



**Título:** La generación distribuida como herramienta para reducir la pobreza energética en la Unión Europea

**Autores y e-mails de todos:** Carmen Ramos, [cramos@uniovi.es](mailto:cramos@uniovi.es); Blanca Moreno, [morenob@uniovi.es](mailto:morenob@uniovi.es)

**Departamento:** Economía Aplicada

**Universidad:** Universidad de Oviedo

**Área Temática:** Sostenibilidad urbana y de los territorios, recursos naturales, energía y medio ambiente

**Resumen:** La pobreza energética es una realidad que se sufre en muchos hogares de los países de la Unión Europea, especialmente en aquellos del Sur y del Este. Una de las maneras de paliar esta pobreza es el empleo de la generación distribuida (DG). La DG consiste en la generación de electricidad por medio de muchas pequeñas fuentes de energía instalada en puntos cercanos al consumo. El uso de la misma reduce los costes en la transmisión y distribución de electricidad y, bajo nuevos sistemas de gestión como la Central Eléctrica Virtual, puede contribuir a la reducción de la desigualdad en el consumo energético y de la pobreza energética.

Este trabajo tiene como objetivo aportar evidencia empírica de cómo la D contribuye a disminuir la pobreza energética en la UE. La pobreza energética puede ser cuantificada de diversas maneras, entre ellas a partir de la construcción de un indicador sintético que permita recoger el carácter multidimensional de esta variable. En este trabajo proponemos la construcción de un indicador de pobreza energética a partir de la técnica multivariante de análisis factorial, herramienta habitualmente utilizada en la construcción de indicadores sintéticos.

En concreto, construimos el índice de pobreza energética para los 28 miembros de la Unión Europea en los años 2008 y 2017. En la elaboración del índice se incluyen variables relativas a la GD, por lo que es posible cuantificar el impacto de la misma en la reducción de la pobreza energética en la UE.

**Palabras Clave:** Pobreza Energética, Indicador Sintético, Análisis Factorial, Generación Distribuida, Central Eléctrica Virtual.

**Clasificación JEL:** C49, I39, Q42

## 1.INTRODUCCIÓN

El concepto de pobreza energética (EP) tiene su origen en Inglaterra en 1973 como consecuencia de la crisis energética, pues el incremento de los precios de la energía supuso para muchos hogares la incapacidad de mantener sus viviendas a una temperatura adecuada. A partir de ese momento se pasa de considerar el problema como un aspecto más de la pobreza a abordarlo como un fenómeno con entidad propia. En la década de los años 80 algunos autores como Lewis (1982) y Bradshaw y Hutton (1983), entre otros, estudiaron este problema, pero no fue hasta 1991 cuando Boardman (1991) establece la primera definición de dicho fenómeno: *“La pobreza energética es la incapacidad de un hogar de obtener unos servicios energéticos adecuados (en la vivienda) por el 10% de su renta”*.

Asociado a la pobreza energética Bouzarovski y Petrova (2015) introducen el concepto de vulnerabilidad energética como *“la propensión a experimentar una situación en la que el hogar no recibe una cantidad adecuada de servicios de la energía”*. Esta definición supone un enfoque más dinámico de la pobreza energética, ya que no es una condición permanente sino temporal que puede ser modificada por factores internos o externos al hogar.

En el contexto de la Unión Europea y, según la EU Survey on Income and Living Conditions (EU SILC) elaborada por Eurostat en el año 2018, un 7,4% de hogares tenían problemas para mantener su vivienda a una temperatura adecuada, aunque hay grandes diferencias entre los distintos países, siendo este porcentaje del 33,7% para Bulgaria y del 0,9% para Noruega.

En la actualidad, la Agencia Internacional de la Energía (IEA) define la pobreza energética como *“lack of access to modern energy services [...] defined as household access to electricity and clean cooking facilities (e.g. fuels and stoves that do not cause air pollution in houses)”*. En este contexto, la generación distribuida renovable (RDG) como la energía fotovoltaica, la pequeña hidroeléctrica o la microeólica, podrían desempeñar un papel importante en la reducción de la pobreza energética. La generación distribuida (DG) genera electricidad mucho más cercana de aquellos que usan la energía, por lo que reduce las pérdidas de electricidad, aumenta la eficiencia, aumenta la confiabilidad del sistema eléctrico y reduce la dependencia energética. Además, la DG compensa las inversiones en instalaciones de generación, transmisión o

distribución que de otro modo se recuperarían mediante tarifas. Por lo tanto, la DG podría contribuir a reducir la pobreza energética al reducir el costo del suministro de electricidad y aumentar la asequibilidad de la energía. De hecho, los sistemas de gestión de electricidad recientes, como Smart Grids (proyecto UE-Platform SmartGrid [www.edsoforsmartgrids.eu/](http://www.edsoforsmartgrids.eu/)) y Virtual Power Plants ayudan a integrar mejor RDG en los mercados de electricidad. En este contexto, la UE ha producido un notable aumento en la generación de energía distribuida. Actualmente, según los datos de Eurostat, la energía eólica representa el 36% y la solar el 12% del total de la generación bruta de electricidad basada en renovables en 2017.

En este trabajo vamos a abordar el estudio de la pobreza energética para los 28 países que constituyen la Unión Europea en la actualidad desde una óptica multidimensional en los años 2008 y 2017. Se tendrán en cuenta variables que recogen las percepciones y declaraciones de los hogares sobre su acceso a la energía, gastos e ingresos y variables sobre el contexto socioeconómico del país (renta, desigualdad, entre otras). A partir de estas variables y para estudiar la pobreza energética, se elaborará un Índice de Pobreza Energética (EPI) aplicando la técnica multivariante factorial de componentes principales. Además, este documento presenta avances en el análisis de la pobreza energética, mediante el estudio del impacto de la integración de generadores de electricidad distribuidos de fuentes renovables (RDG).

Aunque hay algunos estudios que se centran en los beneficios del despliegue de RDG sobre la pobreza energética (Chaurey y Kandpal 2010; Deichmann et al 2011; Baruah y Enweremadu 2019; Bonatz et al (2019), hay pocos trabajos que incluyan la generación distribuida renovable como variable involucrada en el cálculo del índice de pobreza energética. De hecho, las energías renovables están incluidas en términos de combustibles limpios por Bonatz et al (2019) (la proporción de la población con acceso a combustibles limpios y tecnologías para cocinar) en su índice de pobreza energética para China y Alemania o por Nussbaumer et al. (2013) en su Índice de pobreza energética multidimensional.

Hasta donde sabemos, este es el primer estudio que cuantifica el efecto sobre la pobreza energética de un conjunto de unidades de generación de electricidad a pequeña escala basadas en diferentes fuentes renovables. En este estudio se considerarán los micro recursos hidroeléctricos (plantas con una capacidad instalada de menos de 1 MW),

pequeñas centrales hidroeléctricas (1-10 MW), plantas fotovoltaicas y eólicas. Por lo tanto, este documento intenta llenar un vacío en la literatura existente al cuantificar el índice de pobreza energética en los 28 miembros de la UE en 2008 y 2017 utilizando un análisis de componentes principales. Asimismo, se construirá un indicador sintético para el año 2017 considerando, adicionalmente, RDG. La comparación de ambos índices (con y sin la inclusión de RDG) permitirá extraer conclusiones sobre el efecto que generación distribuida tiene sobre la pobreza energética.

El documento está organizado de la siguiente manera: la Sección 2 contiene una revisión de la literatura sobre los índices multidimensionales sobre pobreza energética. En la Sección 3, el Índice de pobreza energética se calcula utilizando componentes principales. Se describen las variables empleadas y la metodología de cálculo. Además se presentan los resultados para EU-28 en los años 2008 y 2017 lo que permite seguir la evolución de la pobreza energética a lo largo del tiempo. En la Sección 4 se analiza el efecto de las unidades renovables de generación de electricidad a pequeña escala en el Índice de pobreza energética en 2017. Finalmente, en la Sección 5, presentamos las conclusiones con los principales hallazgos y algunas recomendaciones de política para reducir la pobreza energética que surge de los apartados anteriores.

## **2. REVISIÓN DE LA LITERATURA**

El estudio sobre las causas y naturaleza de la pobreza energética puede ser llevado a cabo mediante dos tipos de indicadores:

- i. Indicadores basados en percepciones y declaraciones de los hogares, como incapacidad de mantener la vivienda a una temperatura adecuada en los meses fríos, retraso en el pago de facturas o goteras, humedades o podredumbre en el hogar, entre otras. En el contexto de la Unión Europea estos datos proceden de la EU Survey on Income and Living Conditions (EU-SILC).
- ii. Indicadores basados en gastos e ingresos del hogar: porcentaje de gastos anuales en energía sobre ingresos anuales (Boardman, 1991) o Low Income-High Cost (LIHC), metodología oficial del Reino Unido<sup>1</sup>.

La utilización de un enfoque u otro lleva con frecuencia a conclusiones dispares, así Tirado y Jiménez (2018) señalan que en España para el período 2006-2014 las cifras

---

<sup>1</sup>Según el Informe Hills (DECC, 2015) un hogar se encuentra en pobreza energética si el gasto equivalente necesario en energía doméstica para mantener un nivel de confort adecuado está por encima de la mediana y si al descontar ese gasto de sus ingresos equivalentes el resultado es una cantidad inferior a la línea de pobreza monetaria.

basadas en percepciones y declaraciones del hogar muestran un empeoramiento de la situación, mientras que los datos basados en gastos e ingresos indican cierta mejoría en los últimos años.

El primer grupo de medidas supone un enfoque subjetivo dado que están basadas en apreciaciones de los hogares, mientras que el otro tipo de indicadores puede resultar, en principio, más objetivo. La mayor parte de los estudios empíricos sobre el tema combinan ambas ópticas; en el contexto europeo destacan, entre otros, los trabajos de Dubois y Meier (2016), Scarpellini et al. (2015) y Thomson et al. (2017).

Algunos autores manifiestan la necesidad de definir indicadores que combinen ambas ópticas, así Vallvé (2016), refiriéndose a la pobreza energética, señala: “Independientemente de la denominación que se le dé, este fenómeno se debe medir a partir de un indicador compuesto que abarque todas estas dimensiones y no a partir de un único indicador simple”.

Parece que existe un consenso unánime en constatar la necesidad de emplear indicadores multidimensionales que representen, con la mayor fiabilidad posible, la realidad existente. Dentro de esta aproximación multidimensional existen distintos enfoques diferenciados, fundamentalmente por la manera de determinar las ponderaciones necesarias para la construcción del índice. En este sentido podemos referirnos a las siguientes situaciones:

- i. Las ponderaciones se determinan de forma exógena a las dimensiones consideradas, esto es, la ponderación se refiere, en términos generales, al número de dimensiones y categorías que las constituyen.
- ii. Las ponderaciones se determinan de forma endógena a las dimensiones. En este caso, las ponderaciones pueden ser establecidas a partir de su nivel explicativo, es decir, la ponderación tomará un valor más elevado cuanto mayor sea la capacidad de explicación de la dimensión del fenómeno estudiado.

Dentro del primer enfoque, y sin pretender ser exhaustivos, podemos referirnos al trabajo de Okushima (2017), el cual propone la construcción de una matriz booleana (cuyos elementos son 0 y 1), referida a la verificación de ciertas condiciones relacionadas con las dimensiones consideradas, y sobre la que aplica una medida propuesta por Foster-Greer-Thorbecke (2010). Por otra parte, Sadatha y Acharya (2017) proponen un indicador basado en las medidas de Alkire et al. (2007) que se sustenta en

ocho categorías de indicadores que se agregan en tres dimensiones, sobre las cuales se determina una media ponderada que asigna el mismo peso a cada una de ellas. Desde una óptica similar, Meyer et al. (2018) plantean un “barómetro” basado en dimensiones objetivas y subjetivas para cuantificar la pobreza energética en Bélgica. Mahmood y Anwar Shah (2017) proponen un indicador multidimensional para Pakistan. Olang et al (2018) aplican, para el caso de Kenia, un análisis basado en la consideración de dimensiones cuyo peso se establece de acuerdo a unos límites fijados de antemano. Aristondo y Onaindia (2018) determinan la pobreza energética a partir del empleo de los indicadores propuestos por Chakravarty y D'Ambrosio (2016), cuantificados sobre tres dimensiones de la pobreza energética, igualmente ponderadas. Wang et al (2015) proponen un indicador basado en aquellos índices que son aplicables para el caso de China (distinguiendo la zona rural y la urbana), el cual se compone de cuatro categorías. Dentro de este enfoque, pero aplicando la metodología fuzzy, Bollino y Botti (2017) analizan la pobreza energética en los países de la UE para el año 2014.

En el segundo enfoque señalado, con determinación endógena de las ponderaciones, podemos referirnos al trabajo de Mangula et al. (2018), los cuales han considerado 8 variables de acceso a la energía en Tanzania, y han aplicado análisis factorial, obteniendo dos factores que sintetizan dichas variables. Por otro lado, Durán y Condori (2016) han realizado un estudio multidimensional para Argentina a partir de 6 variables relacionadas con la pobreza energética, aplicando análisis de componentes principales y han obtenido dos factores, uno de ellos relacionado con el acceso a la energía y el otro con las cargas económicas de la misma, resumiéndolos posteriormente en un Índice General de Pobreza Energética. Israel-Akinwo et al. (2018) realizan para South Africa un estudio basado en el Multidimensional Energy Poverty Index (MEPI), aplicando un análisis de correspondencias múltiple, dada la naturaleza de las variables consideradas.

En este trabajo vamos a aplicar este último enfoque, considerando la multidimensionalidad como punto de partida del estudio de la EP y construyendo un indicador sintético de la pobreza energética basado en la aplicación de la técnica factorial de componentes principales.

### **3. DETERMINACIÓN DE UN INDICADOR SINTÉTICO DE POBREZA ENERGÉTICA**

Como ya se ha señalado, el índice sintético va a ser calculado aplicando la técnica multivariante factorial de componentes principales, la cual es frecuentemente aplicada con esta finalidad, dada su relativa sencillez y su intuitiva interpretación. Dicha técnica es utilizada en muy diversos ámbitos, así podemos referirnos, entre otros muchos campos, a su uso en estudios sobre el bienestar (Distaso, 2007; Ivaldi et al., 2016); disparidades económicas o pobreza (Bin, 2015; Pasha, 2017) o sostenibilidad (Arbolino et al., 2018 y Jiang et al., 2018).

#### **3.1. Indicadores simples**

La construcción de un EPI comienza por la definición de un conjunto de indicadores simples que desde una óptica unidimensional permiten realizar un estudio parcial de la EP. La consideración conjunta de todos ellos posibilita abordar el análisis desde una perspectiva multidimensional mucho más rica, dando lugar a la configuración de un EPI.

Los indicadores simples que van a ser empleados se recogen en la Tabla 1.

Tabla 1. Indicadores simples

Dimensiones	Indicadores simples	Unidades	Denominación
Desigualdad económica y pobreza	Índice de Gini	--	Gini
	Porcentaje de personas en riesgo de pobreza después de transferencias sociales	%	Pobreza
Privación material	Porcentaje de hogares con incapacidad para mantener la vivienda adecuadamente caliente	%	Calefacción inadecuada
	Intensidad de las carencias materiales <sup>2</sup>	Nº de elementos	Carencia
	Porcentaje de hogares con retraso en el pago (cuentas de suministros)	%	Retraso
	Porcentaje de hogares con privación material severa	%	Privación
Económica	Producto Interior Bruto per cápita <sup>3</sup>	%	PIB
	Gasto en energía de los hogares <sup>4</sup>	‰	Gasto energético
Generación distribuida	Ratio Generación Distribuida hidroeléctrica (<1MW) /Generación no Distribuida	--	Mini Hidro
	Ratio Generación Distribuida hidroeléctrica (1-10 MW) /Generación no Distribuida	--	Pequeña Hidro
	Ratio Generación Distribuida energía eólica/Generación no Distribuida	--	Eólica
	Ratio Generación Distribuida energía solar/ Generación no Distribuida	--	Solar

Fuente: elaboración propia.

Proponemos las siguientes dimensiones para la construcción de un indicador sintético de pobreza energética: i) dimensión de desigualdad y pobreza de renta, ii) dimensión de privación material, iii) dimensión económica y iv) dimensión de generación distribuida.

La dimensión de desigualdad y pobreza (i) está constituida por el índice de Gini y el porcentaje de personas en riesgo de pobreza después de transferencias sociales. El índice de Gini mide la desigualdad en la distribución de la renta, variable muy relacionada con la pobreza energética (Kyprianou et al. 2019; Bouzarovski y Tirado

<sup>2</sup> Número medio de elementos de privación material entre las personas con dificultades para llegar a fin de mes.

<sup>3</sup> Porcentaje del total de EU28, partiendo de millones de euros a precios corrientes.

<sup>4</sup> Referido a la estructura del gasto en consumo.

Herrero, 2017), un nivel de desigualdad de renta más elevado puede llevar asociado una mayor pobreza energética. Por otra parte, las personas en riesgo de pobreza también serán más vulnerables a experimentar pobreza energética (EU Energy Poverty Observatory; Papada, 2016; Maxim et al. 2016).

La dimensión de privación material (ii) se centra en diversos aspectos que son habitualmente considerados como factores que intervienen en la pobreza energética, así por ejemplo, se pueden ver los trabajos de Maxim et al. (2016), que consideran diversos índices que clasifican en categorías, siendo una de ellas la referente al bienestar y la privación material y que incluye el porcentaje de hogares con incapacidad para mantener la vivienda adecuadamente caliente y aquellos que presentan retraso en el pago. Mohr (2018) considera en su estudio sobre la EP variables relativas a la temperatura de las viviendas y a su nivel de aislamiento. Lawson et al. (2015) hacen una comparación entre distintas aproximaciones a la pobreza energética en Nueva Zelanda, analizando la carencia de elementos que provoca que las viviendas no tengan la temperatura adecuada.

En la dimensión económica (iii) hemos considerado dos indicadores: el PIB per cápita y el gasto en energía. Maxim et al. (2016) recogen el gasto en energía como una dimensión de la EP y señalan que un alto gasto en energía, en relación a la renta del individuo, hace a los hogares más vulnerables. Alkon et al. (2016) estudian la relevancia del gasto en energía como indicador de la pobreza energética para la India, en el período 1987-2010. González-Eguino (2015) y Arto et al. (2016) ponen de manifiesto la relación existente entre el desarrollo económico (medido por medio del PIB) y el consumo de energía y, por tanto, con la pobreza energética.

Además para analizar la influencia de la generación distribuida como herramienta para paliar la pobreza energética se ha considerado la dimensión denominada de generación distribuida (iv). Esta dimensión está constituida por los ratios de la DG de la Mini hidropower, Small hidropower, wind y solar en relación a la generación no distribuida.

### **3.2. Evolución de la Pobreza Energética a partir de un Índice Sintético**

Comenzaremos por analizar cómo ha evolucionado la pobreza energética en los años 2008 y 2017, dado que este último es el momento más actual para el que se dispone de datos de los índices considerados y, por otra parte, se trata de un período lo suficientemente amplio para permitir determinar la evolución de la EP. El planteamiento

que se realizará consistirá en determinar el EPI en ambos años para conocer cómo ha variado la pobreza energética.

Se ha comenzado realizando el contraste de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) y la prueba de esfericidad de Bartlett. El objetivo de ambas técnicas es determinar si la aplicación del análisis factorial es adecuada. Los resultados obtenidos del KMO son similares, ligeramente más altos en 2017 (0.758) que en 2008 (0.737) y adecuados, dado que cuanto más se aproximen a la unidad la relación entre las variables es más alta. Por otra parte, las probabilidades asociadas a los valores de la prueba de esfericidad de Bartlett coinciden en ambos casos y los resultados muestran ( $p < 0.05$ ) que es adecuado aplicar el análisis factorial a los datos disponibles.

Se han retenido dos factores, siendo la proporción de inercia ligeramente superior en 2008. Ambos factores explican el 80.85% de las variables iniciales en 2008 y el 77.13% en 2017, por lo tanto, el nivel de explicación es adecuado en los dos casos.

Los valores de las comunalidades se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Comunalidades

Variables	2008	2017
Gini	0.841	0.881
Pobreza	0.822	0.752
Carencia	0.898	0.787
Calefacción inadecuada	0.722	0.799
Gasto energético	0.830	0.708
GDP	0.717	0.684
Privación	0.915	0.914
Retraso	0.724	0.646

Fuente: Elaboración propia

Nota: Método de extracción: Análisis de Componentes Principales.

En términos generales las variables se encuentran bien representadas por los factores retenidos en los dos años considerados, siendo el nivel de explicación en general algo menor en 2017, fundamentalmente en *Retraso* o en *GDP*, en la que se alcanzan valores inferiores a 0.7. En 2008, las variables mejor representadas son *Privación* y *Carencia*, que lo están en un 91.5% y un 89.8%, respectivamente. Mientras que en 2017, lo son *Privación* (en un 91.4%) y *Gini* (en un 88.1%).

Las matrices de componentes rotados en ambos años se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3. Matriz de componentes rotados

	Componentes 2008			Componentes 2017	
	1	2		1	2
Gini	0.917	0.004	Gini	0.939	-0.017
Pobreza	0.905	0.052	Pobreza	0.867	0.015
Calefacción inadecuada	0.729	0.436	Calefacción inadecuada	0.840	0.306
Carencia	0.681	0.659	Privación	0.747	0.596
Retraso	0.651	0.548	Carencia	0.657	0.596
Privación	0.649	0.603	Retraso	0.610	0.523
Gasto energético	-0.159	0.897	Gasto energético	-0.078	0.838
GDP	-0.301	-0.791	GDP	-0.226	-0.795

Fuente: Elaboración propia

Nota: Método de extracción: Análisis de Componentes Principales. Método de rotación: Varimax con normalización de Kaiser. La rotación convergió en tres iteraciones.

Por lo que se refiere a la situación en ambos años considerados podemos apreciar que el primer factor que se encuentra relacionado con las variables *Gini*, *Poverty*, *Inadequateky warm*, *Carencia*, *Privación* y *Retraso* representa la vulnerabilidad y pobreza de los hogares. Este factor presenta una capacidad explicativa del 62.5% en 2008 y de 59.4% en 2017. El segundo factor se encuentra relacionado con las variables *Gasto energético* y *GDP*, es un eje que recoge variables económicas referidas al sector energético y al desarrollo del país, muestra una capacidad explicativa del 18.33% en el primer año considerado y de 17.72% en el segundo.

Para construir el indicador sintético se recogen las puntuaciones factoriales asociadas a las variables iniciales, las cuales han sido determinadas a partir del método de regresión.

Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4: Factor scores matrix (2008 y 2017)

	Puntuaciones de componentes 2008			Puntuaciones de componentes 2017	
	1	2		1	2
Pobreza	0.340	-0.187	Gini	0.340	-0.222
Carencias	0.110	0.165	Pobreza	0.307	-0.188
Calefacción inadecuada	0.181	0.044	Carencias	0.100	0.183
Gasto energético	-0.273	0.480	Calefacción inadecuada	0.231	-0.019
GDP	0.069	-0.319	Gasto energético	-0.218	0.485
Privación	0.087	0.194	GDP	0.099	-0.392
Retraso	0.124	0.117	Privación	0.133	0.163
Gini	0.355	-.0214	Retraso	0.100	0.154

Fuente: Elaboración propia

Nota: Método de extracción: Análisis de Componentes Principales. Método de rotación: Varimax con normalización de Kaiser.

A partir de los resultados presentados en la tabla anterior y de la capacidad explicativa de cada factor se define y determina el EPI correspondiente como la media ponderada de los coeficientes de las puntuaciones de las componentes por la proporción de la varianza explicada.

Los resultados referidos a los coeficientes que permiten determinar el EPI se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5. Determinación de los EPI, coeficientes asociados a las variables (2008 y 2017)

VARIABLES	Coeficientes (2008)	VARIABLES	Coeficientes (2017)
Poverty	17.799	Gini	16.2578
Carencia	9.874	Poverty	14.9043
Inadequately warm	12.105	Carencia	9.2184
Gasto energético	-8.268	Inadequately warm	13.3982
GDP	-1.543	Gasto energético	-4.3406
Privación	8.989	GDP	-1.0695
Retraso	9.917	Privación	10.7734
Gini	18.303	Retraso	8.6598

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 6 se presentan los valores del EPI para cada uno de los países considerados en los años 2008 y 2017, ordenados por cuartiles, así como la tasa de variación entre ambos períodos.

Tabla 6. Indicador sintético para los países de la UE. 2018 y 2017

	EPI 2017		EPI 2008	Tasa de variación (%)
Primer cuartil				
Czechia	6.571	Croatia	682.80	-3.76
Finland	7.27.5	Denmark	754.75	-3.60
Netherlands	7.44.05	Netherlands	774.27	-3.90
Denmark	7.62.20	Czechia	790.11	-3.53
Slovakia	7.68.96	Luxembourg	802.00	-4.12
Sweden	777.35	Sweden	824.79	-5.75
Austria	801.68	Slovakia	863.00	-7.11
Segundo cuartil				
Slovenia	835.51	Finland	872.74	-4.27
Germany	845.53	Slovenia	941.13	-10.16
Belgium	855.28	Austria	942.22	-9.23
Luxembourg	860.61	France	970.72	-11.34
France	865.95	Belgium	971.02	-10.82
Malta	913.43	Germany	1010.13	-9.57
Poland	944.14	Ireland	1028.04	-8.16
Tercer cuartil				
Ireland	957.82	Malta	1033.84	-7.35
United Kingdom	986.83	Estonia	1066.48	-7.47
Estonia	988.93	Spain	1122.80	-11.92
Hungary	1052.79	Hungary	1123.01	-6.25
Spain	1132.44	United Kingdom	1140.25	-0.68
Croatia	1203.35	Italy	1279.50	-5.95
Italy	1219.01	Cyprus	1352.56	-9.87
Sobre el tercer cuartil				
Portugal	1241.78	Poland	1413.76	-12.16
Latvia	1274.02	Greece	1445.07	-11.84
Cyprus	1313.45	Lithuania	1479.31	-11.21
Romania	1421.01	Portugal	1557.89	-8.79
Lithuania	1571.67	Latvia	1667.58	-5.75
Greece	1781.12	Romania	1931.16	-7.77
Bulgaria	2118.68	Bulgaria	2576.77	-17.78

Fuente: Elaboración propia

Los países que se encuentran situados en los primeros cuartiles son los que presentan menores valores de pobreza energética y, por lo tanto, están en una mejor situación respecto a este aspecto. Por el contrario, los países que aparecen en los cuartiles más elevados, tienen asociados mayores valores del indicador y de pobreza energética.

El cambio en el posicionamiento de un cuartil más alto a otro más bajo indica una disminución en su nivel de pobreza energética y viceversa.

Según se aprecia en la tabla anterior, los países con mayor pobreza energética (sobre el tercer cuartil) tanto en 2008 como en 2017 son Bulgaria, Rumania, Latvia, Portugal, Lituania, Grecia y Polonia. Como es bien sabido los países del Sur y del Este europeo son los que sufren en mayor medida pobreza energética, en este sentido pueden verse los trabajos de Papada and Kaliampakos (2016) relativo a Grecia y el de Kryk (2019) sobre Polonia y en el que realiza una comparación con la media europea. En el estudio realizado por Lenz y Grgurev (2017) se considera el nivel de pobreza energética de Bulgaria, Croacia y Rumania, señalando que los tres países presentan dificultades relativas, por ejemplo, la deficiente capacidad de mantener los hogares con una temperatura adecuada, debida a los precios del gas y de la electricidad. Simoes et al. (2016) hacen una descripción desagregada geográficamente de causas de la EP para Portugal, considerando la estructura socioeconómica de los hogares. Mazurkiewicz y Lis (2018) realizan un estudio comparativo entre diferentes países del Centro y del Este de Europa, señalando que países como Latvia y Lithuania presentan graves problemas de acceso a la energía y, especialmente el primero, en relación a la eficiencia energética.

En lo referente a los países con menor pobreza energética (se encuentran en el primer cuartil) se puede apreciar que hay similitudes y diferencias en los dos años considerados. Los países que aparecen en dicho cuartil en ambos períodos son Dinamarca, Czekia, Países Bajos, Suecia y Slovakia; sin embargo, Croacia y Luxemburgo estarían entre los más igualitarios sólo en 2008 y Finlandia y Austria sólo en 2017. En el trabajo de Dubois y Meier (2016) se muestra que Dinamarca, Países Bajos, Suecia, Luxemburgo, Finlandia y Austria presentan pequeños valores del indicador referido a la asequibilidad; los países anteriormente citados junto con Czekia y Slovakia tienen bajos niveles del indicador que cuantifica la imposibilidad de mantener la vivienda con la temperatura adecuada. Croacia, por su parte, presenta niveles bajos del indicador de problemas de eficiencia energética y del índice de privación de servicios energéticos. A similares resultados se llega en el trabajo de Thomson et al. (2017) en el que se realiza un estudio comparativo de los países europeos en el que se consideran la pobreza energética, la salud y el bienestar de los ciudadanos. Maxim et al. (2016) emplean para cuantificar la pobreza energética un

indicador compuesto a partir de diferentes dimensiones, con el que obtienen unos resultados que concuerdan con los obtenidos en el presente trabajo. Asimismo, en un informe realizado en el European Energy Network (2019) relativo a la pobreza energética en países europeos, en el que se recogen diferentes indicadores primarios como el retraso en el pago de facturas o el gasto en energía, entre otros, se presentan resultados similares a los obtenidos en este estudio.

Los países que han mejorado su posición (disminuido su nivel de pobreza energética) han sido: Austria, Polonia, Finlandia y Malta. Aquellos territorios que han empeorado su posición (aumentado su nivel de pobreza energética) fueron Irlanda, Croacia, Chipre y Luxemburgo. El resto de países han mantenido su posición dentro de los cuartiles y no han experimentado variación en lo que se refiere al valor de su indicador sintético.

Como puede apreciarse en la Tabla 6 en la mayoría de los países la pobreza energética ha disminuido, con algunas excepciones como son: Dinamarca y España, donde la pobreza energética ha subido ligeramente (la tasa de crecimiento es inferior al 1%); en Lituania y Luxemburgo dicha tasa ha aumentado de manera moderada (por debajo del 8%) y por último, Croacia y Grecia donde la tasa de crecimiento ha sido muy elevada. Los resultados para el caso de España coinciden con los presentados en el Informe de Pobreza Energética en España (2018) de la Asociación de Ciencias Ambientales (ACA), donde se analiza la evolución de algunos indicadores que muestran un aumento de la pobreza energética entre los años considerados en este estudio. En el trabajo de Thomson y Bouzarovski (2018) se analiza la evolución, entre otros, de los indicadores retraso en el pago de las cuentas en el período 2010-2016, obteniendo resultados que corroboran los mostrados en este estudio.

#### **4. LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA Y LA POBREZA ENERGÉTICA**

A continuación pasaremos a analizar el papel que juega la generación distribuida como mecanismo de reducción de la pobreza energética. Para ello se definirá un nuevo indicador sintético en el que además de las variables ya consideradas, se tendrán en cuenta las relativas a la generación distribuida.

#### 4.1 La Generación Distribuida Renovable como instrumento para la reducción de la pobreza energética

A continuación, se construirá un nuevo índice de pobreza energética, que denominaremos  $EPI_{DG}$  incluyendo las variables relativas a la generación distribuida renovable: *Mini hidro*, *Pequeña hidro*, *Eólica* y *Solar*, las cuales ya han sido definidas como ratios en la tabla 1.

Comenzamos el proceso de determinación del  $EPI_{DG}$  referido al año 2017<sup>5</sup>, con el cálculo de la medida KMO, para la que se obtiene un valor de 0.588, que no es muy elevado<sup>6</sup>, sin embargo, el valor (279.28) y la probabilidad (0.000) obtenidas en la prueba de esfericidad de Bartlett sí son adecuados. El número de factores retenidos es de 3 y proporcionan un nivel de explicación de las variables iniciales de 77.64%.

En lo que se refiere a las comunalidades y a los factores retenidos se obtienen los resultados presentados en la Tabla 7.

Tabla 7. Comunalidades y componentes retenidas rotadas

Variables	Comunalidades	1	2	3
Gini	0.875	0.926	0.104	-0.078
Calefacción inadecuada	0.803	0.867	-0.058	0.220
Pobreza	0.743	0.857	0.086	-0.037
Privación	0.913	0.802	-0.099	0.510
Carencia	0.795	0.705	-0.007	0.545
Retraso	0.666	0.669	-0.221	0.412
Solar	0.863	0.024	0.929	0.004
Mini Hidro	0.852	-0.039	0.922	-0.034
Pequeña Hidro	0.723	0.071	0.840	-0.115
Eólica	0.652	-0.087	0.787	-0.156
Gasto energético	0.729	-0.006	-0.200	0.830
GDP	0.702	-0.293	0.004	-0.785

Nota: Método de extracción: Análisis de Componentes Principales. Método de rotación: Varimax con normalización de Kaiser. La rotación convergió en tres iteraciones.

En la Tabla 7 se aprecia que las variables están, en términos generales, adecuadamente representadas por los factores retenidos, siendo las mejor explicadas *Privación* y *Gini*.

Como ya se ha señalado, se han retenido tres factores, el primero de ellos se encuentra relacionado con las variables *Gini*, *Pobreza*, *Calefacción Inadecuada*, *Carencia*, *Privación* y *Retraso*, se trata de un factor que explica la desigualdad de la distribución de la renta y la pobreza y vulnerabilidad de los hogares. El porcentaje de varianza explicada asociado a este factor es de 40.67%. El segundo factor recoge las variables

<sup>5</sup> Se ha calculado el  $EPI_{DG}$  para el año 2017, dado que no se disponían de datos para todas las variables consideradas en 2008.

<sup>6</sup> Se suele tomar como 0,6 el valor a partir del cual la adecuación muestral es aceptable.

que relativas a las fuentes de generación distribuida que hemos considerado en este trabajo: *Solar*, *Mini Hidro*, *Pequeña Hidro* y *Wind*, es decir, es un eje que recoge el uso de la generación distribuida como medida para paliar la pobreza energética. Su capacidad explicativa es del 26.47%. Por último, el tercer factor relacionado con las variables *Gasto Energético* y *GDP*, es un eje referido al sector energético y al nivel de desarrollo del país (dimensión económica) y presenta una capacidad explicativa del 10.69%. Como puede observarse las variables asociadas a los factores primero y tercero son coincidentes con las obtenidas en el análisis sin generación.

Las puntuaciones factoriales y los coeficientes correspondientes a cada variable del indicador sintético aparecen recogidos en la Tabla 8.

Tabla 8. Factor scores y coeficientes del EPI<sub>DG</sub>

	Puntuaciones de componentes			Coeficientes EPI <sub>DG</sub>
	1	2	3	
Gini	0.312	0.002	-0.240	10.1170
Poverty	0.282	0.002	-0.200	9.3078
Carencia	0.109	0.039	0.196	7.5270
Inadequately warm	0.233	-0.018	-0.054	8.3649
Gasto energético	-0.177	0.024	0.512	-1.0463
GDP	0.076	-0.077	-0.440	-3.6626
Privación	0.150	0.001	0.142	7.6319
Retraso	0.132	-0.047	0.095	5.0994
Mini Hidro	-0.029	0.307	0.088	7.8670
Small Hidro	-0.025	0.268	0.003	8.1442
Wind	-0.015	0.250	0.005	6.0594
Solar	-0.018	0.312	0.099	8.5982

Fuente: elaboración propia. Nota: Método de extracción: Análisis de Componentes Principales. Método de rotación: Varimax con normalización de Kaiser.

A partir de los resultados presentados en la Tabla 8 y de la capacidad explicativa de cada uno de los tres factores retenidos, se determina el EPI<sub>DG</sub> correspondiente. En la Tabla 9 se presentan los resultados para los diferentes países considerados.

Tabla 9. Clasificación de los países en cuartiles según su EPI<sub>DG</sub>

	País	EPI <sub>DG</sub>
Primer cuartil	Czechia	4,194
	Finland	4,575
	Netherlands	4,697
	Sweden	4,896
	Slovakia	4,915
	Denmark	4,937
	Austria	5,137
Segundo Cuartil	Slovenia	5,265
	Germany	5,361
	Luxembourg	5,378
	Belgium	5,415
	France	5,461
	Malta	5,748
	Ireland	6,029
Tercer cuartil	Poland	6,192
	United Kingdom	6,224
	Estonia	6,251
	Hungary	6,725
	Spain	7,157
	Croatia	7,653
	Italy	7,768
Por encima del tercer cuartil	Portugal	7,872
	Latvia	8,082
	Cyprus	8,302
	Romania	9,088
	Lithuania	10,114
	Greece	11,267
	Bulgaria	13,488

Fuente: elaboración propia

Se puede apreciar que los países con una pobreza energética (de acuerdo a las variables consideradas) más elevada (por encima del tercer cuartil) son: Portugal, Latvia, Chipre, Rumania, Lituania, Grecia y Bulgaria. Entre los que aparecen con un menor índice (primer cuartil) están: Slovakia, Austria, Czechia, Suecia, Finlandia, Países Bajos y Dinamarca. El resto de países se agrupan en situaciones intermedias (cuartiles segundo y tercero).

Existen sólo dos diferencias en la agrupación de los países según consideremos el EPI o el EPI<sub>DG</sub>: Irlanda que ha pasado de situarse del cuartil tercero al segundo, y por lo tanto mejorado su nivel de pobreza energética y Polonia que ha experimentado el cambio contrario (del cuartil segundo al tercero) y, por lo tanto, empeorado en cuanto a su nivel de EP.

Asimismo, si se comparan la Tabla 6 donde se muestran los resultados del EPI para 2017 (sin generación distribuida) y de la Tabla 9 puede derivarse que la generación distribuida hace disminuir los valores de pobreza energética en todos los países analizados, es decir, constituye una “medida” que podría reducir la pobreza energética.

## **5. CONCLUSIONES**

En este trabajo se ha estudiado la pobreza energética para los 28 países de la Unión en 2008 y 2017. Además se ha analizado la capacidad que tiene la generación distribuida renovable para reducir la pobreza energética.

Mediante la construcción de un indicador sintético se ha podido cuantificar el nivel de pobreza energética para los 28 países miembros de la UE. Para la construcción de dicho índice se ha utilizado el análisis factorial de componentes principales y considerado variables que se han agrupado en las dimensiones denominadas de desigualdad y pobreza, de privación material y la económica. Los resultados obtenidos muestran que Bulgaria, Rumania, Grecia, Latvia y Lituania se encuentran entre los países que presentan una mayor pobreza energética. Los países con menor pobreza energética son Dinamarca, Suecia, Finlandia, Países Bajos y Slovakia, entre otros.

Al comparar los valores del EPI en los dos momentos temporales considerados se obtiene que en la mayoría de las naciones la EP ha disminuido, con las salvedades de Dinamarca, España, Croacia, Grecia, Lituania y Luxemburgo, en los que ha aumentado, en mayor o menor medida.

Al incluir como una otra dimensión la generación distribuida renovable y recalcular el EPI se ha mostrado una reducción del mismo en todos los países, lo que demuestra la capacidad de esta nueva dimensión para actuar como mecanismo reductor de la pobreza energética.

Sin embargo, a pesar de su beneficio contra la pobreza energética, las tecnologías energéticas RDG y Minigeneración deberían superar una serie de barreras económicas, socioculturales, técnicas, institucionales y ambientales para su futura difusión. De hecho, Balcombe et al. (2013) y Yaqoot et al. (2016) señalaron que las barreras financieras (altos costes de inversión y mantenimiento, poco poder adquisitivo y otras prioridades de gasto, falta de acceso al crédito o pérdida de dinero de la inversión al mudarse de la casa) y barreras sociales (falta de información o conciencia) o las barreras

tecnológicas (falta de rendimiento o fiabilidad del sistema) son las más críticas para aumentar el despliegue de sistemas descentralizados de energía renovable.

Con respecto a las barreras financieras, para superarlas, se recomiendan incentivos financieros como préstamos blandos o subsidios de capital para los usuarios. En ese sentido, muchos países de la UE han adoptado esquemas de apoyo para fomentar la electricidad generada a partir de fuentes renovables RES-E (del Rio y Mir-Artigues 2014 para una revisión de los instrumentos de apoyo), como tarifas de alimentación. Centrándose en Alemania, Noruega y el Reino Unido, Inderberg et al. (2018) exploró los principales factores que influyen en los hogares privados que utilizan la energía fotovoltaica para la microgeneración y descubrió que un esquema de apoyo generoso y estable surgió como un factor importante para promover el prosumimiento en los sistemas eléctricos nacionales, aunque los bajos precios de la electricidad de Noruega funcionan en la dirección opuesta. Balcombe et al. (2013) descubrieron que aunque las tarifas de alimentación han aumentado la adopción de tecnologías de energía de microgeneración en el Reino Unido, las políticas no abordan suficientemente la barrera más importante que son los costes de capital. Sin embargo, el aumento de las plantas RDG aumenta el coste de soporte, convirtiéndose en una política insostenible a largo plazo. Por esta razón, algunos de los reguladores de la UE están reduciendo o deteniendo este apoyo a RDG. Candas et al. (2019) demostraron que es posible abolir el apoyo de tarifas de alimentación sin detener el despliegue fotovoltaico, pero solo promoviendo niveles más altos de autoconsumo general (es decir, una mejora del autoconsumo entre 30% - 40% parece ser crucial para el caso de Alemania). Con el fin de promover el autoconsumo, se podrían introducir algunos esquemas de apoyo adicionales como la promoción de la instalación de unidades de microgeneración por hogar a través de reembolsos o alentar el cambio de carga consciente a través de precios minoristas de electricidad variables o sistemas de medición inteligentes. Además, nuevas reducciones en los costes de la tecnología pueden ayudar a reducir la necesidad de soporte, como Inderberg et al. (2018) destacado.

Kyprianou et al. (2019) proporcionan una visión general de las políticas seleccionadas para la promoción de tecnologías renovables en los hogares de algunos países de la UE (Chipre, España, Portugal, Bulgaria y Lituania), centrándose en medidas para el alivio de la pobreza energética. Indican que, aunque la tendencia general son los presupuestos

cada vez más disponibles, las subvenciones máximas y las capacidades permitidas para las instalaciones de RES, faltan medidas dedicadas a promover la integración de RDG en hogares vulnerables. Por ejemplo, Chipre y España promueven tecnologías indirectamente renovables a través de mayores montos subsidiados a consumidores vulnerables (suponiendo que puedan proporcionar el resto de la inversión). En Bulgaria, no hay beneficios adicionales para los hogares de bajos ingresos para la adopción de tecnologías de energía renovable de microgeneración. En cambio, los hogares portugueses de bajos ingresos reciben beneficios directos a través de programas que promueven mejoras en los hogares vulnerables y Lituania ofrece préstamos a bajo interés (blandos) a los hogares y un subsidio del 100% para las familias de bajos ingresos. Con respecto a las barreras sociales, la aceptación pública, la participación de la comunidad local y la conciencia de la generación de RDG se han convertido en temas importantes.

Por ejemplo, Balcombe et al. (2013) señalaron que una de las barreras encontradas está relacionada con la desaprobación y molestia del vecindario, ya que la pequeña instalación renovable no se vería bien o los parques solares o eólicos al lado de una aldea podrían dañar el turismo rural. Sonnberger y Ruddat (2017) a través de una encuesta probaron la aceptación local de parques eólicos (aceptación de parques eólicos situados a 500 m de la casa de los encuestados) en Alemania. Para el caso de Italia, el análisis realizado por Carrosio y Scotti (2019) sugirió que el despliegue de parques eólicos está influenciado por la forma en que el contexto territorial se desestabiliza por las perturbaciones del paisaje energético.

En esta línea, Schumacher et al. (2019) al realizar una encuesta en línea para los habitantes alemanes, franceses y suizos mostró que la aceptación pública depende de la tecnología renovable, la dimensión de la aceptación social (dimensión sociopolítica versus local y comunitaria) y las experiencias previas con tecnologías renovables.

Cabe señalar que la investigación empírica se ha realizado a nivel de país, pero una investigación a nivel local podría dar más luz sobre las ventajas de la RDG para satisfacer las necesidades de las comunidades que viven en zonas rurales y remotas. La Agencia Internacional de Energía (2017) señaló que descentralizado será la opción más rentable para el 70% de la población en las zonas rurales en el futuro. De hecho, algunos investigadores (Yadav et al. 2019 y Ulsrud et al. 2018, entre otros) han demostrado

cómo la tecnología solar descentralizada es una tecnología resistente que puede apoyar la transformación de energía en comunidades rurales socialmente desfavorecidas. Otro estudio se centrará en el efecto del despliegue de RDG en la pobreza energética en las zonas rurales de los países de la UE.

### **Agradecimientos**

Este trabajo ha sido realizado dentro del proyecto ENE2016-80053-R del Ministerio de Economía, Industria y Competitividad de España.

### **6.REFERENCIAS**

- Alkire, S. y Foster, J. (2007). *Counting and Multidimensional Poverty Measurement OPHI Working Paper 7*
- Alkon, M., Harish, S. P. & Urpelainen, J. (2016). “Household energy access and expenditure in developing countries: Evidence from India, 1987–2010”. *Energy for Sustainable Development*, 35, 25-34.
- Arbolino, R., De Simone, L., Carlucci, F., Yigitcanlar, T. & Ioppolo, G. (2018). “Towards a sustainable industrial ecology: Implementation of a novel approach in the performance evaluation of Italian regions”. *Journal of Cleaner Production*, 178, 220-236.
- Aristondo, O. & Onaindia, E. (2018). “Counting energy poverty in Spain between 2004 and 2015”. *Energy policy*, 113, 420-429.
- Arto, I., Capellán-Pérez, I., Lago, R., Bueno, G. & Bermejo, R. (2016). “The energy requirements of a developed world”. *Energy for Sustainable Development*, 33, 1-13.
- Asociación de Ciencias Ambientales (ACA): <https://www.cienciasambientales.org.es>
- Bin, P. (2015). *Regional Disparity and Dynamic Development of China: a Multidimensional Index*. University Library of Munich, Germany.
- Balcombe, P., Rigby, D. & Azapagic, A. (2013). “Motivations and barriers associated with adopting microgeneration energy technologies in the UK”. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 22, 655-666.
- Baruah, D. C., & Enweremadu, C. C. (2019). “Prospects of decentralized renewable energy to improve energy access: A resource-inventory-based analysis of South Africa”. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 103, 328-341.
- Boardman, B. (1991): *Fuel poverty: from cold homes to affordable warmth*. London, New York: Belhaven Press.
- Bollino, C. A. & Botti, F. (2017). “Energy poverty in Europe: A multidimensional approach”. *PSL Quarterly Review*, 70(283), 473-507.
- Bonatz, N., Guo, R., Wu, W. & Liu, L. (2019). “A comparative study of the interlinkages between energy poverty and low carbon development in China and Germany by developing an energy poverty index”. *Energy and Buildings*, 183, 817-831.
- Bouzarovski, S. & Petrova, S. (2015): “A global perspective on domestic energy deprivation: Overcoming the energy poverty-fuel poverty binary”. *Energy Research & Social Science*, 10, 31-40.
- Bouzarovski, S., Petrova, S. & Sarlamanov, R. (2012): Energy poverty policies in the EU: A critical perspective. *Energy Policy*, 49, 76-82.

- Bouzarovski, S. & Tirado, S. (2017). “Geographies of injustice: the socio-spatial determinants of energy poverty in Poland, the Czech Republic and Hungary”. *Post-Communist Economies*, 29(1), 27-50.
- Bradshaw, J. & Hutton, S. (1983): “Social policy options and fuel poverty”. *Journal of Economic Psychology*, 3, 3-4, 246-266.
- Candas, S., Siala, K. & Hamacher, T. (2019). “Sociodynamic modeling of small-scale PV adoption and insights on future expansion without feed-in tariffs”. *Energy Policy*, 125, 521-536.
- Carrosio, G. & Scotti, I. (2019). “The ‘patchy’ spread of renewables: A socio-territorial perspective on the energy transition process”. *Energy Policy*, 129, 684-692.
- Comisión Europea (2016): <https://ec.europa.eu/energy/en/news/commission-proposes-new-rules-consumer-centred-clean-energy-transition>
- Chaurey, A., & Kandpal, T. C. (2010). “Assessment and evaluation of PV based decentralized rural electrification: An overview”. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(8), 2266-2278.
- DECC (2015): *Annual Fuel Poverty Statistics Report, 2015*. Department of Energy and Climate Change.
- Deichmann, U., Meisner, C., Murray, S., & Wheeler, D. (2011). “The economics of renewable energy expansion in rural Sub-Saharan Africa”. *Energy Policy*, 39(1), 215-227.
- Del Rio, P. & Mir-Artigues, P. (2014). “Combinations of support instruments for renewable electricity in Europe: A review”. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 40, 287-295.
- Distaso, A. (2007). “Well-being and/or quality of life in EU countries through a multidimensional index of sustainability”. *Ecological Economics*, 64(1), 163-180.
- Dubois, U. & Meier, H. (2016): “Energy affordability and energy inequality in Europe: implications for policymaking”. *Energy & Social Science*, 18, 21-35.
- Durán, R. y Condori, M. (2016): *Índice multidimensional de pobreza energético para Argentina: su definición, evaluación y resultados al nivel de departamentos para el año 2010*. Acta de la XXXIX Reunión de Trabajo de la Asociación Argentina de Energías Renovables y medio Ambiente, 4, 12.27-12.38.
- EUROSTAT (2018): *EU Survey on Income and Living Conditions (EU-SILC)*. EU Energy Poverty Observatory.
- EUROSTAT (2018): *EU Survey on Income and Living Conditions (EU-SILC)*.
- Foster, J., Greer, J., & Thorbecke, E. (2010). “The Foster–Greer–Thorbecke (FGT) poverty measures: 25 years later”. *The Journal of Economic Inequality*, 8(4), 491-524.
- González-Eguino, M. (2015). “Energy poverty: An overview”. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 47, 377-385.
- Inderberg, T. H. J., Tews, K. & Turner, B. (2018). “Is there a Prosumer Pathway? Exploring household solar energy development in Germany, Norway, and the United Kingdom”. *Energy Research & Social Science*, 42, 258-269.
- International Energy Agency (2017), *World Energy Outlook 2017 - From Poverty to Prosperity*, Available: IEA, 2017 (Accessed 30 June 2019), <https://www.iea.org/newsroom/news/2017/march/world-energy-outlook-2017-to-include-focus-on-chinas-energy-outlook-and-the-natu.html>
- Israel-Akinbo, S., Snowball, J. & Fraser, G. (2018). “An Investigation of Multidimensional Energy Poverty among South African Low-income Households”. *South African Journal of Economics*, 86(4), 468-487.

- Ivaldi, E., Bonatti, G. & Soliani, R. (2016). "The construction of a synthetic index comparing multidimensional well-being in the European Union". *Social Indicators Research*, 125(2), 397-430.
- Jiang, Q., Liu, Z., Liu, W., Li, T., Cong, W., Zhang, H. & Shi, J. (2018). "A principal component analysis based three-dimensional sustainability assessment model to evaluate corporate sustainable performance". *Journal of Cleaner Production*, 187, 625-637
- Kryk, B. (2019). "Providing sustainable energy in Poland in comparison to the European Union in light of the seventh goal of the 2030 Agenda". *Ekonomia i Środowisko*.
- Kyprianou, I., Serghides, D. K., Varo, A., Gouveia, J. P., Kopeva, D. y Murauskaite, L. (2019). "Energy poverty policies and measures in 5 EU countries: A comparative study". *Energy and Buildings*, 196, 46-60.
- Lenz, N. V. & Grgurev, I. (2017). "Assessment of energy poverty in new European Union member states: The case of Bulgaria, Croatia and Romania". *International Journal of Energy Economics and Policy*, 7(2), 1-8.
- Lewis (1982): *Fuel poverty can be Stopped. National Right to Fuel Campaign. Bradford*.
- Mahmood, R. & Shah, A. (2017). "Deprivation counts: An assessment of energy poverty in Pakistan". *The Lahore Journal of Economics* 22: 1, 109–132.
- Mangula, M. S., Kuzilwa, J. A., Msanjila, S. S. y Legonda, I. A. (2018): "Indicators of energy access in rural areas of Tanzaniaan application of confirmatory factor analysis approach". *Independent Journal of Management & Production*, I, 9, 2, 1068-1078.
- Maxim, A., Mihai, C., Apostoaie, C. M., Popescu, C., Istrate, C. & Bostan, I. (2016). "Implications and measurement of energy poverty across the European Union". *Sustainability*, 8(5), 483.
- Mazurkiewicz, J. & Lis, P. (2018). Diversification of energy poverty in Central and Eastern European countries. *Virtual Economics*, 1(1), 26-41.
- Meyer, S., Laurence, H., Bart, D., Lucie, M. & Kevin, M. (2018). "Capturing the multifaceted nature of energy poverty: Lessons from Belgium." *Energy research & social science*, 40, 273-283.
- Mohr, T. M. (2018). "Fuel poverty in the US: Evidence using the 2009 Residential Energy Consumption Survey". *Energy Economics*, 74, 360-369.
- Nussbaumer, P., Nerini, F., Onyeji, I. & Howells, M. (2013). "Global insights based on the multidimensional energy poverty index (MEPI)". *Sustainability*, 5(5), 2060-2076.
- Okushima, S. (2017). "Gauging energy poverty: A multidimensional approach". *Energy*, 137, 1159-1166.
- Olang, T. A., Esteban, M. & Gasparatos, A. (2018). Lighting and cooking fuel choices of households in Kisumu City, Kenya: A multidimensional energy poverty perspective. *Energy for Sustainable Development*, 42, 1-13.
- Oldfield, E. (2011). "Addressing energy poverty through smarter technology". *Bulletin of Science, Technology & Society*, 31(2), 113-122.
- Papada, L. & Kaliampakos, D. (2016). "Measuring energy poverty in Greece". *Energy Policy*, 94, 157-165.
- Pasha, A. (2017). Regional perspectives on the multidimensional poverty index. *World Development*, 94, 268-285.

- Sadath, A. C. & Acharya, R. H. (2017). "Assessing the extent and intensity of energy poverty using Multidimensional Energy Poverty Index: Empirical evidence from households in India". *Energy Policy*, 102, 540-550.
- Scarpellini, S., Rivera, P., Suárez, I. & Aranda, A. (2015): "Analysis of energy poverty intensity from the perspective of the regional administration: Empirical evidence from households in southern Europe". *Energy Policy* 86, 729-738.
- Schumacher, K., Krones, F., McKenna, R., & Schultmann, F. (2019). "Public acceptance of renewable energies and energy autonomy: A comparative study in the French, German and Swiss Upper Rhine region". *Energy policy*, 126, 315-332.
- Simoës, S. G., Gregório, V. & Seixas, J. (2016). "Mapping fuel poverty in Portugal". *Energy Procedia*, 106, 155-165.
- Sonnberger, M., & Ruddat, M. (2017). "Local and socio-political acceptance of wind farms in Germany". *Technology in Society*, 51, 56-65.
- Thomson, H. & Bouzarovski, S. (2018). *Addressing Energy Poverty in the European Union: State of Play and Action*. EU Energy Poverty Observatory, Manchester.
- Thomson, H., Bouzarovski, S. & Snell, C. (2017): "Rethinking the measurement of energy poverty in Europe: A critical analysis of indicators and data". *Indoor and Built Environment*, 26(7), 879-901.
- Thomson, H., Snell, C. & Bouzarovski, S. (2017). "Health, well-being and energy poverty in Europe: A comparative study of 32 European countries". *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(6), 584. doi:<http://dx.doi.org/10.3390/ijerph14060584>
- Tirado, S. y Jiménez, L. (2018): *Desigualdad energética: un análisis del consumo de energía doméstica en España desde el punto de vista de la equidad social*. En: *3er Informe sobre la desigualdad en España, 2018*. Fundación Alternativas, Madrid, 2018, 279-312.
- Ulsrud, K., Rohrer, H., Winther, T., Muchunku, C., & Palit, D. (2018). "Pathways to electricity for all: What makes village-scale solar power successful?" *Energy research & social science*, 44, 32-40.
- Vallvé, X. (2016): "Pobreza energética. La cuestión conceptual. Pobreza, precariedad o vulnerabilidad energética. La medición de fenómeno". *Revista de Treball Social*, 209, 42-56
- Wang, K., Wang, Y. X., Li, K., & Wei, Y. M. (2015). "Energy poverty in China: An index based comprehensive evaluation". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 47, 308-323.
- Yadav, P., Malakar, Y., & Davies, P. J. (2019). "Multi-scalar energy transitions in rural households: Distributed photovoltaics as a circuit breaker to the energy poverty cycle in India", *Energy research & social science*, 48, 1-12.
- Yaqoot, M., Diwan, P., & Kandpal, T. C. (2016). "Review of barriers to the dissemination of decentralized renewable energy systems". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 58, 477-49.