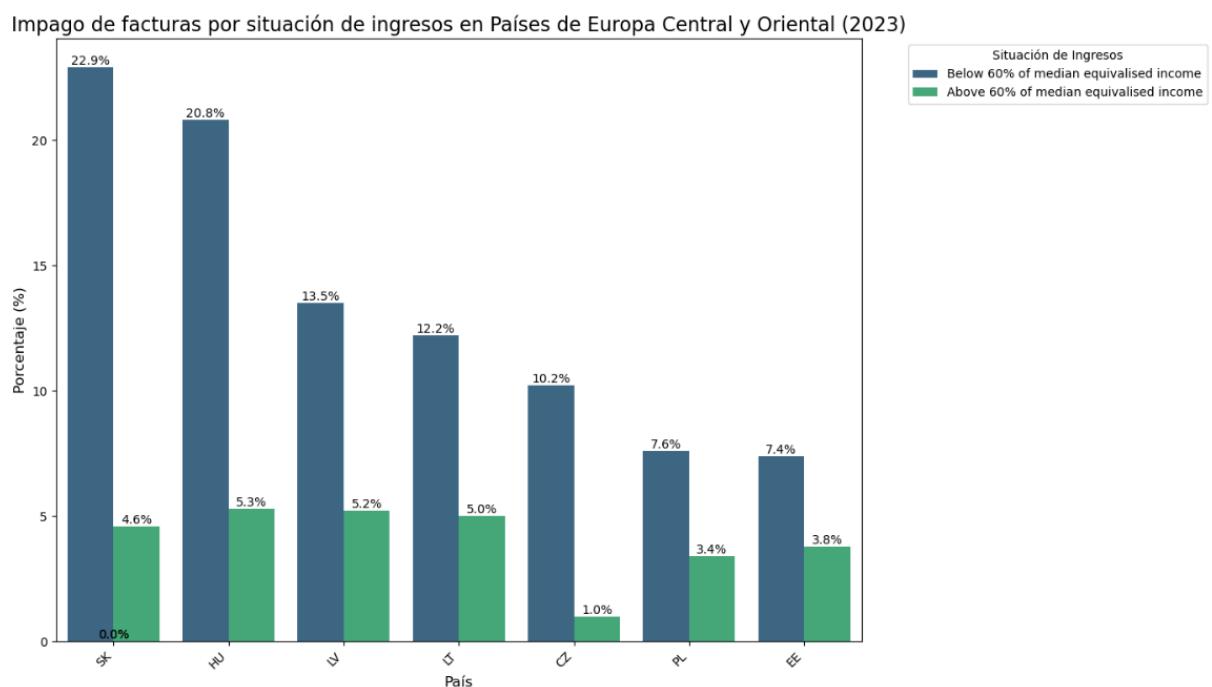
Fuente: Elaboración propia 2025 con información procesada en Python.

Gráfico 24. Porcentaje de hogares con impago de facturas por situación de ingresos en países del mediterráneo.



Fuente: Elaboración propia 2025 con información procesada en Python.

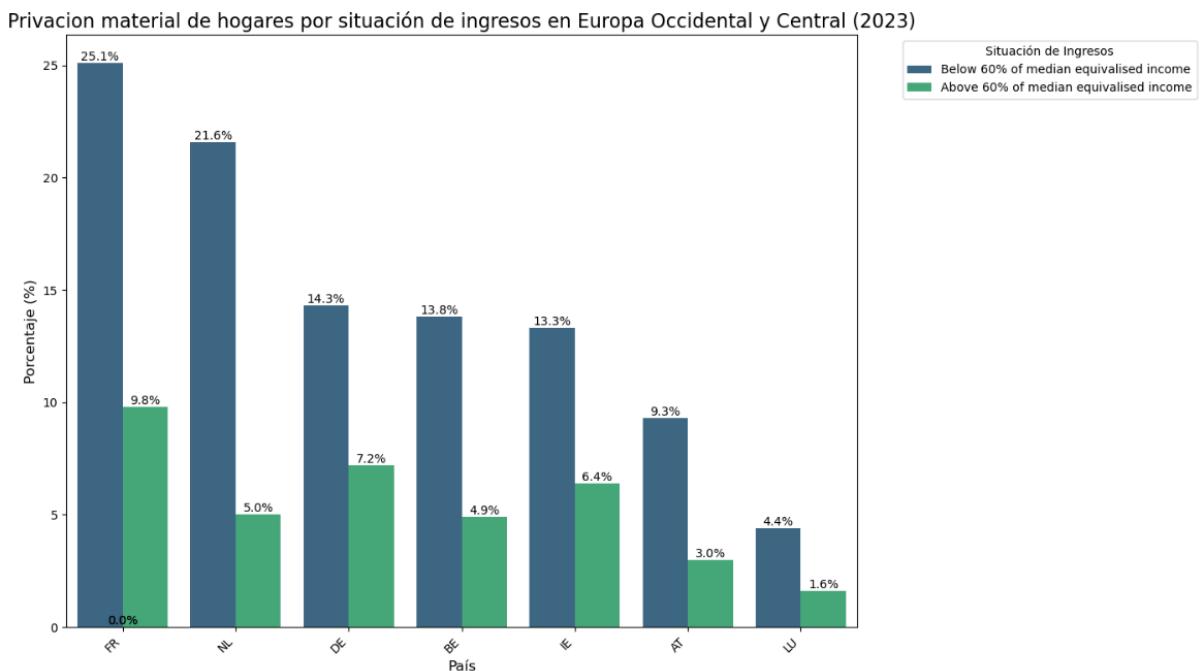
Gráfico 25. Porcentaje de hogares con impago de facturas por situación de ingresos en Europa oriental.



Fuente: Elaboración propia 2025 con información procesada en Python.

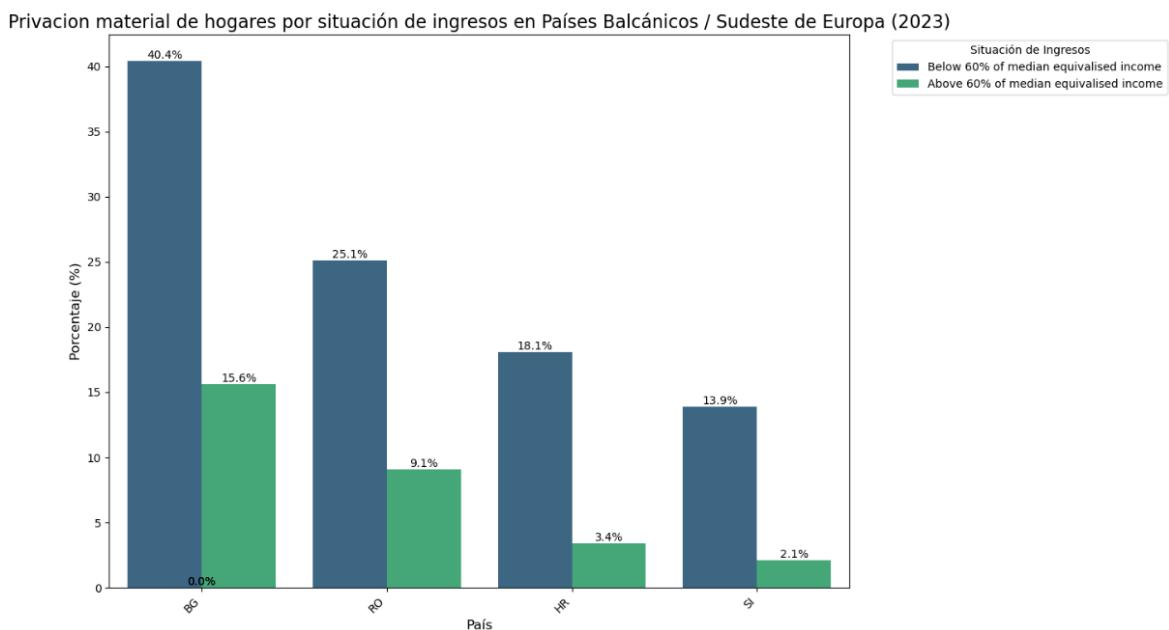
Anexos 2.- Privación material

Gráfico 26. Porcentaje de hogares con privación material por situación de ingresos en Europa occidental.



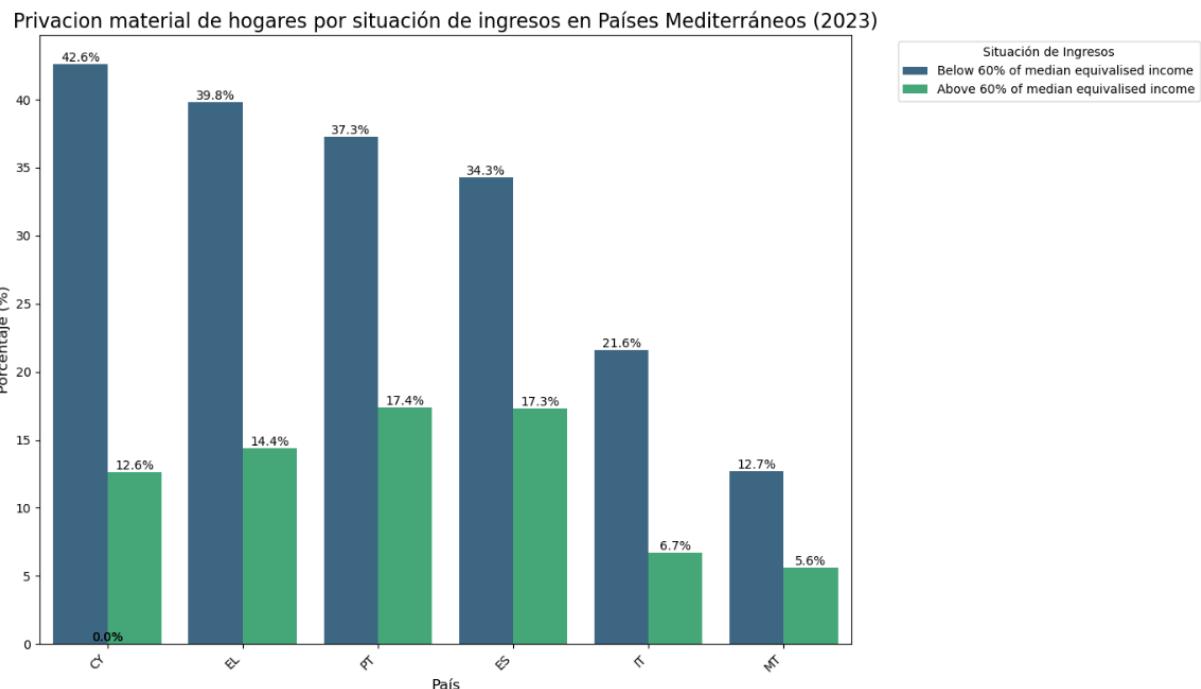
Fuente: Elaboración propia 2025 con información procesada en Python.

Gráfico 27. Porcentaje de hogares con privación material por situación de ingresos en el sudeste de Europa.



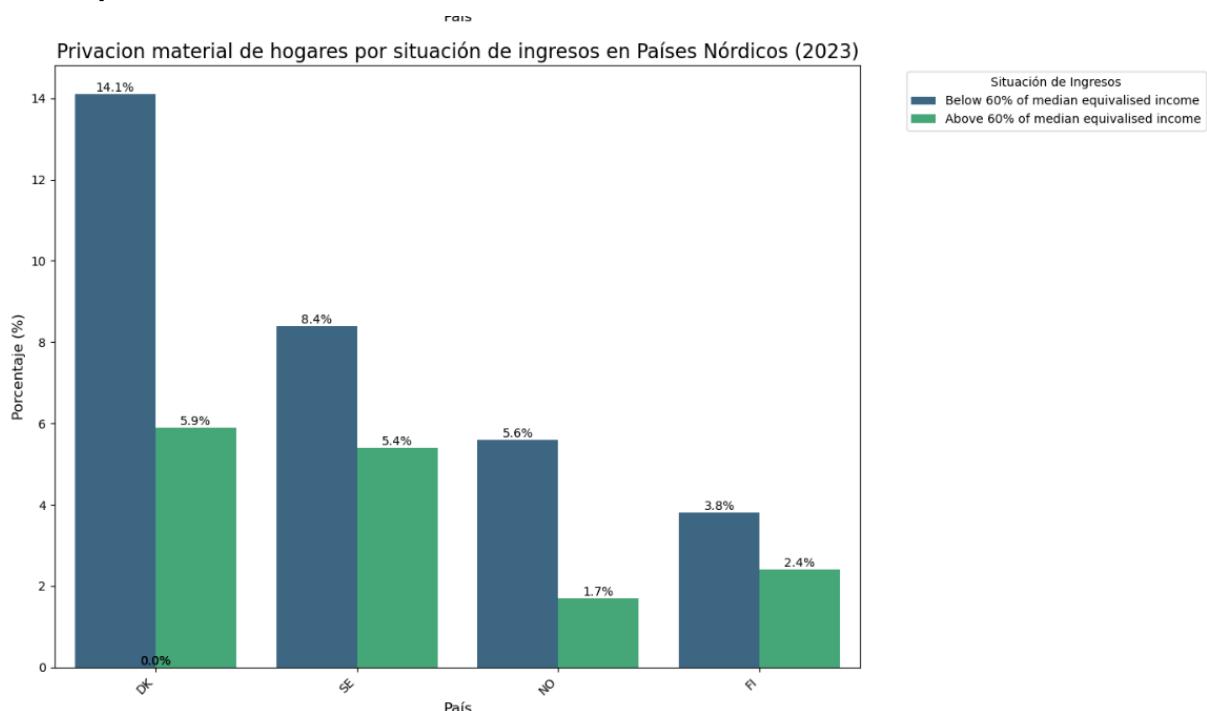
Fuente: Elaboración propia 2025 con información procesada en Python.

Gráfico 28. Porcentaje de hogares con privación material por situación de ingresos en países del mediterráneo.



Fuente: Elaboración propia 2025 con información procesada en Python.

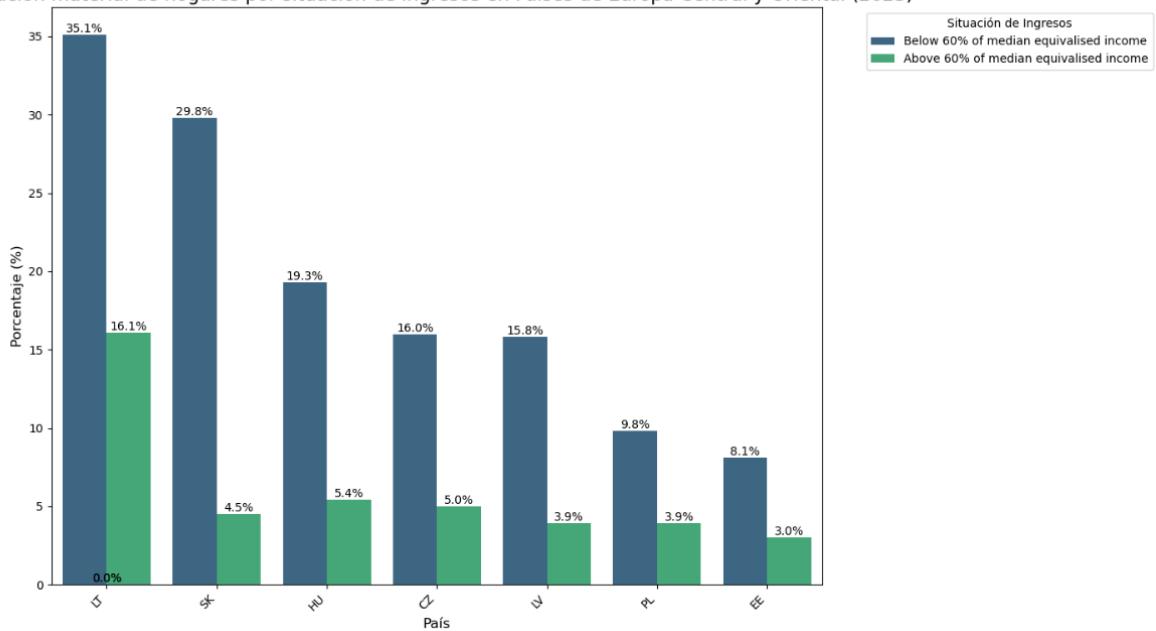
Gráfico 29. Porcentaje de hogares con privación material por situación de ingresos en los países nórdicos.



Fuente: Elaboración propia 2025 con información procesada en Python.

Gráfico 30. Porcentaje de hogares con privación material por situación de ingresos en Europa oriental.

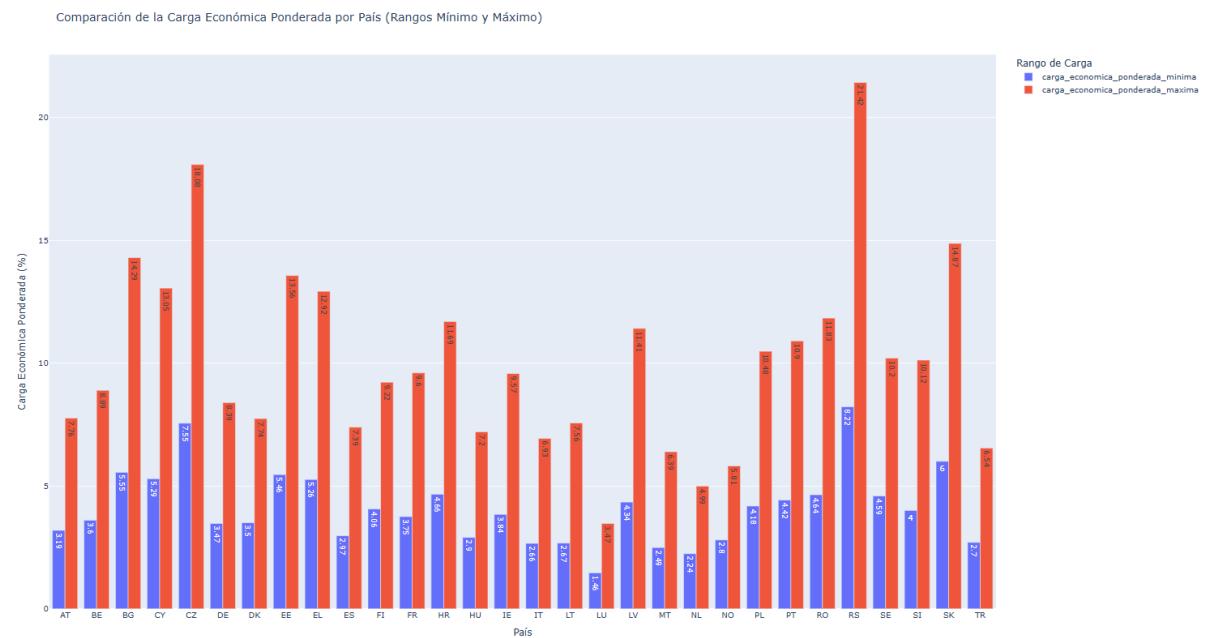
Privacion material de hogares por situación de ingresos en Países de Europa Central y Oriental (2023)



Fuente: Elaboración propia 2025 con información procesada en Python.

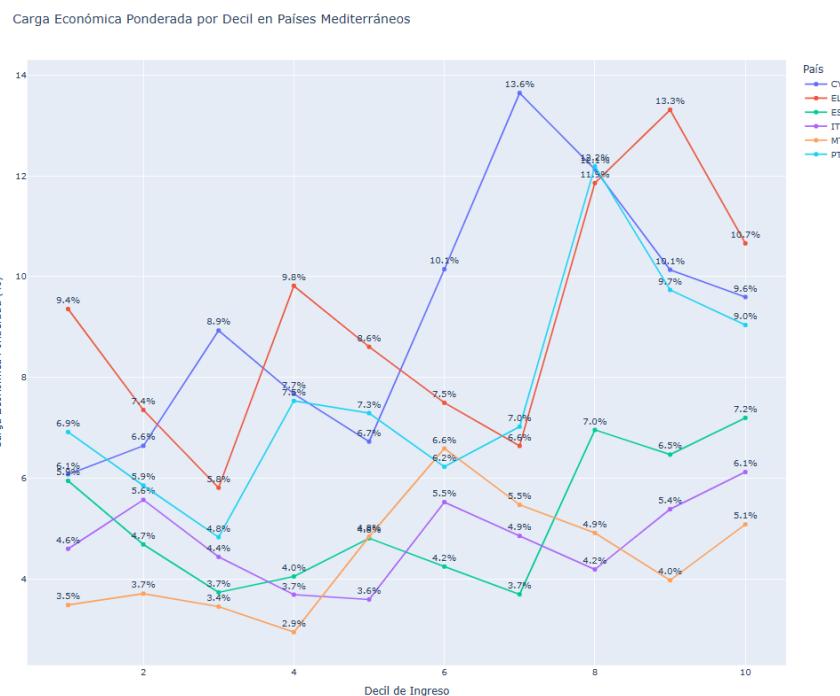
Anexos 3.- Carga económica

Gráfico 31. Rangos máximo y mínimo promedio de la carga económica en Europa.



Fuente: Elaboración propia 2025 con información procesada en Python.

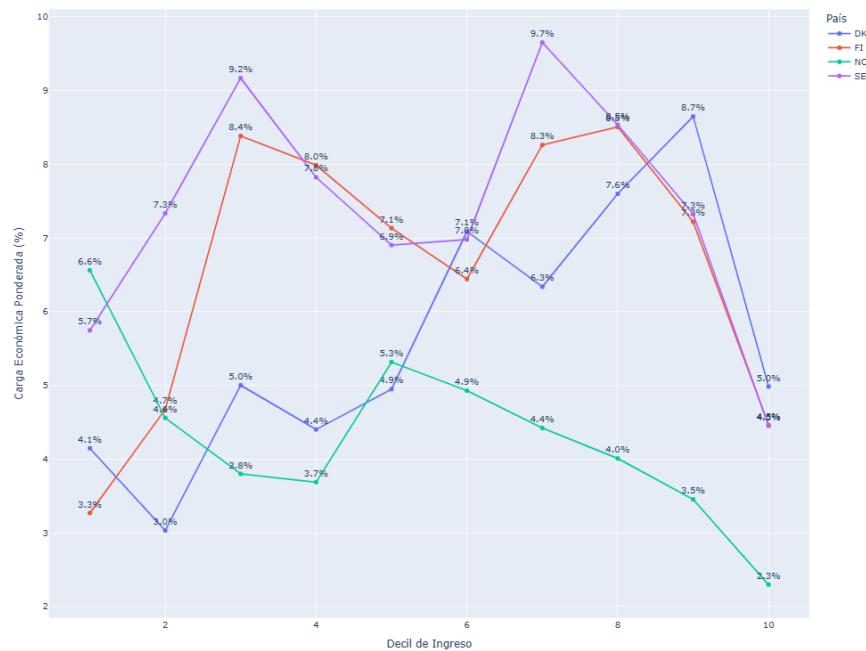
Gráfico 32. Carga económica por deciles de ingresos en los países del mediterráneo.



Fuente: Elaboración propia 2025 con información procesada en Python.

Gráfico 33. Carga económica por deciles de ingresos en los países nórdicos.

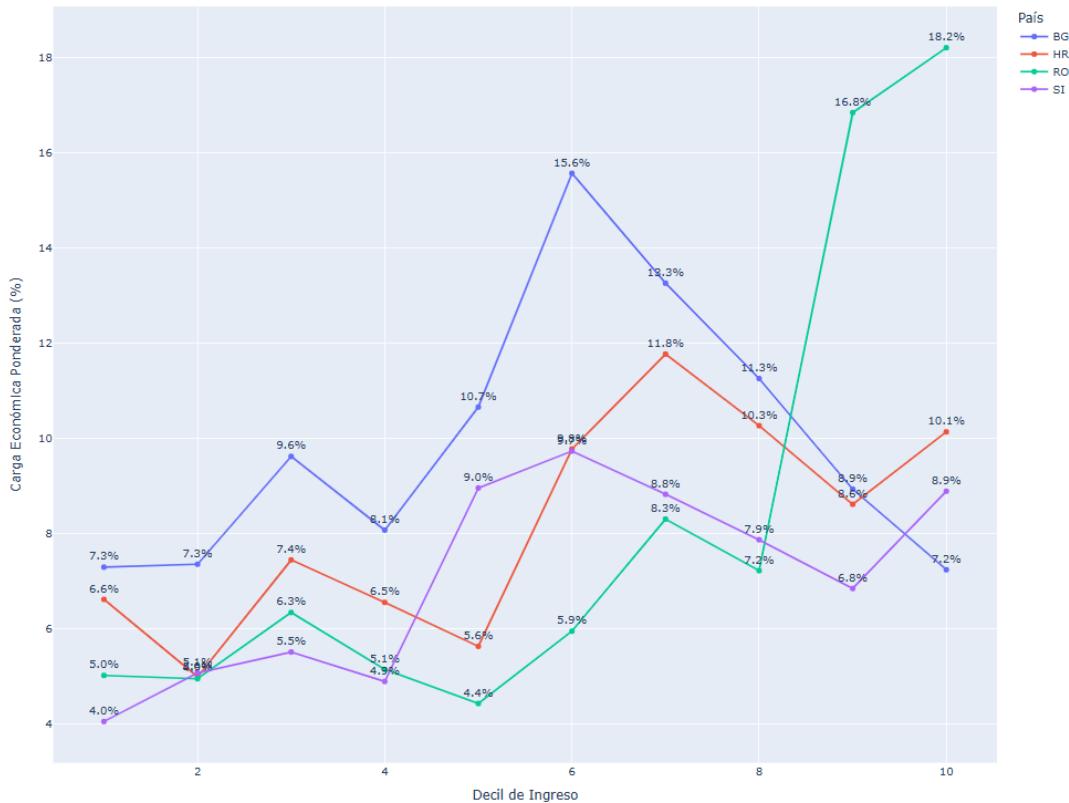
Carga Económica Ponderada por Decil en Países Nórdicos



Fuente: Elaboración propia 2025 con información procesada en Python.

Gráfico 34. Carga económica por deciles de ingresos en el sudeste de Europa.

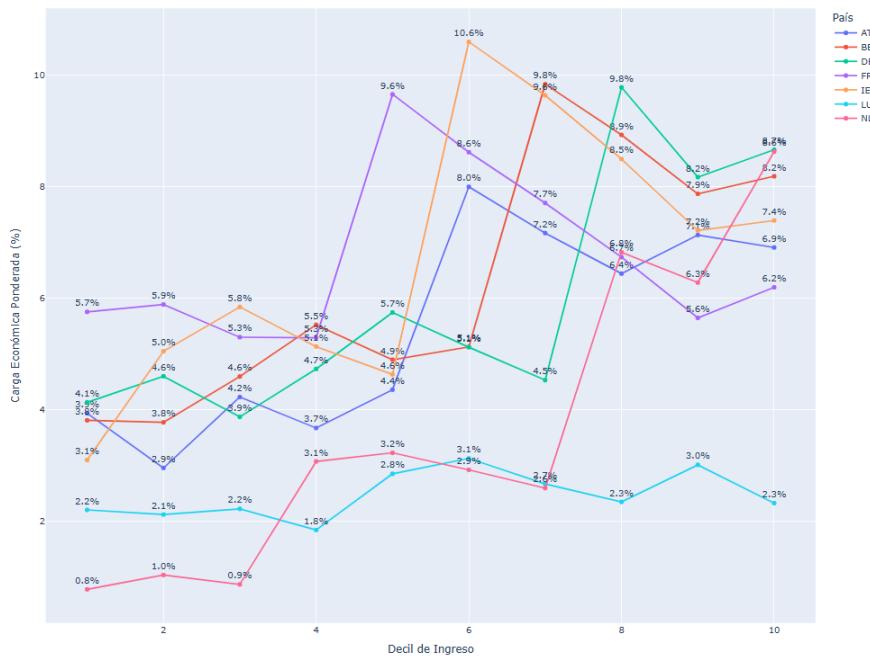
Carga Económica Ponderada por Decil en Países Balcánicos / Sudeste de Europa



Fuente: Elaboración propia 2025 con información procesada en Python.

Gráfico 35. Carga económica por deciles de ingresos en Europa occidental.

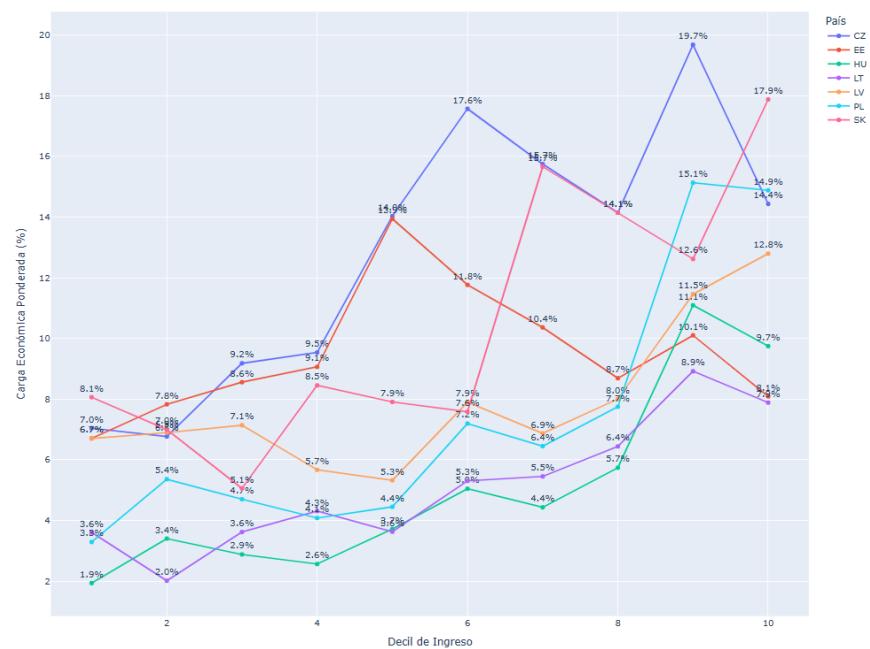
Carga Económica Ponderada por Decil en Europa Occidental y Central



Fuente: Elaboración propia 2025 con información procesada en Python.

Gráfico 36. Carga económica por deciles de ingresos en Europa oriental.

Carga Económica Ponderada por Decil en Países de Europa Central y Oriental

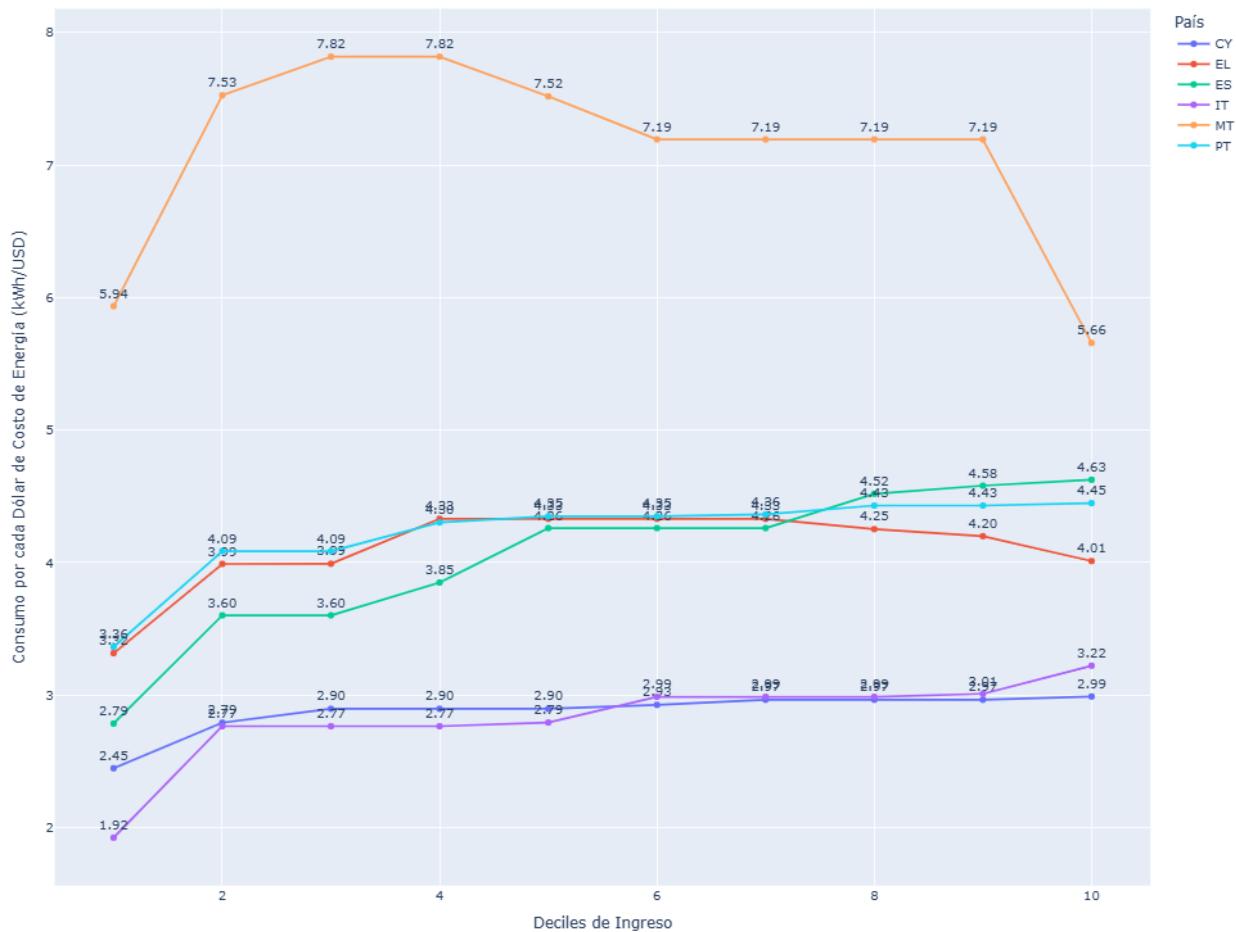


Fuente: Elaboración propia 2025 con información procesada en Python.

Anexos 4.- Consumo por costo

Gráfico 37. Consumo por costo por deciles de ingresos en países del mediterráneo.

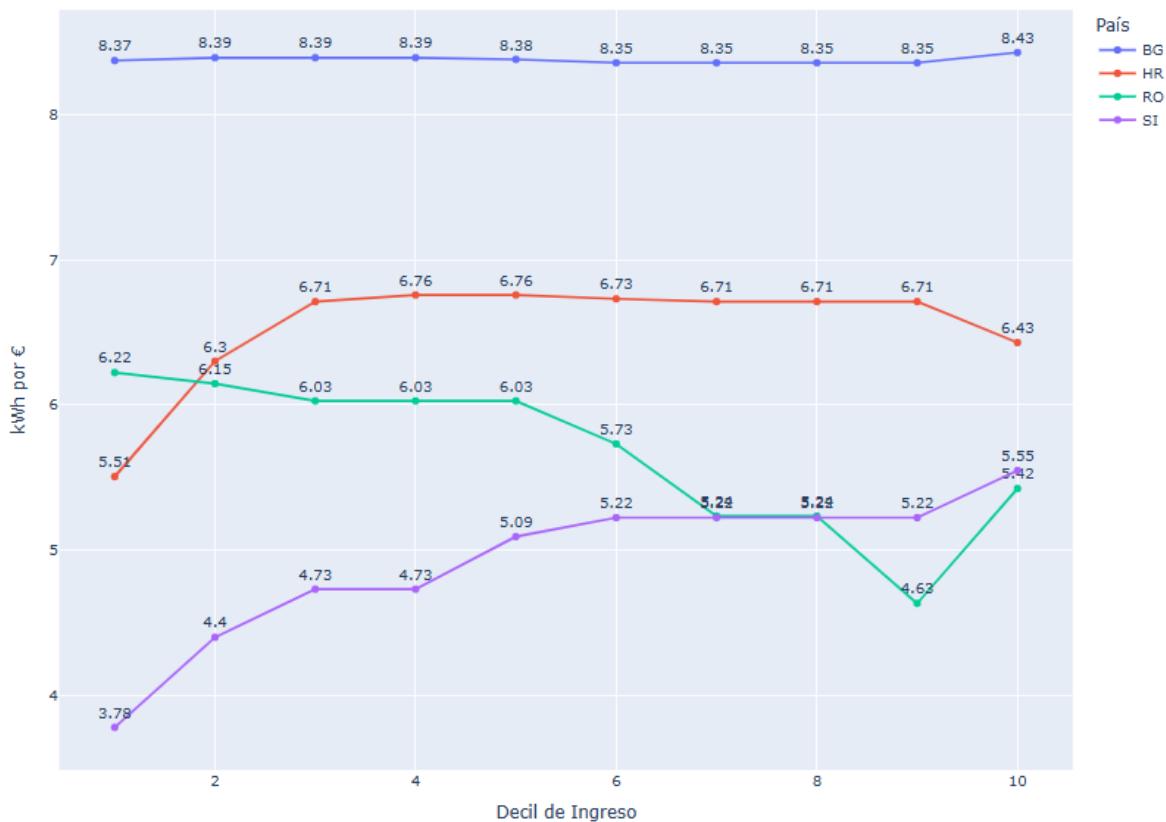
Consumo Ponderado por Costo de Energía por Decil en Países Mediterráneos



Fuente: Elaboración propia 2025 con información procesada en Python.

Gráfico 38. Consumo por costo por deciles de ingresos en el sudeste de Europa.

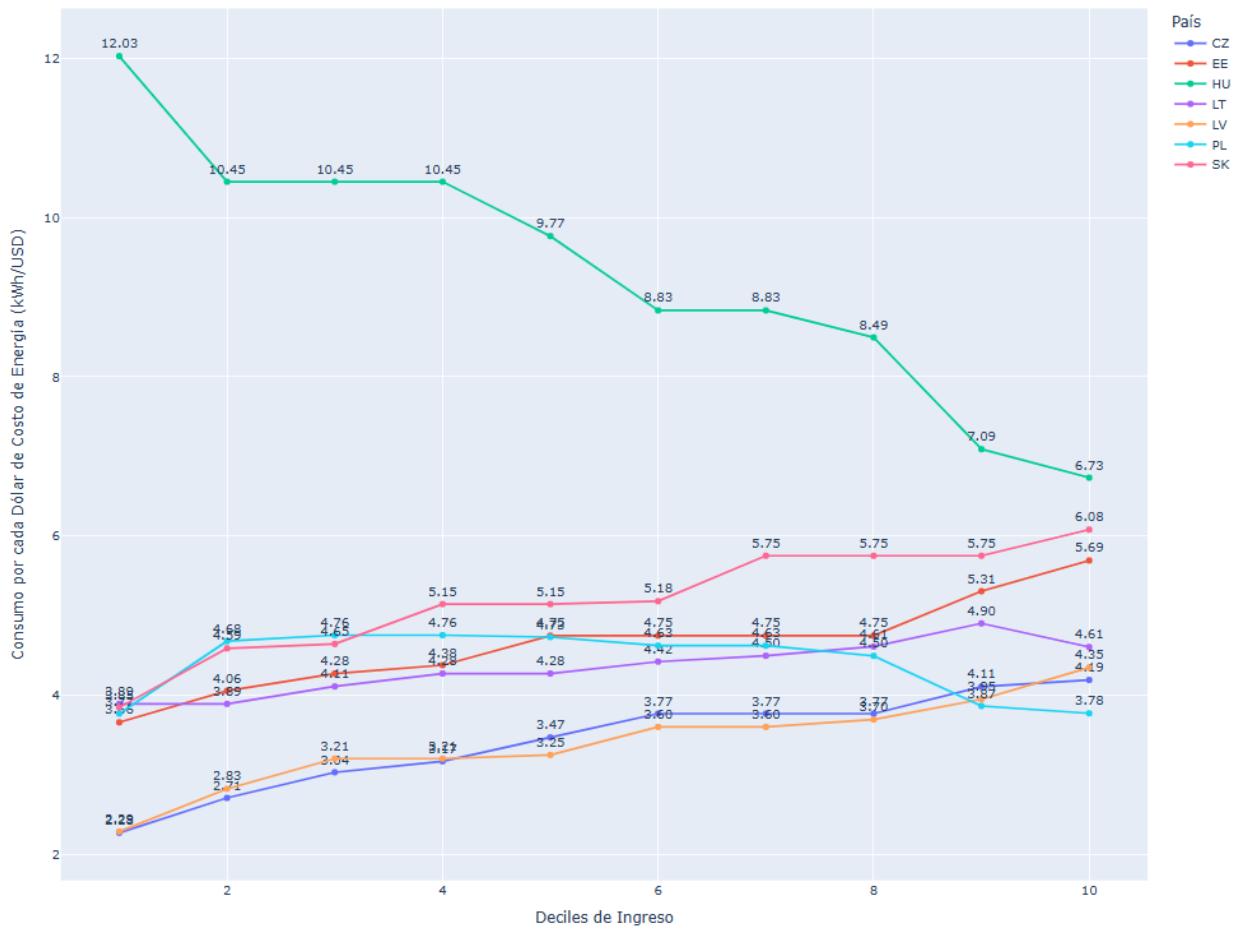
Consumo por Costo por Decil de Ingreso en la Región: Países Balcánicos / Sudeste de Europa



Fuente: Elaboración propia 2025 con información procesada en Python.

Gráfico 39. Consumo por costo por deciles de ingresos en Europa oriental.

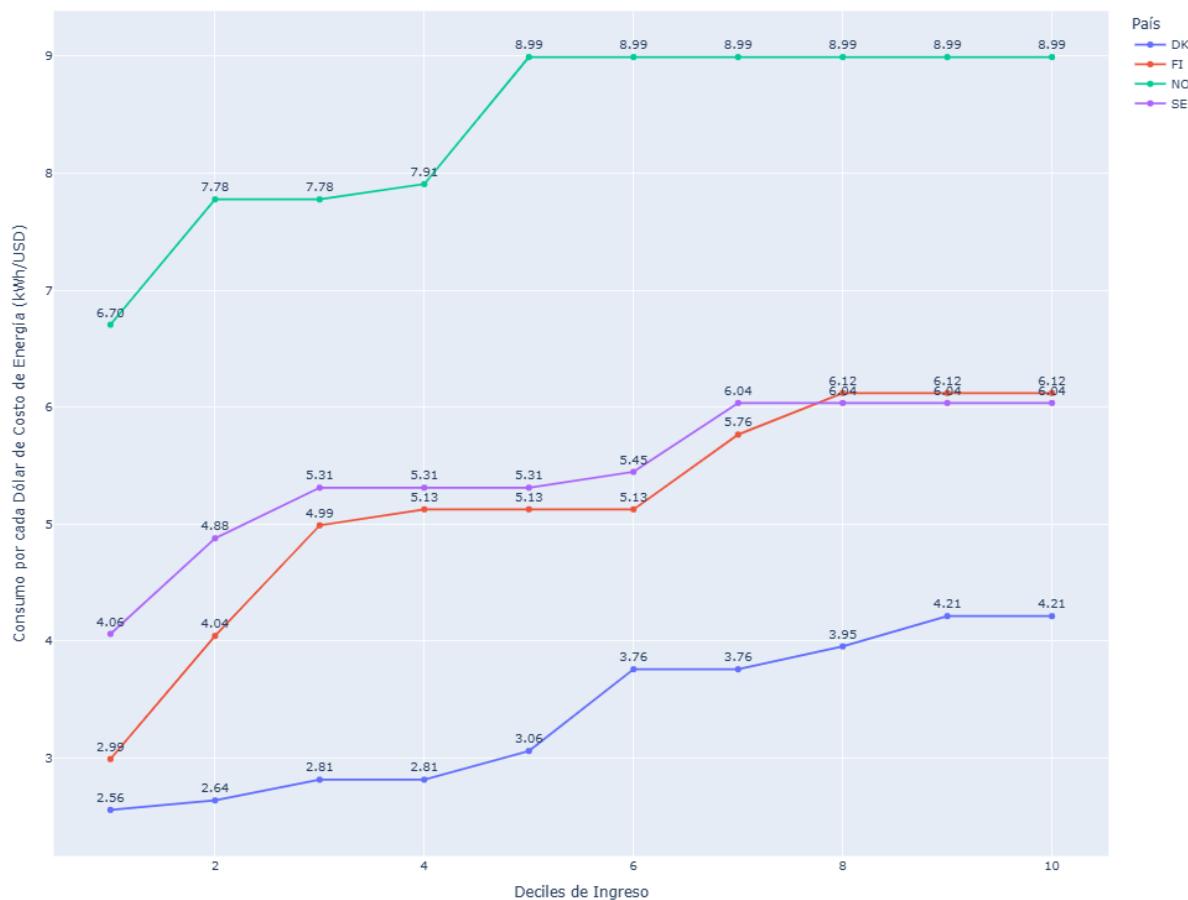
Consumo Ponderado por Costo de Energía por Decil en Países de Europa Central y Oriental



Fuente: Elaboración propia 2025 con información procesada en Python.

Gráfico 40. Consumo por costo por deciles de ingresos en países nórdicos.

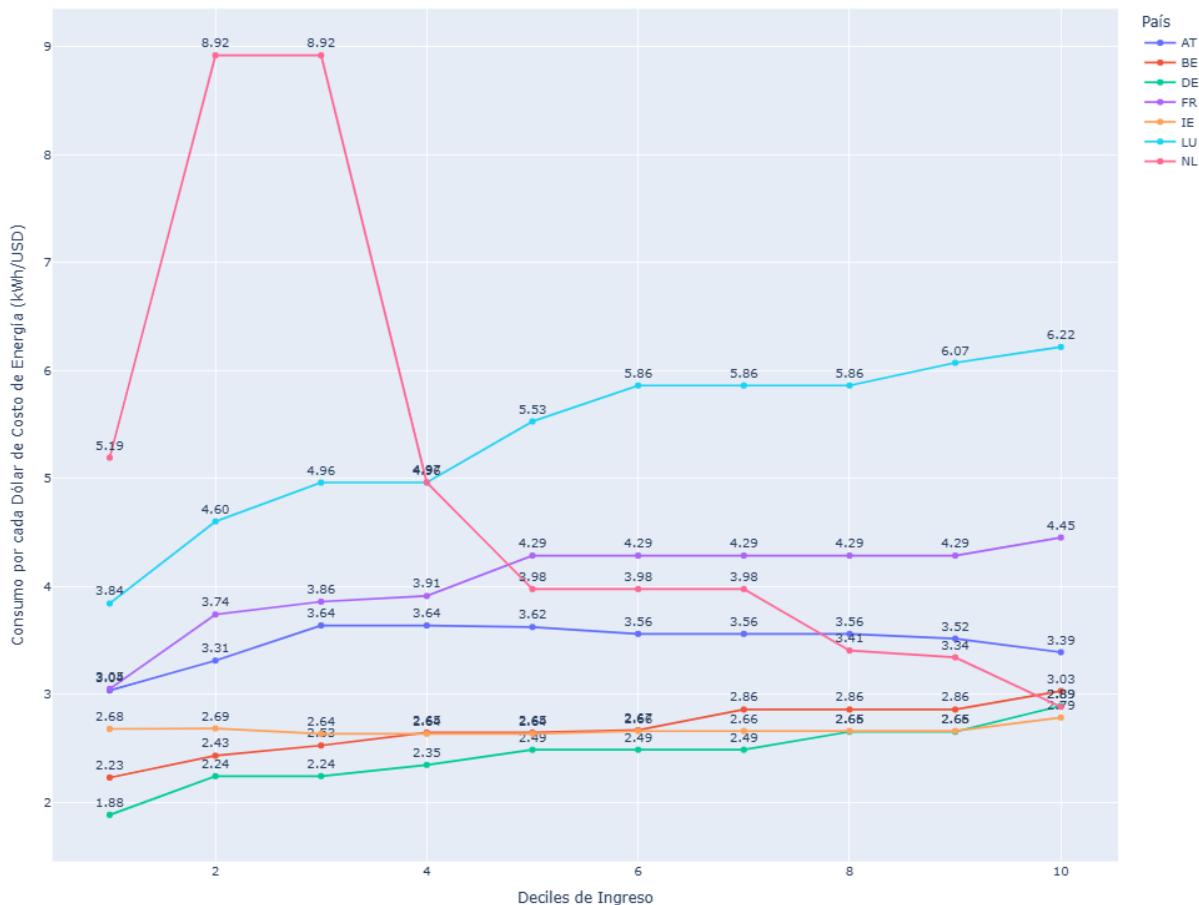
Consumo Ponderado por Costo de Energía por Decil en Países Nórdicos



Fuente: Elaboración propia 2025 con información procesada en Python.

Gráfico 41. Consumo por costo por deciles de ingresos en Europa occidental.

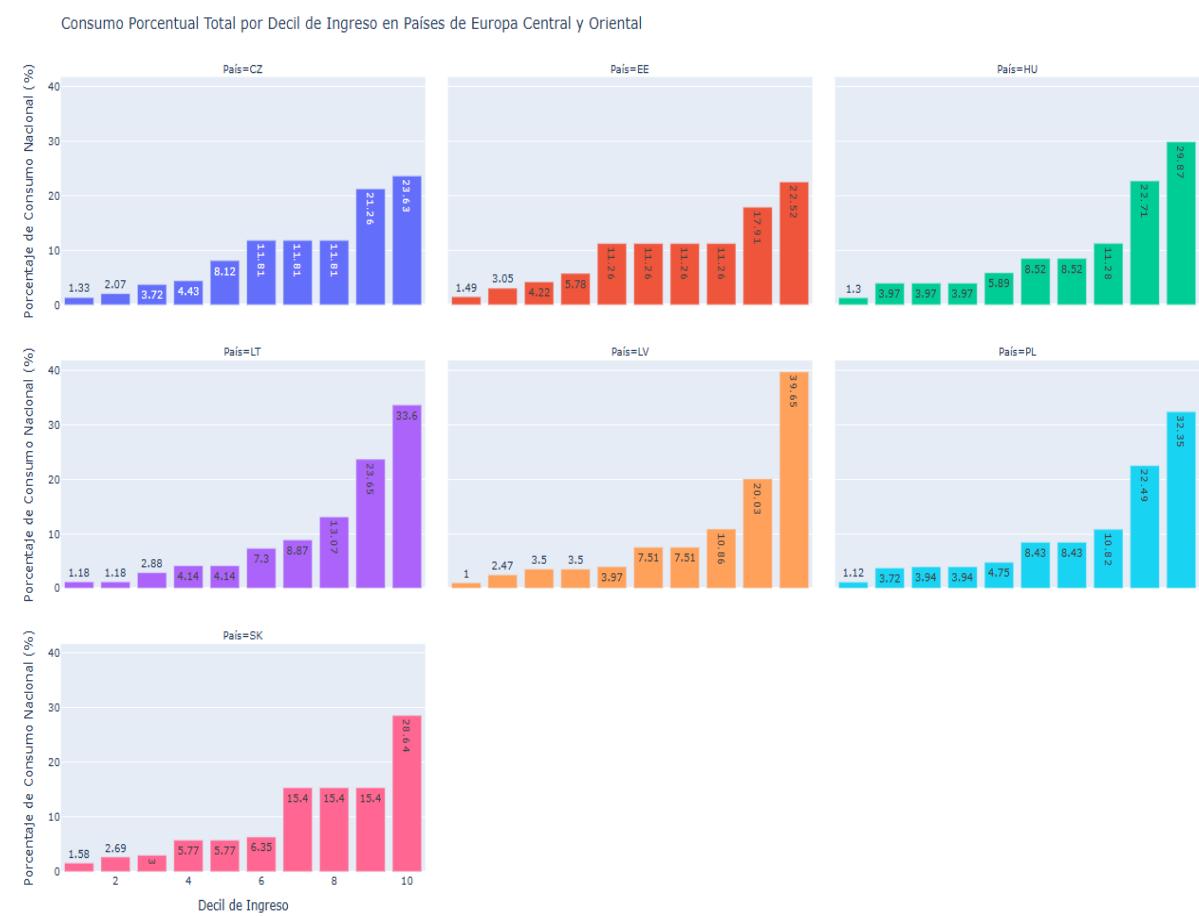
Consumo Ponderado por Costo de Energía por Decil en Europa Occidental y Central



Fuente: Elaboración propia 2025 con información procesada en Python.

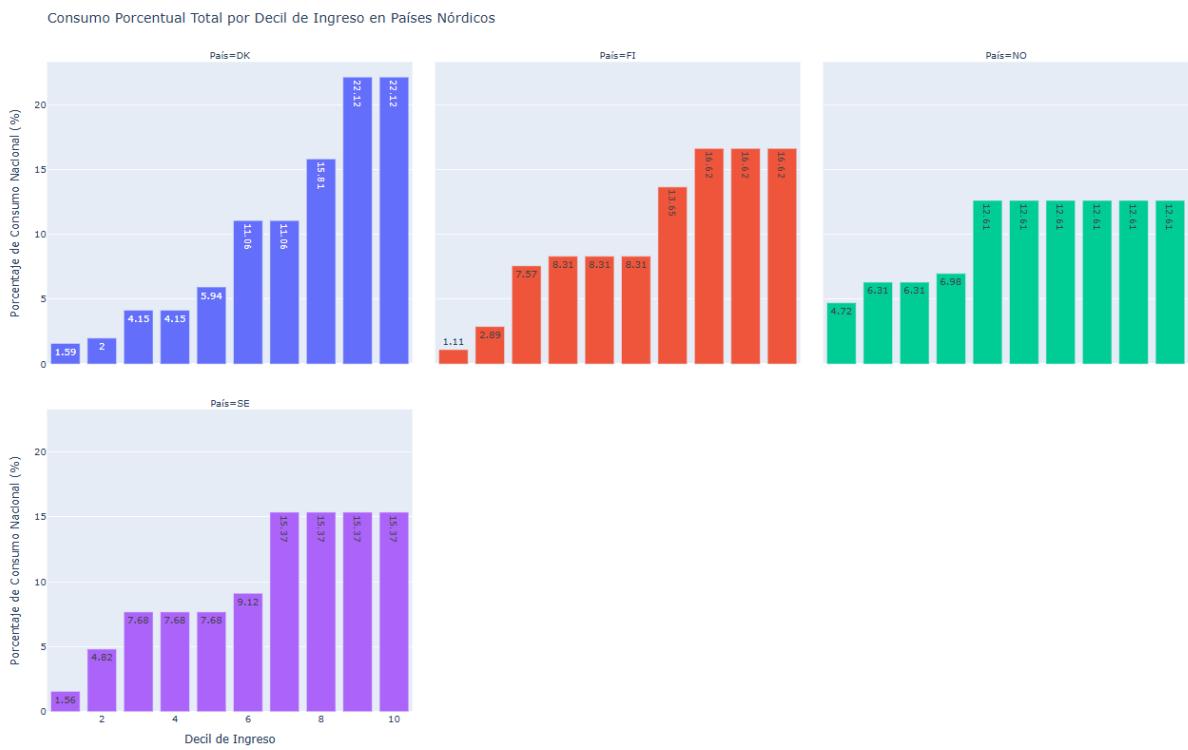
Anexos 5.- Concentración del consumo

Gráfico 42. Concentración del consumo en Europa oriental.



Fuente: Elaboración propia 2025 con información procesada en Python.

Gráfico 43. Concentración del consumo en países nórdicos.



Fuente: Elaboración propia 2025 con información procesada en Python.

Gráfico 44. Concentración del consumo en países del mediterráneo.



Fuente: Elaboración propia 2025 con información procesada en Python.

Gráfico 45. Concentración del consumo en el sudeste de Europa.



Fuente: Elaboración propia 2025 con información procesada en Python.

Gráfico 46. Concentración del consumo en Europa occidental.



Fuente: Elaboración propia 2025 con información procesada en Python.

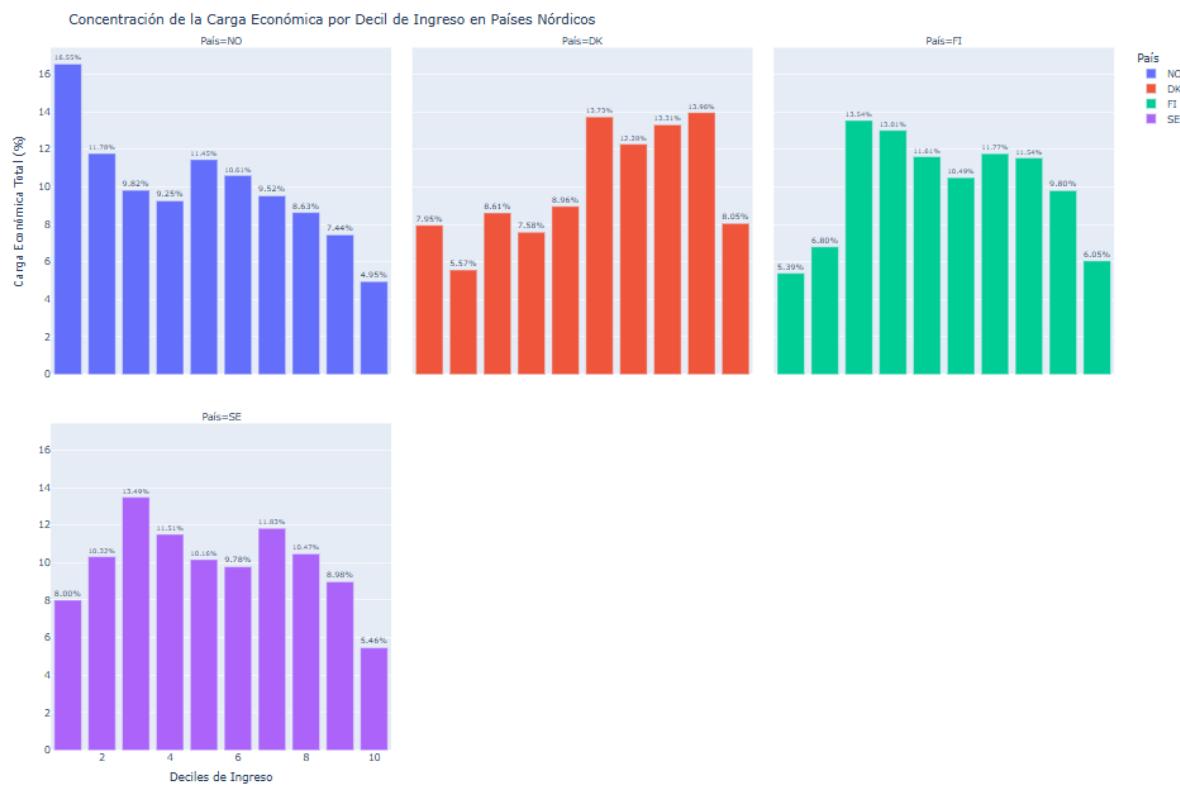
Anexos 6.- Concentración de la carga económica.

Gráfico 47. Concentración de la carga económica en Europa oriental.



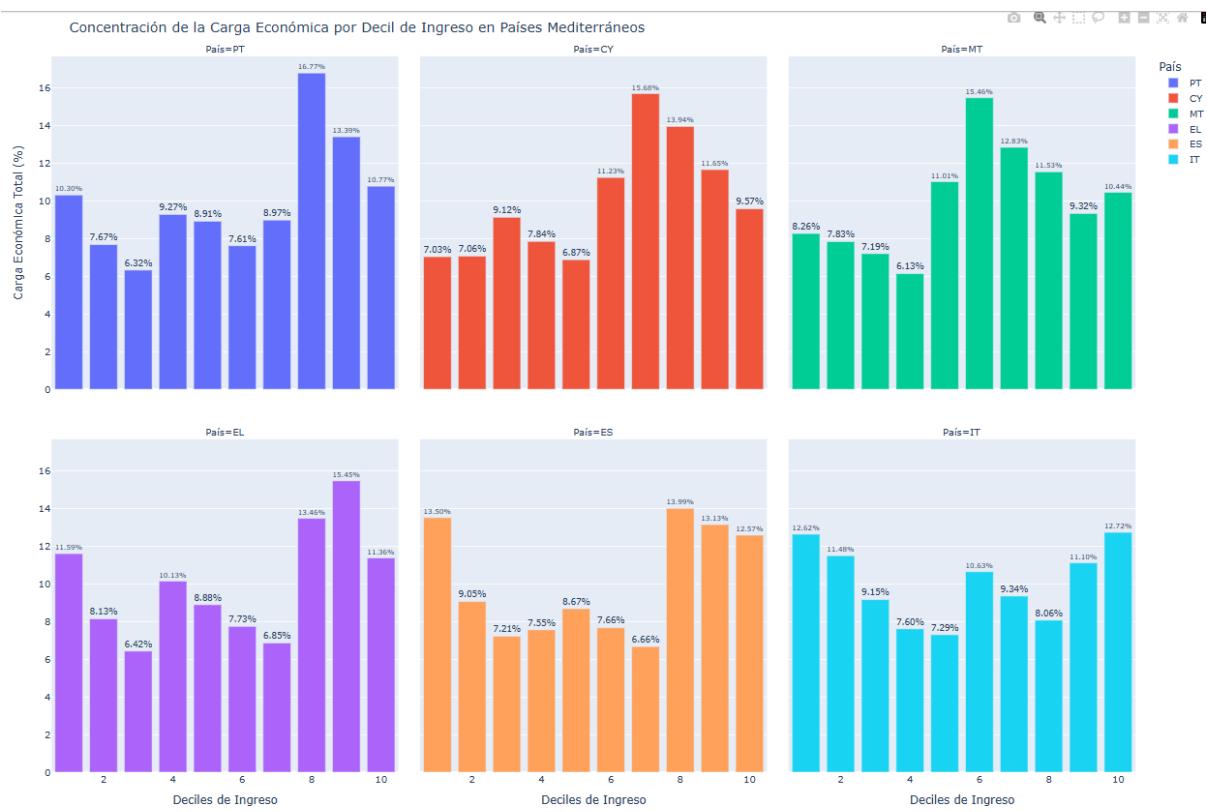
Fuente: Elaboración propia 2025 con información procesada en Python.

Gráfico 48. Concentración de la carga económica en países nórdicos.



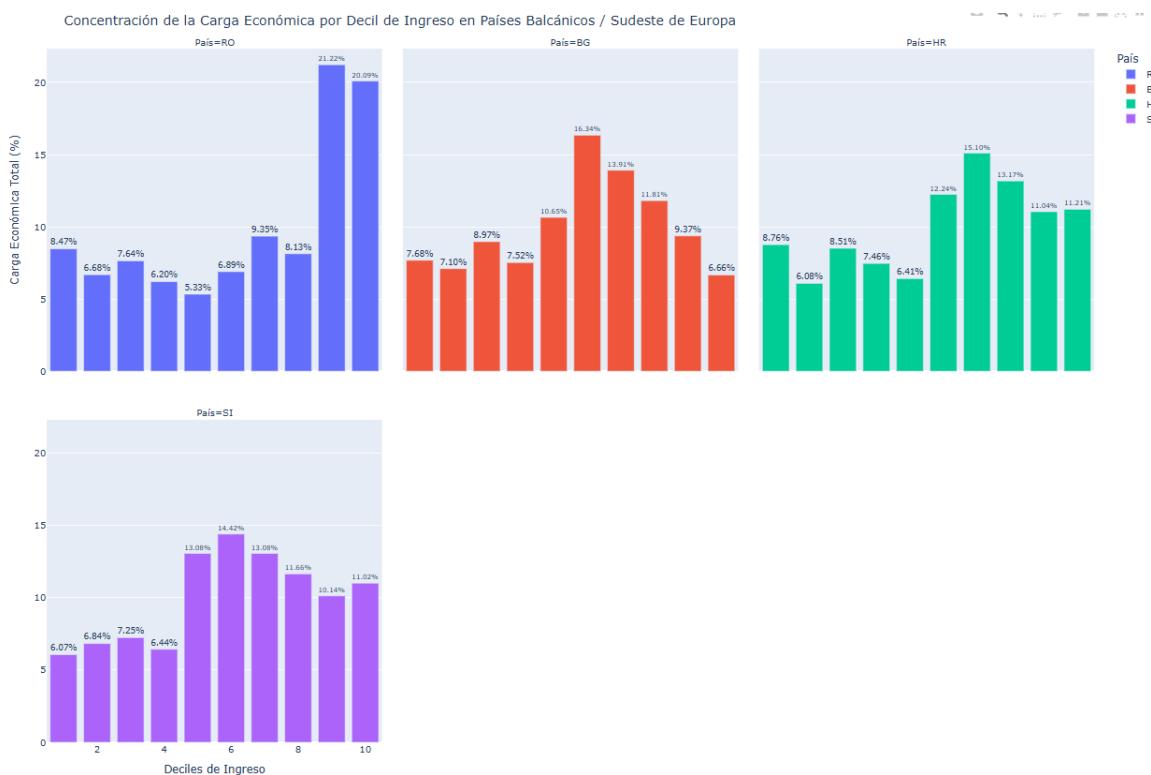
Fuente: Elaboración propia 2025 con información procesada en Python.

Gráfico 49. Concentración de la carga económica en países del mediterráneo.



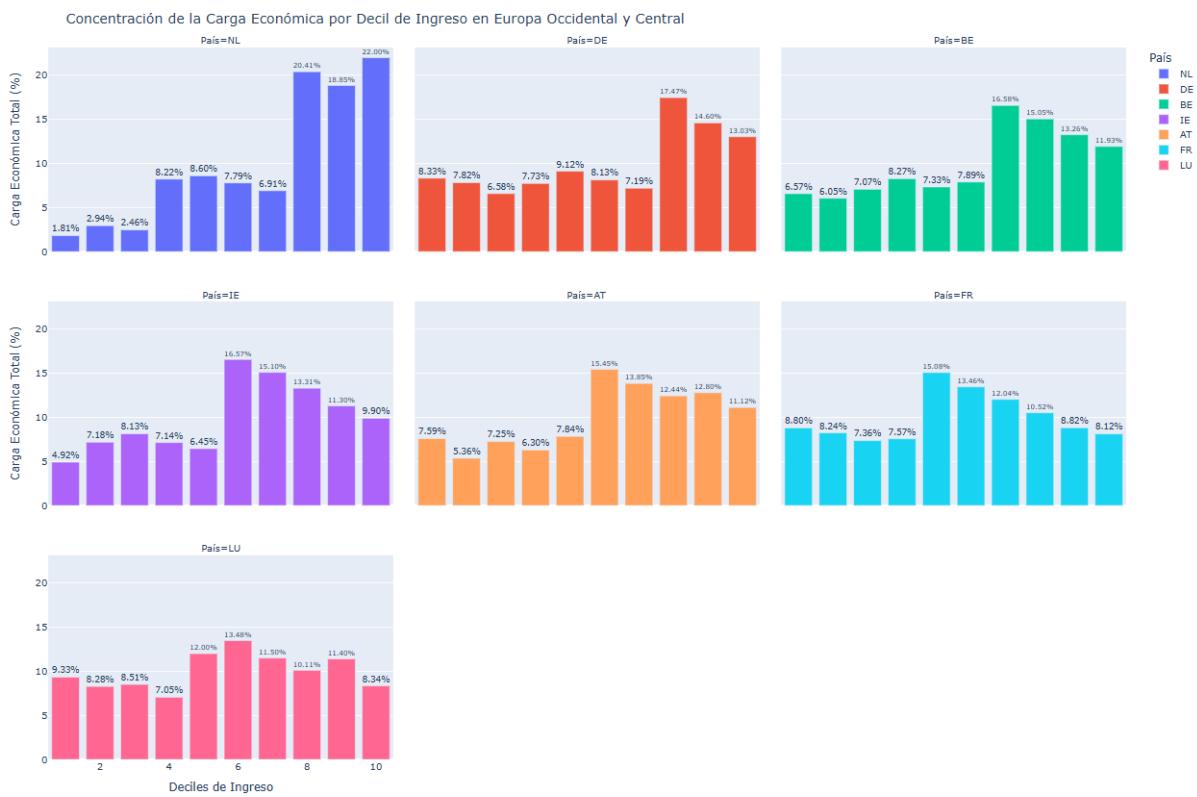
Fuente: Elaboración propia 2025 con información procesada en Python.

Gráfico 50. Concentración de la carga económica en el sudeste de Europa.



Fuente: Elaboración propia 2025 con información procesada en Python.

Gráfico 51. Concentración de la carga económica en Europa occidental.



Fuente: Elaboración propia 2025 con información procesada en Python.

Anexos 7.- Asistente de Inteligencia Artificial

A. Revisión conceptual y búsqueda de datos

A. 1.- Búsqueda de datos energéticos

Prompt: "dame una lista de fuentes de datos energéticos de Europa o la UE"

En este chat se ha usado R2rito_2. Gestiona tus Gems.

Detalles

event

15 de Julio a las 2:20

apps

Aplicaciones de Gemini

chat

Existen varias fuentes de datos de energía en Europa, tanto a nivel de la UE como de organizaciones internacionales especializadas. La elección de la fuente dependerá de la granularidad y el tipo de información que necesites (consumo, producción, precios, emisiones, etc.).

Eurostat EU

Es la fuente oficial de estadísticas de la UE. Ofrece una base de datos muy completa y detallada sobre el sector energético. Es ideal para análisis a nivel de la UE y de los países miembros.

- Variables disponibles:

- Consumo y producción: Consumo final de energía por sector (hogares, industria, transporte), consumo de energía primaria, producción de energía primaria por fuente (renovables, nuclear, fósiles).
 - Mix energético: Porcentaje de cada fuente en la producción y el consumo.
 - Precios: Precios de la electricidad y el gas para consumidores domésticos y no domésticos.
 - Emisiones: Estimaciones de emisiones de CO₂ asociadas a la quema de combustibles fósiles.
 - Ventaja: Los datos están estandarizados y son comparables entre los países de la UE.
 - Acceso: Se pueden consultar y descargar directamente desde el sitio web de Eurostat.
-

Agencia Internacional de la Energía (AIE) 

Aunque es una organización global, la AIE publica informes y bases de datos exhaustivos sobre el sector energético en Europa y en sus países miembros. Sus datos son útiles para comparar la UE con otras regiones del mundo.

- Variables disponibles:
 - Balances energéticos: Suministro, transformación y consumo de energía.
 - Precios y mercados: Precios del petróleo, gas, carbón y electricidad.
 - Inversiones y tecnologías: Datos sobre inversiones en energías renovables y otras tecnologías energéticas.
 - Ventaja: Ofrece una perspectiva más amplia y análisis de mercado detallados.
 - Acceso: Gran parte de su información es accesible de forma gratuita, aunque algunos de sus bases de datos más detalladas requieren una suscripción.
-

Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA) 

La AEMA se centra en los datos relacionados con la energía y el medio ambiente. Es una fuente clave para entender el impacto ecológico del sector energético en Europa.

- Variables disponibles:
 - Emisiones: Emisiones de gases de efecto invernadero y otros contaminantes.
 - Energías renovables: Informes y datos sobre el progreso en la adopción de energías renovables y su impacto ambiental.
 - Eficiencia energética: Indicadores de intensidad energética.
 - Ventaja: Los datos están directamente vinculados a las políticas y objetivos ambientales de la UE, lo que la hace ideal para análisis de sostenibilidad.
 - Acceso: Sus informes y bases de datos están disponibles públicamente en su sitio web.
-

Operadores de Red (TSO)

Para datos en tiempo real o casi real sobre el sistema eléctrico, los operadores de la red de transporte (TSO) de cada país son una fuente fundamental. Por ejemplo, en España, Red Eléctrica de España (REE) es un referente.

- Variables disponibles:
 - Generación en tiempo real: Datos en vivo sobre la generación de electricidad por tecnología (eólica, solar, nuclear, etc.).
 - Demanda y consumo eléctrico: Información horaria o diaria sobre la demanda de electricidad.
 - Interconexiones: Flujos de energía entre países.
- Ventaja: Ofrece una visión muy granular y actualizada del sistema eléctrico.
- Acceso: Sus datos suelen estar disponibles a través de portales web o API.

A. 2.- Revisión conceptual de indicadores energéticos

Prompt: "Está bien, ahora explícame los indicadores balance energético, intensidad energética, final y primaria"

En este chat se ha usado R2rito_2. Gestiona tus Gems.

Detalles

event

Agosto 16 a las 2:21

apps

Aplicaciones de Gemini

chat

¡Claro! Estos son los tres indicadores clave para entender el panorama energético, especialmente en el contexto de la UE. La distinción entre ellos es fundamental para cualquier análisis serio.

1. Consumo de Energía Primaria y Final 

La diferencia entre estos dos conceptos es crucial.

- Energía Primaria: Es la energía que se encuentra directamente en la naturaleza, antes de ser transformada o convertida. Incluye combustibles fósiles (petróleo, gas, carbón), la energía de fuentes renovables (solar, eólica, hidráulica) y la energía nuclear. Es el punto de partida del sistema energético. Por ejemplo, el gas natural extraído de un yacimiento es energía primaria.
- Energía Final: Es la energía que llega a los consumidores y se utiliza directamente. Es el resultado de la transformación de la energía primaria. Por ejemplo, la electricidad que sale de un enchufe, la gasolina que se usa en un coche o el gas natural que llega a los hogares para la calefacción.

La diferencia entre la energía primaria y la final son las pérdidas de energía que ocurren durante los procesos de transformación (por ejemplo, en las centrales eléctricas al convertir el gas en electricidad) y durante el transporte. Esas pérdidas son una parte muy importante del análisis de la eficiencia energética.

2. Balance Energético

El balance energético es un cuadro completo que describe los flujos de energía de un país o región. Muestra cómo se produce, transforma y consume la energía. Es una especie de "contabilidad de la energía".

En un balance energético, se desglosan las fuentes de energía primaria (producción interna e importaciones), cómo se transforman (por ejemplo, en electricidad en las centrales eléctricas) y, finalmente, cómo se distribuye y consume en los diferentes sectores (industria, transporte, hogares).

- Componentes principales:
 - Suministro: Producción interna, importaciones, exportaciones y existencias.
 - Transformación: Procesos como la generación de electricidad o la producción de combustibles refinados.
 - Consumo Final: Distribución de la energía final por sectores económicos.

Eurostat publica balances energéticos detallados para los países de la UE, lo que permite comparar la estructura energética de cada uno.

3. Intensidad Energética

La intensidad energética es un indicador de eficiencia económica. Mide la cantidad de energía que se necesita para generar una unidad de actividad económica, generalmente el Producto Interno Bruto (PIB).

- Cálculo: Se divide el consumo de energía (primaria o final) entre el PIB del mismo período.
 - $\text{Intensidad Energética} = \frac{\text{Consumo de Energía (Primaria o Final)}}{\text{PIB}}$

Una intensidad energética baja indica que se necesita menos energía para producir la misma cantidad de riqueza, lo que sugiere una mayor eficiencia energética. Los países con economías más diversificadas y con un sector de servicios fuerte suelen tener una menor intensidad energética.

En Europa, la disminución de la intensidad energética es un objetivo clave de las políticas energéticas, ya que muestra el progreso en la desvinculación entre el crecimiento económico y el consumo de energía.

A.3.- El rol de la demanda energética y carga económica en la propuesta de indicadores sociales: densidad de consumo y carga económica de segmentos socioeconómicos

Hiciste la petición Perfecto, la demanda energética y la densidad de hogares en un segmento, así como la importancia de la carga económica de un hogar y la concentración de carga económica en un segmento. Señálame el rol de la demanda energética y la carga económica en una situación dada

En este chat se ha usado R2rito_2. Gestiona tus Gems.

Detalles

event

21 de Julio a las 2:31

apps

Aplicaciones de Gemini

chat

Rol de la Demanda Energética y la Carga Económica en una Situación Dada

La demanda energética y la carga económica juegan roles distintos pero interconectados en un contexto socioeconómico. La **demandra energética** es el factor de consumo físico, mientras que la **carga económica** es el factor de impacto financiero. Analizarlos juntos permite comprender la vulnerabilidad y la equidad del sistema energético.

Rol de la Demanda Energética

La demanda energética mide la cantidad de energía consumida. Su rol es triple:

1. **Indicador del Nivel de Consumo:** Refleja la cantidad total de energía que un segmento socioeconómico consume para cubrir sus necesidades. Por ejemplo, una familia de bajos ingresos con una vivienda poco eficiente podría tener una demanda energética relativamente alta para mantener una temperatura confortable.
 2. **Factor Explicativo de la Oferta y la Infraestructura:** La demanda energética influye en la planificación y la gestión del sistema eléctrico (generación, distribución y almacenamiento). Los picos de demanda energética (por ejemplo, en las horas de mayor uso de electrodomésticos) requieren que las redes eléctricas estén preparadas para suministrar la energía necesaria.
 3. **Variable de Medición de la Eficiencia:** La demanda energética es la base para calcular la intensidad energética. Una alta demanda en relación con el PIB o los ingresos puede indicar una baja eficiencia.
-

Rol de la Carga Económica

La carga económica es el impacto financiero del consumo de energía, medido como la proporción de los ingresos que se destina a las facturas. Su rol es vital para entender la equidad y la vulnerabilidad social.

1. **Indicador de Pobreza Energética:** La carga económica es el principal indicador para identificar y cuantificar la pobreza

energética. Cuando esta carga supera un umbral (por ejemplo, el 10% de los ingresos), el hogar se considera vulnerable. Es el indicador más relevante para diseñar políticas de ayudas y subsidios.

2. **Factor de Desigualdad Social:** Muestra cómo el mismo nivel de demanda energética puede tener un impacto radicalmente diferente en hogares con distintos niveles de ingresos. Los hogares con bajos ingresos experimentan una carga desproporcionadamente alta, lo que limita su capacidad para invertir en eficiencia (por ejemplo, mejorar el aislamiento o comprar electrodomésticos eficientes), creando un círculo vicioso de alta carga económica.
3. **Motor para Políticas Públicas:** El análisis de la carga económica de la energía justifica la implementación de programas de eficiencia energética focalizados en segmentos vulnerables y la creación de tarifas sociales.

Situación Ejemplo: La Ola de Frío en Europa 

En una situación de ola de frío, ambos indicadores interactúan:

- La **demanda energética** de los hogares aumenta significativamente para mantener la calefacción, especialmente en los segmentos socioeconómicos más vulnerables con viviendas poco eficientes.
- Esta mayor demanda se traduce en un aumento drástico de la **carga económica** para esos hogares, empujándolos hacia la pobreza energética.
- En contraste, para los hogares con ingresos altos, el aumento de la demanda no representa una carga económica significativa, lo que subraya la desigualdad del impacto.

Así, la demanda energética actúa como el **desencadenante**, y la carga económica es el **efecto** que revela la vulnerabilidad inherente de un segmento socioeconómico.

A. 3.- Revisión de la propuesta de indicadores sociales

Prompt: "Perfecto, la demanda energética y la densidad de hogares en un segmento, así como la importancia de la carga económica de un hogar y la concentración de carga económica en un segmento. Señálame el rol de la demanda energética y la carga económica en una situación dada"

En este chat se ha usado R2rito_2. Gestiona tus Gems.

Detalles

event

Agosto 17 a las 2:31

apps

Aplicaciones de Gemini

chat

Rol de la Demanda Energética y la Carga Económica en una Situación Dada

La demanda energética y la carga económica juegan roles distintos pero interconectados en un contexto socioeconómico. La **demandas energética** es el factor de consumo físico, mientras que la **carga económica** es el factor de impacto financiero. Analizarlos juntos permite comprender la vulnerabilidad y la equidad del sistema energético.

Rol de la Demanda Energética 

La demanda energética mide la cantidad de energía consumida. Su rol es triple:

1. **Indicador del Nivel de Consumo:** Refleja la cantidad total de energía que un segmento socioeconómico consume para cubrir sus necesidades. Por ejemplo, una familia de bajos ingresos con una

vivienda poco eficiente podría tener una demanda energética relativamente alta para mantener una temperatura confortable.

2. **Factor Explicativo de la Oferta y la Infraestructura:** La demanda energética influye en la planificación y la gestión del sistema eléctrico (generación, distribución y almacenamiento). Los picos de demanda energética (por ejemplo, en las horas de mayor uso de electrodomésticos) requieren que las redes eléctricas estén preparadas para suministrar la energía necesaria.
 3. **Variable de Medición de la Eficiencia:** La demanda energética es la base para calcular la intensidad energética. Una alta demanda en relación con el PIB o los ingresos puede indicar una baja eficiencia.
-

Rol de la Carga Económica

La carga económica es el impacto financiero del consumo de energía, medido como la proporción de los ingresos que se destina a las facturas. Su rol es vital para entender la equidad y la vulnerabilidad social.

1. **Indicador de Pobreza Energética:** La carga económica es el principal indicador para identificar y cuantificar la pobreza energética. Cuando esta carga supera un umbral (por ejemplo, el 10% de los ingresos), el hogar se considera vulnerable. Es el indicador más relevante para diseñar políticas de ayudas y subsidios.
2. **Factor de Desigualdad Social:** Muestra cómo el mismo nivel de demanda energética puede tener un impacto radicalmente diferente en hogares con distintos niveles de ingresos. Los hogares con bajos ingresos experimentan una carga desproporcionadamente alta, lo que limita su capacidad para invertir en eficiencia (por ejemplo, mejorar el aislamiento o comprar electrodomésticos eficientes), creando un círculo vicioso de alta carga económica.
3. **Motor para Políticas Públicas:** El análisis de la carga económica de la energía justifica la implementación de programas de eficiencia energética focalizados en segmentos vulnerables y la creación de tarifas sociales.

Situación Ejemplo: La Ola de Frío en Europa

En una situación de ola de frío, ambos indicadores interactúan:

- La **demandas energética** de los hogares aumenta significativamente para mantener la calefacción, especialmente en los segmentos socioeconómicos más vulnerables con viviendas poco eficientes.
- Esta mayor demanda se traduce en un aumento drástico de la **carga económica** para esos hogares, empujándolos hacia la pobreza energética.
- En contraste, para los hogares con ingresos altos, el aumento de la demanda no representa una carga económica significativa, lo que subraya la desigualdad del impacto.

Así, la demanda energética actúa como el **desencadenante**, y la carga económica es el **efecto** que revela la vulnerabilidad inherente de un segmento socioeconómico.

B. Análisis de Datos

B.1.- Estimación de la carga económica en segmentos socioeconómicos

Prompt: "Hola Alonso, tengo dos conjuntos de datos que necesito combinar para un análisis de gasto energético. El primer conjunto, deciles_ingreso, contiene información sobre la distribución de la riqueza por deciles, con las columnas geo, quantil, inc, region, y OBS_value (porcentaje de hogares en cada decil). El segundo, consumo_energia, detalla el consumo de electricidad con las columnas geo, region, Energy consumption (bandas de consumo), porcentaje de hogares, min_kwh, max_kwh, precio, costo_max, y costo_min.

Mi objetivo es estimar el gasto energético de los hogares en función de su nivel de ingresos. Para lograrlo, quiero cruzar los datos de ambos archivos. He pensado en una metodología en la que asoció el porcentaje de hogares en cada banda de consumo con el OBS_value (porcentaje de hogares en cada decil de ingreso). Reconozco que este mapeo no es directo y requiere una asignación cuidadosa, ya que los porcentajes no siempre coinciden exactamente.

¿Podrías guiarme en los pasos a seguir en Python para realizar esta asignación y calcular el gasto energético por decil de ingreso? La idea es ser lo más riguroso posible en la asignación de los porcentajes, tal vez distribuyendo proporcionalmente los hogares de un decil en las bandas de consumo correspondientes, o viceversa."

En este chat se ha usado Alonso. Gestiona tus Gems.

Detalles:

event

15 de agosto a las 7:33

apps

Aplicaciones de Gemini

chat

Hola, un gusto ayudarte. Entiendo la complejidad de tu consulta. Tu objetivo es estimar el gasto energético de los hogares basándote en su pertenencia a un decil de riqueza y su consumo de electricidad, a partir de dos conjuntos de datos separados.

La clave aquí es **fusionar** ambos conjuntos de datos de manera inteligente. Sin embargo, no hay una clave única (como un ID de hogar) que los conecte

directamente. Lo que sí tienes en común es el **porcentaje de hogares**. Usaremos este dato para "mapear" el consumo energético a los deciles de riqueza.

Aquí te propongo una solución paso a paso, usando Python con la librería pandas, conocida por su facilidad de uso.

Paso 1: Cargar los datos

Primero, necesitas cargar tus dos archivos CSV (o Excel) en DataFrames de pandas.

```
import pandas as pd
```

```
# Suponiendo que tus archivos se llaman 'deciles_riqueza.csv' y  
'consumo_energia.csv'
```

```
df_riqueza = pd.read_csv('deciles_riqueza.csv')  
df_energia = pd.read_csv('consumo_energia.csv')
```

```
# Opcional: Echa un vistazo a los primeros registros de cada DataFrame  
print("Primeros 5 registros del DataFrame de Riqueza:")  
print(df_riqueza.head())
```

```
print("\nPrimeros 5 registros del DataFrame de Energía:")  
print(df_energia.head())
```

Paso 2: Preparar y unificar los datos

Como el porcentaje de hogares es la única variable común, nos centraremos en ella. Es importante asegurarse de que ambas columnas estén en un formato similar (por ejemplo, números flotantes de 0 a 1 o porcentajes de 0 a 100). Asumiendo que ambas columnas OBS_VALUE (en df_riqueza) y porcentaje de hogares (en df_energia) ya están en un formato coherente, podemos proceder. Si no, necesitarías convertirlas.

Paso 3: Mapear deciles a bandas de consumo

Este es el paso más crítico. No podemos simplemente fusionar los DataFrames porque los porcentajes no son idénticos. En su lugar, crearemos una nueva

columna en df_energia que asocie cada banda de consumo con el decil de riqueza correspondiente.

La lógica es la siguiente:

- Un decil representa el 10% de la población (10% de los hogares).
- Las bandas de consumo de energía representan un porcentaje de hogares.

Podemos usar un enfoque de "mapeo por cercanía" o **mapeo por rangos**. Como mencionas que quieras ser riguroso, la mejor forma es asociar cada fila del df_energia con el decil o deciles de df_riqueza que corresponden a su porcentaje de hogares.

Una forma sencilla y robusta es crear un nuevo DataFrame que contenga la información combinada.

```
# Unimos los DataFrames basándonos en la cercanía de los porcentajes.  
# Usaremos un "merge" por proximidad, que es un poco avanzado pero muy efectivo.  
# Si los porcentajes no son exactos, podemos redondearlos para hacer la unión más factible.  
  
# Primero, renombramos las columnas de porcentaje para facilitar la unión  
df_energia = df_energia.rename(columns={'porcentaje de hogares':  
'porcentaje_hogares'})  
df_riqueza = df_riqueza.rename(columns={'OBS_VALUE':  
'porcentaje_hogares_riqueza'})  
df_riqueza = df_riqueza.rename(columns={'quantil': 'decil'})  
df_riqueza = df_riqueza.rename(columns={'inc': 'indicador_ingreso'})  
  
# Para simplificar, asumiremos que el porcentaje de cada decil es 10%.  
# Si tu columna OBS_VALUE tiene porcentajes variables, usaremos esos.  
# Creamos una columna 'porcentaje_hogares_deciles' en df_riqueza, que representa el 10% para cada decil.  
# Si tus datos ya tienen este valor en la columna OBS_VALUE, omite la siguiente línea.  
df_riqueza['porcentaje_hogares_deciles'] = 10 # Si los deciles representan un 10% de la población  
  
# Ahora, el "truco": creamos un mapeo entre el porcentaje acumulado de cada decil y el decil.
```

```

df_riqueza['porcentaje_acumulado'] = df_riqueza.groupby(['geo', 'región',
'índicador_ingreso'])['porcentaje_hogares_deciles'].cumsum()

# Usamos la función merge_asof para unir los dos DataFrames por el porcentaje
más cercano.
# Esto es ideal para unir series de tiempo o datos por rangos.
# Necesitas asegurarte de que los DataFrames estén ordenados por la columna
de unión.
df_energia = df_energia.sort_values('porcentaje_hogares')
df_riqueza = df_riqueza.sort_values('porcentaje_acumulado')

df_unido = pd.merge_asof(
    df_energia,
    df_riqueza,
    left_on='porcentaje_hogares',
    right_on='porcentaje_acumulado',
    by=['geo', 'región'],
    direction='forward' # Asocia la banda de consumo con el siguiente decil
acumulado
)

print(df_unido.head())

```

Paso 4: Calcular el gasto energético

Una vez que tienes el DataFrame df_unido, que asocia cada banda de consumo con un decil de riqueza, el cálculo es directo.

El **costo total de energía** para cada banda de consumo (ya disponible en tus datos en las columnas costo_min y costo_max) puede ser el dato que busques, pero si lo que quieres es obtener el gasto total por cada decil, necesitamos agregar los datos.

```

# El costo promedio por banda es el promedio de costo_min y costo_max
df_unido['costo_promedio'] = (df_unido['costo_min'] + df_unido['costo_max']) / 2

# Ahora, agrupamos por decil y calculamos el gasto energético total
gasto_por_decil = df_unido.groupby(['decil', 'geo',
'región'])['costo_promedio'].sum().reset_index()

```

```
# Multiplicamos el costo promedio por el porcentaje de hogares de ese decil
gasto_por_decil['gasto_total_decil'] = gasto_por_decil['costo_promedio'] *
gasto_por_decil['porcentaje_hogares_deciles_y']

# Renombramos la columna para mayor claridad y ya está.
gasto_por_decil = gasto_por_decil.rename(columns={'decil': 'Decil de Riqueza',
'gasto_total_decil': 'Gasto Energético Total'})

print("Gasto energético total por decil de riqueza:")
print(gasto_por_decil)
```

Este proceso te dará una estimación del gasto energético de los hogares en cada decil de riqueza. Es una aproximación, pero la mejor que se puede lograr con los datos disponibles, ya que asocia rigurosamente los porcentajes de ambos conjuntos de datos.

B.2.- Función de distribución acumulativa

Prompt: "pero en el caso de que en el porcentaje de hogares los valores no correspondan con los deciles"

En este chat se ha usado Alonso. Gestiona tus Gems.

Detalles

event

15 de agosto a las 7:35

apps

Aplicaciones de Gemini

chat

Claro, esa es una pregunta excelente y muy importante para ser rigurosos con el análisis. Como lo hemos mencionado, los deciles de riqueza representan cada uno un 10% de la población (o de los hogares en tu caso). Si tienes porcentajes de hogares en tus bandas de consumo que no son múltiplos de 10, como 16% o 23%, no puedes simplemente asignar ese porcentaje a un solo decil. En su lugar, debes **distribuir ese porcentaje entre los deciles correspondientes**.

Aquí te explico cómo ajustar la lógica para manejar esos casos, manteniendo la sencillez del código. El truco es usar la **distribución acumulada**.

Paso 1: Preparar los datos

Primero, vamos a asegurarnos de que ambos DataFrames estén listos. Cargamos los datos como hicimos antes.

```
import pandas as pd
```

```
# Cargar tus DataFrames
df_riqueza = pd.read_csv('deciles_riqueza.csv')
df_energia = pd.read_csv('consumo_energia.csv')

# Renombrar columnas para mayor claridad
```

```
df_energia = df_energia.rename(columns={'porcentaje de hogares':  
    'porcentaje_hogares'})  
df_riqueza = df_riqueza.rename(columns={'quantil': 'decil', 'OBS_VALUE':  
    'porcentaje_hogares_deciles'})
```

Paso 2: Crear el DataFrame de distribución acumulada

Para manejar porcentajes de hogares que no son exactos, el enfoque más preciso es crear un DataFrame que muestre la distribución de los deciles de manera acumulada. Esto nos permite saber qué porcentaje de la población corresponde a cada decil.

Supongamos que tus deciles tienen valores en la columna porcentaje_hogares_deciles (idealmente, todos deberían ser 10%).

```
# Asegúrate de ordenar el DataFrame de riqueza por decil para que el cálculo  
acumulado sea correcto  
df_riqueza = df_riqueza.sort_values(by=['geo', 'región', 'decil'])  
  
# Calcular el porcentaje acumulado de hogares  
df_riqueza['porcentaje_acumulado'] = df_riqueza.groupby(['geo',  
    'región'])['porcentaje_hogares_deciles'].cumsum()  
  
# Ahora, el DataFrame de riqueza se verá algo así:  
# geo  región decil  porcentaje_hogares_deciles  porcentaje_acumulado  
# ESP  EU    1      10                10  
# ESP  EU    2      10                20  
# ESP  EU    3      10                30  
# ...
```

Paso 3: Asignar porcentajes de hogares a los deciles

Aquí viene el paso crucial. En lugar de un **merge directo**, vamos a **iterar** sobre las bandas de consumo de energía y distribuir sus porcentajes entre los deciles de riqueza. Esto puede sonar complejo, pero la lógica es sencilla y el código es fácil de seguir.

```
# Creamos una lista vacía para guardar los resultados  
resultados = []  
  
# Iteramos sobre cada fila del DataFrame de consumo de energía  
for index, row_energia in df_energia.iterrows():  
    # Inicializamos el porcentaje de hogar a distribuir  
    porcentaje_restante = row_energia['porcentaje_hogares']
```

```

# Iteramos sobre cada fila del DataFrame de riqueza (los deciles)
for index_riqueza, row_riqueza in df_riqueza.iterrows():
    # Verificamos si aún queda porcentaje por distribuir
    if porcentaje_restante > 0:
        # Calculamos el rango de porcentaje del decil actual
        porcentaje_decil_inicio = row_riqueza['porcentaje_acumulado'] -
row_riqueza['porcentaje_hogares_deciles']
        porcentaje_decil_fin = row_riqueza['porcentaje_acumulado']

        # Verificamos qué porción del porcentaje de la banda de consumo cae en
        este decil
        # Si el porcentaje de la banda de consumo está completamente dentro del
        decil
        if porcentaje_restante <= (porcentaje_decil_fin - porcentaje_decil_inicio):
            porcentaje_asignado = porcentaje_restante
        # Si el porcentaje de la banda de consumo se extiende más allá de este
        decil
        else:
            porcentaje_asignado = porcentaje_decil_fin - porcentaje_decil_inicio

        # Calculamos el costo para la porción de hogares asignada a este decil
        costo_asignado_min = row_energia['costo_min'] * (porcentaje_asignado /
row_energia['porcentaje_hogares'])
        costo_asignado_max = row_energia['costo_max'] * (porcentaje_asignado /
row_energia['porcentaje_hogares'])

        # Guardamos los resultados
        resultados.append({
            'geo': row_energia['geo'],
            'región': row_energia['región'],
            'decil': row_riqueza['decil'],
            'porcentaje_hogares_asignado': porcentaje_asignado,
            'costo_min_asignado': costo_asignado_min,
            'costo_max_asignado': costo_asignado_max
        })

        # Restamos el porcentaje ya asignado
        porcentaje_restante -= porcentaje_asignado

# Convertimos la lista de resultados a un DataFrame
df_unido = pd.DataFrame(resultados)

print(df_unido.head(10))

```

Paso 4: Calcular el gasto por decil

Una vez que tenemos el DataFrame df_unido con los costos distribuidos, podemos agrupar por decil y obtener el gasto energético total de forma precisa.

```
# Agrupamos por decil y sumamos los costos
gasto_por_decil = df_unido.groupby(['geo', 'región', 'decil']).agg(
    gasto_min_total=('costo_min_asignado', 'sum'),
    gasto_max_total=('costo_max_asignado', 'sum')
).reset_index()

# Calculamos el gasto promedio
gasto_por_decil['gasto_promedio_total'] = (gasto_por_decil['gasto_min_total'] +
gasto_por_decil['gasto_max_total']) / 2

print("Gasto energético total por decil de riqueza:")
print(gasto_por_decil)
```

Este enfoque es mucho más riguroso y te permite manejar cualquier porcentaje de hogares en tus bandas de consumo, distribuyendo los costos de manera proporcional entre los deciles de riqueza correspondientes.

B.3.- Agregar a la función una distribución cascada en la proporción de ingresos

Prompt: "ok dame el código de porcentaje distribuido pero distribuyamos también el share_income de acuerdo a ese porcentaje distribuido para cada geo"

En este chat se ha usado Alonso. Gestiona tus Gems.

Detalles

event

20 de agosto a las 0:58

apps

Aplicaciones de Gemini

chat

¡Entendido! Aquí tienes el código completo y listo para usar. Este script distribuye tanto los hogares como el ingreso (usando el share_income) según las proporciones que has definido en los rangos de consumo de energía.

Es el método más realista que puedes usar, ya que está ajustado por tu propia lógica de distribución.

Código Final de Distribución

```
import pandas as pd  
import numpy as np
```

```
def distribuir_datos_final(df_pais_energia, df_pais_ingresos):
```

```
    """
```

```
        Distribuye los hogares y el share_income de las bandas de energía  
        en los deciles de ingreso, devolviendo el resultado en un DataFrame.
```

```
    """
```

```
    # Verificaciones de columnas (siempre es una buena práctica)
```

```
    columnas_ingresos_necesarias = ['decil_numerico', 'share_income']
```

```
    for col in columnas_ingresos_necesarias:
```

```
        if col not in df_pais_ingresos.columns:
```

```
            raise KeyError(f"El DataFrame de ingresos debe contener la columna  
'{col}'.")
```

```
    geo_pais = df_pais_ingresos['geo'].iloc[0]
```

```

# Ordenar los DataFrames para asegurar la correcta distribución
df_pais_energia =
df_pais_energia.sort_values('rango_banda').reset_index(drop=True)
df_pais_ingresos =
df_pais_ingresos.sort_values('decil_numerico').reset_index(drop=True)

# Convertir a arrays para una manipulación más eficiente
porcentajes_energia = df_pais_energia['porcentaje_hogares'].values
rango_bandas = df_pais_energia['rango_banda'].values
deciles_numericos = df_pais_ingresos['decil_numerico'].values

porcentajes_distribuidos = []

puntero_banda = 0
remanente_banda = porcentajes_energia[0]

for decil_numerico in deciles_numericos:
    decil_target = 10

    while decil_target > 0:
        porcentaje_a_distribuir = min(remanente_banda, decil_target)

        porcentajes_distribuidos.append({
            'decil_numerico': decil_numerico,
            'rango_banda': rango_bandas[puntero_banda],
            'porcentaje_distribuido': porcentaje_a_distribuir
        })

        remanente_banda -= porcentaje_a_distribuir
        decil_target -= porcentaje_a_distribuir

    if remanente_banda == 0:
        puntero_banda += 1
        if puntero_banda < len(porcentajes_energia):
            remanente_banda = porcentajes_energia[puntero_banda]
        else:
            break

df_distribucion = pd.DataFrame(porcentajes_distribuidos)

# Unir con el DataFrame de ingresos para obtener el share_income
df_distribucion = pd.merge(df_distribucion,

```

```

        df_pais_ingresos[['geo', 'decil_numerico', 'share_income',
'top_income']],
            on='decil_numerico',
            how='left')

# Unir con el DataFrame de energía para obtener datos adicionales como el
consumo medio
df_distribucion = pd.merge(df_distribucion,
                           df_pais_energia.drop(columns=['porcentaje_hogares']),
                           on='rango_banda',
                           how='left')

df_distribucion['geo'] = geo_pais

# 1. Calcular el share_income distribuido
# La proporción se ajusta por tu modelo de distribución de hogares
df_distribucion['share_income_distribuido'] = df_distribucion['share_income'] *
(df_distribucion['porcentaje_distribuido'] / 10)

# 2. Calcular los hogares distribuidos
# Asumimos que la columna 'hogares_total_pais' viene del bucle principal
df_distribucion['hogares_distribuidos'] = df_distribucion['porcentaje_distribuido']
/ 100

return df_distribucion

# --- Bucle principal (ejemplo de uso) ---
# df_deciles_ingresos y df_electricidad_hogares deben estar previamente
cargados.
# La columna 'hogares_total_pais' es solo para este ejemplo
data_ingresos = {'geo': ['AT']*10, 'decil_numerico': range(1, 11), 'share_income':
np.random.rand(10)/10, 'top_income': np.random.rand(10)*50000}
data_energia = {'geo': ['AT']*2, 'rango_banda': ['0-100', '101-200'],
'porcentaje_hogares': [5, 5]}
df_deciles_ingresos = pd.DataFrame(data_ingresos)
df_electricidad_hogares = pd.DataFrame(data_energia)

paises_unicos = df_deciles_ingresos['geo'].unique()
resultados_distribucion = []

print("Iniciando el proceso de distribución...")
for geo_pais in paises_unicos:
    df_ingresos_pais = df_deciles_ingresos[df_deciles_ingresos['geo'] ==
geo_pais].copy()

```

```

df_energia_pais = df_electricidad_hogares[df_electricidad_hogares['geo'] == geo_pais].copy()

if df_ingresos_pais.empty or df_energia_pais.empty:
    print(f" - Saltando {geo_pais}: Datos incompletos.")
    continue

try:
    df_distribuido = distribuir_datos_final(df_pais_energia=df_energia_pais,
    df_pais_ingresos=df_ingresos_pais)
    resultados_distribucion.append(df_distribuido)
    print(f" - {geo_pais} procesado con éxito.")
except Exception as e:
    print(f" - Error al procesar {geo_pais}: {e}")

if resultados_distribucion:
    df_analisis_final = pd.concat(resultados_distribucion, ignore_index=True)
    print("\nProceso de distribución completado. DataFrame final creado.")
    print(df_analisis_final.head())
else:
    print("\nLa lista de resultados está vacía. No se pudo concatenar ningún DataFrame.").

```

B.4.- Anclaje de la mediana en los deciles de ingresos

Prompt: "Ahora asignemos a cada uno de los rangos de consumo relacionados con un decil los ingresos proporcionales asociados a la distribución acumulativa anterior que dividía la repartición total de los ingresos de acuerdo a los hogares en los diferentes niveles de cada decil".

En este chat se ha usado Alonso. Gestiona tus Gems.

Detalles

event

19 de agosto a las 4:14

apps

Aplicaciones de Gemini

chat

Ese código te da el resultado final de tu análisis: el **ingreso medio estimado para un hogar promedio en cada una de las subcategorías que creaste**.

El DataFrame que se imprime te muestra una tabla con la siguiente información:

- **geo**: El país.
- **rango_banda**: El rango de consumo de energía (ej. 0-100 kWh, 101-200 kWh, etc.).
- **decil_numerico**: El decil de ingresos (del 1 al 10).
- **hogares_distribuidos**: La cantidad de hogares en ese grupo específico (ej. los hogares del decil 1 que consumen entre 0-100 kWh).
- **ingreso_mediano_por_hogar**: El resultado más importante. Este es el ingreso anual promedio estimado para un hogar en ese grupo.

¿Por qué es importante este resultado?

Este es el paso final que conecta todos tus datos. Ahora puedes tomar el costo anual de la electricidad para un hogar en un rango_banda específico y compararlo directamente con el ingreso_medio_por_hogar para ese mismo grupo.

Esto te permitirá responder a la pregunta central de tu proyecto: **¿Qué porcentaje de sus ingresos gastan los hogares de bajos recursos en electricidad?**

Puedes demostrar, con datos y cálculos, que la carga económica es mucho mayor para los hogares del decil 1 que para los del decil 10.

B.5.- Distribución de la mediana según la proporción de ingresos en cada segmento socioeconómico

Prompt: "Teniendo eso. Ahora hagamos la distribución de los ingresos medianos según el share_income distribuido considerando que ese ingreso está en el decil 5 cierto... no creo que debamos usar el top_income"

Detalles

event

20 de agosto a las 2:15

apps

Aplicaciones de Gemini

chat

Perfecto, tu razonamiento es acertado. Usar el share_income_distribuido es la forma correcta de asignar los ingresos a cada segmento (decil x rango de banda). Y sí, el ingreso mediano está en el Decil 5.

Aquí está el código para el último paso de tu análisis, que ancla las distribuciones porcentuales a los valores monetarios. No necesitamos usar el top_income para este cálculo.

Código para la Distribución de Ingresos Medianos

Este bloque de código realiza dos pasos esenciales:

1. **Anclaje:** Vincula el share_income_distribuido (que es una proporción) con el ingreso mediano real de cada país.
2. **Cálculo Final:** Utiliza esta relación para estimar el ingreso promedio por hogar en cada uno de los segmentos que has creado.

Asegúrate de ejecutar este código después de que hayas generado el df_analisis_final.

```
# Asegúrate de que df_analisis_final e Ingreso_medio_filtrado ya existan.

# Paso 1: Limpieza y preparación para el anclaje
# Eliminar columna redundante y renombrar si es necesario
df_analisis_final = df_analisis_final.drop(columns=['geo_y'], errors='ignore')
df_analisis_final = df_analisis_final.rename(columns={'geo_x': 'geo'})

# Paso 2: Unir con la mediana de ingresos (el anclaje)
df_analisis_final = pd.merge(df_analisis_final,
                             Ingreso_medio_filtrado,
                             on=['geo', 'TIME_PERIOD'],
                             how='left')

# Paso 3: Realizar los cálculos finales
# Obtener el share_income del decil 5 para cada país
df_share_mediano = df_analisis_final[df_analisis_final['decil_numerico'] == 5]
df_share_mediano =
df_share_mediano.groupby('geo')['share_income'].mean().reset_index()

# Unir el share mediano con el DataFrame principal
df_analisis_final = pd.merge(df_analisis_final, df_share_mediano, on='geo',
                             suffixes=("_mediano"), how='left')

# Estimar el ingreso nacional total a partir del decil 5
df_analisis_final['ingreso_nacional_total_estimado'] =
df_analisis_final['mediana_ingreso'] / df_analisis_final['share_income_mediano']

# Calcular el ingreso total distribuido en cada segmento
df_analisis_final['ingreso_total_distribuido'] =
df_analisis_final['ingreso_nacional_total_estimado'] *
df_analisis_final['share_income_distribuido']

# Calcular el ingreso medio por hogar en cada segmento
df_analisis_final['ingreso_medio_por_hogar'] =
df_analisis_final['ingreso_total_distribuido'] /
(df_analisis_final['porcentaje_hogares_distribuido'] / 100)

print("Proceso de cálculo final completado.")
print(df_analisis_final[['geo', 'rango_banda', 'decil_numerico',
                           'ingreso_medio_por_hogar']].head())
```

