

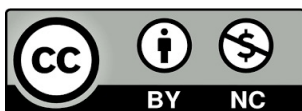
Ignacio Blanco Fernández

Pobreza extrema y acceso a la electricidad en los países menos desarrollados

Director/es

Serrano Sanz, José María
Fillat Castejón, Carmen

<http://zaguan.unizar.es/collection/Tesis>



Universidad de Zaragoza
Servicio de Publicaciones

ISSN 2254-7606

Tesis Doctoral

POBREZA EXTREMA Y ACCESO A LA ELECTRICIDAD EN LOS PAÍSES MENOS DESARROLLADOS

Autor

Ignacio Blanco Fernández

Director/es

Serrano Sanz, José María
Fillat Castejón, Carmen

UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA
Escuela de Doctorado

Programa de Doctorado en Economía

2022



Universidad
Zaragoza

Tesis Doctoral

Título:

**Pobreza extrema y acceso a la electricidad
en los países menos desarrollados.**

Doctorando

Ignacio Blanco Fernández

Directores

José María Serrano Sanz
Carmen Fillat Castejón

Facultad de Economía y Empresa
2022

A Sara.

ÍNDICE

Introducción.	7
Una cuestión previa: la medición de la pobreza y el bienestar.	12
<i>Renta nacional per cápita.</i>	14
<i>Índice de Desarrollo Humano.</i>	16
<i>Población en riesgo de pobreza o exclusión (AROPE).</i>	19
<i>Índice para una vida mejor.</i>	20
<i>Objetivos de Desarrollo Sostenible.</i>	21
<i>Indicador de pobreza extrema del Banco Mundial (dólar por persona y día).</i>	21
El indicador de pobreza extrema del Banco Mundial como variable de estudio.	25
Revisión de la literatura.	26
Planteamiento de la investigación.	32
 Capítulo 1. Acceso a la electricidad y pobreza extrema.	 35
1.1 Estimación.	40
1.2 Comprobaciones de robustez y exogeneidad.	44
1.3 Interacción del acceso a la electricidad con la telefonía móvil.	55
1.4 Conclusiones del capítulo.	57
 Capítulo 2. Análisis de largo plazo de la relación entre acceso a la electricidad y pobreza extrema. El caso de Perú.	 61
2.1 Modelo.	63

2.2 Comprobación de robustez.	69
2.3 Causalidad.	70
2.4 Pruebas adicionales de robustez.	72
2.5 Conclusiones del capítulo.	74
 Capítulo 3. Telefonía móvil versus electricidad en la reducción de la pobreza extrema.	 77
3.1 Modelo.	81
3.2 Comprobaciones de robustez y exogeneidad para el caso con menor acceso a la electricidad (primer tercil).	84
3.3 Comprobaciones de robustez y exogeneidad para el caso con mayor acceso a la electricidad (segundo y tercer tercil).	87
3.4 Conclusiones del capítulo.	92
 Conclusiones generales.	 95
 Anexos.	 101
Anexo 1. Relaciones de países incluidos en la muestra.	103
Anexo 2. Modelo que utiliza el producto per cápita en lugar de su logaritmo.	105
 Bibliografía.	 113
 Índice de Cuadros	 125
 Índice de Gráficos	 129

INTRODUCCIÓN

Probablemente, uno de los problemas económicos más grave que enfrenta hoy en día la humanidad es la pobreza.

Si se tomara la numeración de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de Naciones Unidas como indicador de la prioridad de las metas que la humanidad debe alcanzar para vivir en un mundo mejor, la pobreza sería la más relevante¹.

Todavía en 2017, 689 millones de personas no habían superado la pobreza extrema (United Nations 2021). La crisis de la COVID-19 podría aumentar esta cifra en 500 millones según el informe "Shared Responsibility, Global Solidarity" (United Nations 2020).

Durante los quince años de experiencia laboral en el sector eléctrico latinoamericano, este doctorando pudo observar en campo las condiciones de vida de las personas que viven con muy bajos recursos económicos. Resultó sorprendente ver cómo zonas que habían permanecido bajo la condición de pobreza extrema durante años empezaban a desarrollarse rápidamente tras ser provistas de servicio eléctrico. Esta experiencia es la que llevó a realizar la presente investigación.

En 2019, 759 millones de personas en el mundo carecían de electricidad (IEA et al. 2021). Aunque esta cifra ha descendido desde los 1.200 millones de 2010 (IEA et al. 2019), el número sigue siendo muy elevado.

Dados los 759 millones de personas que en 2019 se encontraban sin electricidad y los 689 millones que en 2017 no habían superado la pobreza extrema, en la presente investigación se busca confirmar lo observado en campo en cuanto a si la disponibilidad de energía eléctrica influye en el desarrollo humano de los países menos desarrollados. Más concretamente, se analiza si existe una relación causal entre el porcentaje de población con acceso a la electricidad y el porcentaje de población que se encuentra en pobreza extrema.

¹ Los primeros cinco ODS llevan por título : "1. Fin de la Pobreza", "2. Hambre Cero", "3. Salud y Bienestar", "4. Educación de Calidad" y "5. Igualdad de Género". La meta 1 del objetivo 1 de pobreza consiste en erradicar la pobreza extrema en 2030.

Adicionalmente, se averigua si existe una relación temporal de largo plazo entre los indicadores ya citados (porcentaje de población que vive en extrema pobreza y porcentaje de población que posee energía eléctrica). Este análisis se realizará para Perú, país que dispone de una serie de datos suficientemente larga como para poder realizar este tipo de estudios. Se estudia también cómo opera la causalidad, en el sentido de Granger, entre el acceso a la electricidad y la disminución de pobreza.

Por último, se investiga si, cuando la electricidad no está suficientemente desarrollada en un país, es relevante para la reducción de la pobreza la penetración de la telefonía móvil.

Desde la revolución industrial la humanidad ha progresado de manera considerable haciéndolo además de forma continua. Sin embargo, una parte muy importante está quedando rezagada y no se beneficia de este progreso (Sachs 2005).

La mejora del bienestar de las personas más desfavorecidas ha sido una preocupación de nuestra sociedad, especialmente en los últimos años. El Banco Mundial comenzó en 1990 a publicar sus primeras estimaciones sobre la pobreza en los países más desfavorecidos estableciendo como umbral la conocida cifra de un dólar por día y persona de 1985 (USD PPP) (Ravallion, Datt, y van de Walle 1991)². Desde entonces los avances en reducción de pobreza han sido considerables. Más de 1.000 millones de personas consiguieron abandonar la extrema pobreza entre 1990 y 2015 (United Nations Development Programme (UNDP) 2016)³.

Con el cambio de milenio, varias iniciativas de Naciones Unidas incluyeron como objetivo de la humanidad resolver el problema de la pobreza y la desigualdad. En

² Los primeros cálculos del Banco Mundial sobre la pobreza recogían la información de sólo 33 países. En 2009 se actualizó la línea de pobreza extrema a 1,25 USD por persona y día y se amplió el estudio a 75 países en desarrollo (Ravallion, Chen, y Sangraula 2009). Posteriormente, la línea de pobreza se estableció en 1,90 USD por persona y día en PPP del año 2011 (Ferreira et al. 2016) Distintas medidas de pobreza están disponibles hoy para 168 países.

³ No obstante, el sitio web de Naciones Unidas sobre ODS (United Nations 2021) prevé que en 2030 todavía habrá 600 millones de personas en extrema pobreza.

septiembre del año 2000, la Asamblea General de Naciones Unidas adoptó la conocida como Declaración del Milenio. En esta declaración se estableció un compromiso para el año 2015 de, entre otros, reducir a la mitad la proporción de personas que viven en extrema pobreza, asegurar la educación primaria a nivel global, reducir la mortalidad maternal e infantil o revertir la expansión de enfermedades infecciosas como el virus del SIDA o la malaria (United Nations General Assembly 2000). Estos propósitos se tradujeron de manera más específica en los denominados Objetivos del Milenio (ODM). Estos no incluían ninguna meta relacionada con la cobertura de energía eléctrica.

La importancia que la energía podría tener para el desarrollo humano de los países más desfavorecidos tardó en ser tomada en cuenta por las instituciones multilaterales. Cecelski (2000) en un papel de trabajo para el Banco Mundial indica que la energía en el año 2000 todavía no es reconocida como uno de los aspectos clave para reducir la pobreza y enfatiza la necesidad de que los líderes políticos y económicos otorguen mayor prioridad a la energía para paliar este problema, sobre todo en áreas rurales. Otros estudios académicos abogaron para que el acceso a la energía y en particular a la electricidad forme parte de la agenda internacional posterior a los ODM (Bazilian et al. 2010) (Shyu 2014).

A raíz del avance conseguido con los ODM, Naciones Unidas estableció nuevas metas de desarrollo. Así, en octubre de 2015, la Asamblea General de Naciones Unidas emite una resolución que establece la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, agenda más ambiciosa que los ODM. De esta manera se establecen diecisiete Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) entre los cuales figuran eliminar la pobreza, acabar con el hambre, mejorar la salud, asegurar una educación inclusiva y equitativa, llegar a la igualdad de género y asegurar el acceso universal a la energía (United Nations General Assembly 2015).

Concretamente, el objetivo 7 (ODS7) consiste en “asegurar a todos un acceso asequible y fiable a una energía sostenible y moderna”. Este objetivo se concreta a su vez en varias metas numéricas relacionadas con el acceso universal a la energía, aumentar la proporción de energía renovable en el mix mundial y mejorar la eficiencia energética, entre otros (United Nations 2019).

En el Informe de Seguimiento del ODS7 para el año 2021 (IEA et al. 2021), se afirma ya que no será posible alcanzar en 2030 el objetivo de cobertura universal previendo que unos 660 millones de habitantes permanecerán sin luz. Una de las razones por las que previsiblemente no se conseguirá esta meta, figura en el informe de la organización Sustainable Energy for All (Messent et al. 2018) donde se indica que solo se invierte la mitad de los 52.000 millones de USD anuales que se necesitan para lograr el acceso universal en 2030.

Una cuestión previa: la medición de la pobreza y el bienestar.

Al estudiar la relación entre pobreza extrema y acceso a la energía eléctrica en los países menos desarrollados, conviene comenzar por un análisis de conceptos más amplios como bienestar, desarrollo económico, crecimiento o energía en general para concretar más adelante lo referente al tema específico de esta investigación.

El bienestar es una noción muy amplia que varía enormemente de un tipo de sociedad a otro por diferencias de tipo personal, cultural, político o geográfico. La idea de bienestar también ha variado a lo largo del tiempo.

Stanton (2007) resume la historia de lo que se ha venido llamando bienestar. Traza los orígenes de este concepto hasta Aristóteles y explica cómo, a lo largo del tiempo, la idea de bienestar ha ido cambiando. Menciona a Segal (1991) quien indica como en la Edad Media el concepto de bienestar se asociaba a recompensas divinas según el pensamiento religioso de la época. Stanton describe también cómo Jeremy Bentham, entre otros, plantea en el siglo XVIII el concepto filosófico de Utilitarismo donde el comportamiento humano viene determinado por la satisfacción o "utilidad" que es, simplificando, la diferencia neta entre placer y sufrimiento. Teóricamente, la utilidad de cada individuo podía agregarse para obtener el bienestar social conjunto. Estos conceptos fueron matizados a finales del siglo XIX por John Stuart Mill. Continuando la historia, Stanton también menciona la etapa Marginalista donde Alfred Marshall, entre otros y con el uso de herramientas matemáticas, promueve la idea de que los individuos buscan maximizar su utilidad y que esta función disminuye marginalmente. En esta corriente destaca la obra de Pigou (1920) *La Economía del Bienestar* que algunos autores señalan como el inicio

formal del estudio económico del bienestar. Stanton describe más adelante cómo Lionel Robbins defiende la idea de que la utilidad del individuo no es sólo numérica sino que incorpora otros conceptos no medibles, como años más tarde defendería Amartya Sen. Aparece luego el concepto de la optimalidad de Pareto donde el bienestar social se produce cuando ningún individuo puede mejorar su bienestar sin perjudicar el bienestar de otra persona. Es importante también la aportación de Samuelson (1947) a la teoría del bienestar con su capítulo VIII sobre la economía del bienestar en los *Fundamentos de Análisis Económico*⁴ donde, entre otras aportaciones, indica que además del criterio de Pareto deben incluirse otros criterios éticos al maximizar la función de bienestar social. Posteriormente, explica Stanton, ya en los años setenta del siglo pasado surge una visión humanista del desarrollo donde el filósofo John Rawls define el bienestar individual como la posesión de bienes sociales primarios (bienes que la sociedad tiene y no un individuo en particular), defiende la igualdad de oportunidades y la preocupación por las personas menos aventajadas. Basado en este concepto, aparece la idea de Amartya Sen y Martha Nussbaum de enfocar el bienestar en torno a capacidades del individuo y no en torno a los bienes que este posee. Las capacidades se refieren a la posibilidad que tiene una persona de hacer ciertas cosas o alcanzar distintas metas según lo que el individuo desee ser. Estas capacidades puede ser la salud, la posibilidad de estudiar, la libertad o el libre pensamiento, por ejemplo.

Fue en 1990, cuando el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) concreta, de manera más práctica y para los países más desfavorecidos fundamentalmente, el concepto de bienestar al preparar el informe anual sobre el desarrollo humano. Este informe incluye un indicador de desarrollo, el Índice de Desarrollo Humano (United Nations Development Programme (UNDP) 1990).

Hasta la publicación del primer informe del PNUD, el indicador de bienestar más utilizado había sido la renta nacional per cápita (o su crecimiento), calculada en base al

⁴ Libro basado en su tesis doctoral por Harvard, aunque se había graduado en Chicago. Terminó su carrera profesional en el MIT.

producto nacional bruto en un inicio o al producto interior bruto desde los 90 (Stanton 2007) (Bader et al. 2016)⁵.

Con el tiempo, se han desarrollado otros indicadores alternativos a la renta per cápita y el Índice de Desarrollo Humano. Varios de estos indicadores consideran el crecimiento económico como parte del concepto de bienestar.

Cuando se trata de analizar la pobreza o el bienestar de las personas que habitan nuestro planeta cabe preguntarse cuál es el indicador óptimo. ¿Debe estudiarse el nivel de bienestar de un país o solo aspectos concretos como la pobreza económica? ¿Debe el estudio dirigirse a todo el universo de población o sólo específicamente a los más necesitados? ¿El indicador debe ser monetario o relativo a la calidad de vida de la persona? ¿Es mejor considerar un indicador multidimensional que contenga varios aspectos o dimensiones de las necesidades de un individuo o es mejor tratar con un indicador más simple? ¿Qué aspectos son relevantes en la vida de las personas más pobres para o incorporarlos al estudio? ¿Debe recibir el mismo tratamiento todos los países o debe hacerse incidencia, por ejemplo, solo en los menos desarrollados? A continuación se detalla el origen y evolución de varios indicadores que distintas instituciones han ido creando para responder a estas preguntas.

Renta nacional per cápita.

Probablemente, como se ha mencionado anteriormente, el indicador de bienestar más utilizado en los últimos cincuenta años del siglo veinte ha sido la renta nacional per cápita, un indicador monetario unidimensional. (Stanton 2007) (Bader et al. 2016).

⁵ Anand y Sen argumentaron frecuentemente en contra de este indicador enfatizando la importancia de considerar al crecimiento económico no como un fin en sí mismo sino como un medio para conseguir el bienestar: “Es la vida que ellos [los seres humanos] protagonizan lo que es de intrínseca importancia, no los bienes o los ingresos que poseen. Los ingresos y los bienes (“básicos” o cualquiera otros) y la riqueza tienen desde luego una importancia instrumental pero no constituyen una medida directa del estándar de vida en sí mismo” (Anand y Sen 1994).

Se atribuye a varios economistas ingleses y franceses del siglo dieciocho los primeros intentos de calcular una renta nacional más con fines recaudatorios que como contribuciones a la teoría económica general.

Aunque en el siglo diecinueve el concepto de renta nacional fue avanzando, es en los años veinte del siglo pasado cuando surge el interés de algunas instituciones estadounidenses por disponer de cifras agregadas del consumo anual de la población. En 1926 se preparan las primeras estimaciones oficiales por la Federal Trade Commission⁶. Después de la Gran Depresión, se produce en 1932 una resolución del Senado de Estados Unidos que pide que se elaboren unas estimaciones de la renta nacional para los años 1929, 1930 y 1931 con objeto de conocer mejor la preocupante situación de la economía estadounidense en aquellos tiempos. Este trabajo termina encargándose a Simon Kuznets, miembro del National Bureau of Economic Research⁷, quien finalmente lo publica en 1934 como un documento del Senado. Posteriormente, en 1939 John L. Martin y Robert Nathan, este último discípulo de Kuznets, revisan aspectos metodológicos de los cálculos de Kuznets desarrollando el concepto de renta per cápita. En los años cuarenta, Keynes también perfila para el Reino Unido un sistema de cuentas nacionales.

En 1945, la Liga de Naciones decidió establecer un grupo de trabajo sobre la estadística relativa a la renta nacional que culminó con la publicación por Naciones Unidas de un informe relativo a la medición de este concepto. Este párrafo y los dos anteriores se basan en lo publicado por Carson (1975), England (1998) y Ruggles (1993).

Con el tiempo, la contabilidad nacional sería no sólo una herramienta de análisis sino el objetivo a cumplir para muchos países. En paralelo, el indicador de producto nacional bruto, su cálculo per cápita y sus porcentajes de crecimiento se convertirían en indicadores del desarrollo de una nación. Sin embargo, las críticas a esta manera de medir el bienestar fueron numerosas ya desde su adopción inicial. Se cuestiona, entre otros motivos, la imposibilidad de obtener conclusiones acerca de un grupo mediante el simple uso de un indicador numérico simple dejando de lado, por ejemplo, aspectos tan

⁶ Agencia federal independiente que protege a los consumidores y trata de evitar prácticas anticompetitivas.

⁷ Organismo no gubernamental estadounidense que promueve proyectos de investigación sobre aspectos económicos.

importantes como la distribución de los ingresos (Samuelson 1950) (A. Sen 1976b). Especialmente en las economías con menos recursos, la reducción de la pobreza y el hecho de alcanzar otras necesidades insatisfechas del ser humano deberían buscarse con otras herramientas de análisis que complementen el producto nacional bruto, estas herramientas deben incluir indicadores sociales en aquellos lugares donde las necesidades básicas no están satisfechas (Hicks y Streeten 1979).

Refiriéndose particularmente a la pobreza, Sen (1976a) plantea los inconvenientes que supone medir esta magnitud con un indicador simple ("crude index" como lo denomina en su artículo en inglés) como pueda ser el porcentaje de la población que está por debajo de un determinado nivel de renta per cápita. Destaca por ejemplo la posibilidad de que, sin cambiar el número de personas que están por debajo de determinado valor de la línea de pobreza, estas puedan reducir sus ingresos aumentando así su mala situación sin variar el indicador. Para solucionar estos problemas propone en el citado artículo un índice multidimensional que considera el porcentaje de población que está por debajo de cierto límite de renta o ingreso per cápita, el déficit de ingreso medio de una persona considerada pobre respecto de una no pobre y un coeficiente Gini de distribución de la renta entre los más pobres.

Índice de Desarrollo Humano

Otros intentos de construir indicadores multidimensionales se sucedieron⁸ hasta llegar a 1990 en que, como se mencionó anteriormente, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) crea el Índice de Desarrollo Humano.⁹ La primera razón reportada en el Informe de Desarrollo Humano de 1990 (United Nations Development Programme (UNDP) 1990) para adoptar un nuevo indicador de desarrollo es que la renta es un medio y no un fin para obtener el bienestar. El bienestar de una sociedad depende de cómo se

⁸ Stanton (2007) cita por ejemplo propuestas de índices de la Organización Mundial del Trabajo.

⁹ Es curioso observar cómo, en el mismo año en que aparece un indicador multidimensional no sólo monetario (el Índice de Desarrollo Humano) que pretende desbancar al indicador monetario unidimensional prevalente hasta entonces (la renta per cápita), aparece otro indicador monetario unidimensional que hoy se utiliza universalmente para medir la pobreza extrema: el dólar por persona y día.

use ese ingreso no de su magnitud.¹⁰ Este índice (un "crudo" número también) basaba el cálculo del bienestar humano en la consideración, con distintas ponderaciones, de tres dimensiones de la vida de las personas: su salud (medida a través de la expectativa de vida al nacer), la educación (medida a través de los niveles de analfabetismo y de los años de educación de los jóvenes) y la calidad de vida en general de las personas (medida esta mediante un indicador aproximado, el producto nacional bruto per cápita)¹¹ (UNDP 2020).

Aunque en ocasiones se atribuye a Amartya Sen el liderazgo en la creación del Índice de Desarrollo Humano, fue el economista pakistaní Nabab ul Haq (compañero de estudios de Sen en Cambridge) su principal impulsor como reconoce el propio Sen en el Informe de Desarrollo Humano de 2020 (UNDP 2020). En la contribución especial de Sen a esta publicación, el premio nobel indica su inicial oposición a resumir en un simple índice agregado todos los aspectos asociados al amplio concepto de desarrollo humano. Haq convenció finalmente a Sen de que un indicador singular (simple pero más sofisticado en su elaboración que la renta per cápita) competiría de manera más fácil con el indicador universal del producto interior bruto per cápita y serviría de canalizador para otra información más completa que proporcionaría el Informe sobre Desarrollo Humano (como así fue desde el principio).

El propio Índice de Desarrollo Humano se ha ido refinado en el tiempo (por ejemplo, con la sustitución de determinados indicadores asociados a la educación por otros) pero sin cambiar su significado esencial dada la importancia que ha alcanzado tras más de treinta años de existencia.

Adicionalmente, el Informe sobre Desarrollo Humano ha ido incorporando otros índices derivados del principal. Así, en 2010 se introduce el Índice de Desarrollo Humano ajustado por igualdad, que matiza el índice teniendo en cuenta cómo afecta la desigualdad

¹⁰ El concepto de medio frente a fin ("means versus ends") será ampliamente desarrollado por Sen posteriormente (Sen 2003)(Sen 2013).

¹¹ A pesar de las críticas al indicador de renta per cápita, su inclusión como parte del Índice de Desarrollo Humano reconoce su necesidad aunque no su suficiencia (England 1998).

a los tres indicadores principales, y el Índice Multidimensional de Pobreza. En los últimos años el informe incluye también dos indicadores sobre género.

El Índice Multidimensional de Pobreza expresa el porcentaje de la población que es pobre desde un punto de vista multidimensional considerando a su vez la intensidad de las carencias de la población. Esta intensidad se mide mediante una puntuación del grado de carencia de diez aspectos relacionados con la pobreza, todos relacionados con los tres ejes principales del Índice de Desarrollo Humano. Se mide por ejemplo, si las personas del hogar están desnutridas, si se tiene o no electricidad o agua potable, las características de la vivienda o el tipo de combustible empleado para cocinar. Una debilidad de este indicador es que al estar basado en encuestas nacionales de hogares, los años reportados para cada país son dispares. Así en el informe de 2020, este índice puede presentar información de un país con datos de 2008 junto con datos de otro país con referencia 2019.

Los índices sobre género informan de diferencias entre los hombres y las mujeres en las dimensiones del índice de desarrollo humano y sobre las desigualdades en bienestar y empoderamiento.

Es importante destacar también un nuevo indicador que se introduce de manera preliminar en el Informe de 2020. En los últimos años han venido cobrando importancia los efectos medioambientales sobre el planeta en general y los seres humanos en particular, aspectos cuya importancia no era percibida en 1990, año de creación del índice. En 2020 se presenta por primera vez el Índice de Desarrollo Humano ajustado por las presiones sobre el planeta ("The planetary pressures-adjusted Human Development Index (PHDI)"). En esta variante del índice, este se ajusta con un factor que refleja la presión que determinado país ejerce sobre nuestro planeta. Este factor se calcula en base a una media de otros índices que incluyen el grado de emisión de gases de efecto invernadero per cápita o el uso de materias primas.

Como se comentó, la medición del bienestar humano ha sido objeto permanente de debate y controversia. Ravallion (1997) criticaría "el análisis y la retórica" de los Informes sobre Desarrollo Humano. Frente a la idea de que el crecimiento económico no garantiza que mucha población, sobre todo la más pobre y la que está más alejada de los mercados,

alcance un nivel de bienestar aceptable, afirma que el crecimiento económico en general reduce la pobreza y promueve el desarrollo humano y no lo hace mal. Afirma:

"Sí, ha habido excepciones; sí, el crecimiento económico ha ayudado más en determinadas circunstancias de país que en otras; sí, existen políticas que pueden estar más dirigidas a los pobres, algunas de las cuales pueden desarrollarse con pequeños o ningún coste para el crecimiento. Pero posiblemente el mayor problema que afecta a los pobres del mundo hoy no es el *crecimiento de baja calidad*¹²-en términos de los Informes sobre Desarrollo Humano- sino demasiado poco crecimiento de una calidad incluso normal".

*Población en riesgo de pobreza o exclusión (AROPE)*¹³.

Eurostat mide desde el año 2008 la población que está en *riesgo*¹⁴ de pobreza o de exclusión social. Se considera que a este colectivo pertenecen las personas en riesgo de pobreza (población que vive con una renta disponible inferior al 60% de la mediana de la renta disponible de cada país después de transferencias sociales), o que están carenciados de manera severa material y socialmente (colectivo que incluye hogares que carecen al menos de siete de trece aspectos de carencia)¹⁵, o que viven en hogares con poca intensidad de trabajo (hogares donde las personas en edad de trabajar lo han hecho en una

¹² En cursiva en el documento original en inglés.

¹³ AROPE: At risk of poverty or exclusion.

¹⁴ En este caso, la cursiva es del doctorando.

¹⁵ Estos trece aspectos son: capacidad para afrontar gastos inesperados; capacidad para disfrutar de una semana de vacaciones fuera del hogar; capacidad para pagar los gastos regulares de un hogar; capacidad de poder comer carne, pollo, pescado o equivalente vegetariano en días alternos; capacidad para mantener en buen estado la vivienda; tener acceso a un coche de uso personal; capacidad para reemplazar muebles en mal estado; capacidad para gastar una pequeña cantidad de dinero semanal en gastos personales; tener conexión a internet; capacidad para sustituir ropa de vestir deteriorada; tener dos pares de zapatos; tener actividades de ocio de manera regular; y reunirse con familiares o amigos al menos una vez al mes.

proporción inferior al 20% de su tiempo potencial laboral máximo). Desde su creación hasta 2019 esta tasa en la Unión Europea se ha movido entre 21,4 y 24,8.¹⁶

La existencia de este indicador para la Unión Europea se justifica por el hecho de que la pobreza absoluta en la Unión es escasa o incluso nula si se mide con los criterios del Banco Mundial. Como explicaron ya Ravallion, Datt y van de Walle en 1991 (Ravallion, Datt y van de Walle 1991), tiene más sentido emplear el concepto de pobreza relativa (concepto que incorpora un criterio de distribución de la renta además) en los países más desarrollados mientras que en los menos avanzados es más adecuada la idea de pobreza absoluta.

Índice para una vida mejor.

El presidente francés Sarkozy promovió en 2008 bajo el liderazgo de tres conocidos economistas una comisión para estudiar una nueva manera de medir el desarrollo económico y el progreso social. De esta comisión surgió un documento (Stiglitz, Sen, y Fitoussi 2009) con determinadas reflexiones sobre esta materia. En este informe se critica nuevamente el producto per cápita como indicador de bienestar. Se señala que al medir el desarrollo humano debe incluirse el concepto de calidad de vida (incluyendo por ejemplo la medición subjetiva de la felicidad o la consideración del ocio como aspecto del bienestar) y que los aspectos medioambientales deben ser tenidos en cuenta ya que afectan a la prosperidad de las generaciones futuras. En 2011, OCDE partiendo del estudio comentado, creó para los 34 países miembros de su organización y algún otro país adicional el indicador Better Life Index y el informe "¿Cómo va la vida?". El índice para una vida mejor ("Better Life Index") se forma mediante la autoevaluación de las personas que responden una encuesta sobre once criterios relativos al bienestar.¹⁷ El informe ¿Cómo va la vida? tiene en cuenta las once dimensiones del índice para una vida mejor

¹⁶ En España el porcentaje ha variado entre 23,3 y 29,2 en el periodo 2004 a 2020 (aunque la tasa AROPE se calcula para todos los países de la Unión desde 2008, en algunos de ellos como España se venía calculando desde antes).

¹⁷ Vivienda, empleo, educación, compromiso cívico, satisfacción, balance vida-trabajo, ingresos, comunidad, medio ambiente, salud y seguridad.

pero también incluye factores de inequidad y futuro considerando un total de 36 indicadores.

Objetivos de Desarrollo Sostenible.

De alguna manera, los Objetivos de Desarrollo Sostenible, cuya gestación se comentó al inicio de la tesis, podrían considerarse también un indicador multidimensional de desarrollo. Estos indicadores han cobrado mucha relevancia pública al ser empleados profusamente por políticos, empresarios y otros actores de la sociedad civil. Cabe mencionar que los diecisiete objetivos se descomponen en un total de 169 metas (casi diez metas por objetivo) que se miden a través de un total de 243 indicadores. La abundancia de objetivos, metas e indicadores difumina el foco de atención sobre los problemas principales de la humanidad. Se ha visto anteriormente, como el Índice de Desarrollo Humano que nació como un único indicador se ha convertido en un índice multidimensional.

Indicador de pobreza extrema del Banco Mundial (dólar por persona y día).

En 1990, mismo año en que PNUD publica su Informe de Desarrollo Humano, el Banco Mundial comienza a difundir sus primeras estimaciones de pobreza para los países en vías de desarrollo en su informe "World Development Report 1990: Poverty" (Squire y et al. 1990). De este informe surge la conocida cifra de un dólar por día y por persona como indicador del nivel de pobreza extrema. Este indicador, monetario y unidimensional, choca conceptualmente con el otro indicador dominante ya descrito anteriormente el Índice de Desarrollo Humano, indicador multidimensional y no solo monetario.

La metodología para calcular el indicador de pobreza extrema lanzado por el Banco Mundial en 1990 está descrito en el estudio de Ravallion, Datt y van de Walle (1991) para cuantificar la pobreza absoluta en los países en desarrollo. En este artículo los autores se preguntan en primer lugar sobre los aspectos que deben considerarse al medir la pobreza severa: qué línea de pobreza debe establecerse, si esta línea tiene que ser la misma para

todos los países, cómo se deben ajustar las diferencias de poder adquisitivo, cómo se deben extrapolar datos cuando no están disponibles, entre otras. Reconociendo que distintas sociedades pueden interpretar la pobreza de manera diferente, optan por concretar su objetivo de la siguiente manera:

"... cuantificar la magnitud de la *pobreza absoluta* en los países en desarrollo, interpretando esta como la imposibilidad de alcanzar niveles de consumo que se consideran adecuados solamente en los países más pobres. Este criterio deja fuera a muchas personas que padecen claramente carencias *en relación con* otras personas que viven a su alrededor".

Las palabras en cursiva, que se han mantenido del documento original, resaltan el propósito de los autores de medir un tipo de pobreza extremo aplicando un criterio absoluto (no relativo) para determinar qué personas están en pobreza absoluta (entiéndase aquí el término absoluto como extremo) y cuáles no. Adicionalmente, el texto entrecomillado deja claro que el objetivo de definir una línea de pobreza se dirige únicamente a países en desarrollo y que se tomará como línea de pobreza aquella de los países más pobres. Se recalca nuevamente como esta definición de pobreza es muy distinta a la que emplea, por ejemplo, la Unión Europea al evaluar la población en riesgo de pobreza o exclusión social.

En el cálculo de Ravallion, Datt y van de Walle (1991), se consideraran inicialmente líneas de pobreza de 33 países desarrollados y no desarrollados. Las fuentes de datos para el estudio son muy diversas. Se incorporan no sólo las de organismos oficiales sino también las de investigadores independientes. Las magnitudes de pobreza y renta se convierten a una moneda común usando PPP de 1985. Al analizar estos datos se observa que los distintos niveles de pobreza por país están relacionados con el consumo medio. En base a ello, se construye un modelo log - cuadrático donde la línea de pobreza es la variable dependiente y el consumo medio la independiente y se estima por mínimos cuadrados ordinarios. En base a los consumos medios de los países se obtienen los valores estimados que determinarán la línea de pobreza. Somalia, en esa fecha el país más pobre, presenta una línea de pobreza de 23 USD por persona y mes. Esta cifra es muy parecida a la línea de pobreza de la India, país que hasta entonces se había utilizado como referencia para establecer criterios de pobreza globales. Ravallion, Datt y van de Walle

(1991) interpretaron que la línea de pobreza resultante era muy estricta y se añadió otra referencia más alta¹⁸ (31 USD por persona y mes) cifra alrededor de la cual (redondeando al dólar) se encontraban seis países (Indonesia, Bangladesh, Nepal, Kenia, Tanzania y Marruecos) y otros dos estaban muy próximos (Filipinas y Pakistán). Se establecieron así en realidad dos líneas de pobreza 23 y 31 USD por persona y mes. En el World Development Report de 1990 sobre la pobreza aparece un rango de 275-370 USD por persona y año. Finalmente prevalecerá la cifra de 370 USD PPP 1985 por persona y año como umbral de pobreza extrema que terminaría simplificándose en el dólar por persona y día ya mencionado.

Con esta metodología tan simple (muestra escasa y de fuentes muy diversas, modelo econométrico básico, umbrales de corte de la muestra objetivo definidos de manera arbitraria) donde en el propio estudio de Ravallion, Datt y van de Walle (1991) admite que puede haber problemas por falta de datos o errores de medición, se establece el indicador universal de pobreza extrema que viene prevaleciendo,¹⁹ con correcciones que se explican más adelante, hasta hoy.

Once años después, en 2001, al disponer de índices PPP para 1993 calculados por el Banco Mundial, se recalculan las líneas de pobreza (S. Chen y Ravallion 2000) manteniendo los criterios básicos (misma muestra de países y modelo econométrico) de Ravallion, Datt y van de Walle (1991) pero utilizando la pobreza nacional mediana de los diez países más pobres resultando en una línea de pobreza de 1,08 USD PPP 1993.

En 2009, Ravallion, Chen y Sangraula (2009) realizan un cambio metodológico importante. En 2005 se habían establecido nuevos datos PPP y, a raíz de este cambio, los autores citados aprovecharon para cambiar la muestra de países a considerar, reelaboraron el modelo econométrico y tomaron la media (en lugar de la mediana) de las líneas de pobreza de los quince (en lugar de diez) países más pobres resultando la cifra de 1,25 USD PPP 2005 como nueva línea de pobreza absoluta. Este nuevo cálculo supuso un

¹⁸ "Generosa" en el documento original.

¹⁹ Fue tomado como referencia, por ejemplo, para medir el indicador de pobreza en los Objetivos del Milenio.

aumento de las personas pobres en el mundo pasando de 1.300 millones de personas consideradas pobres a 1.800 millones.

En 2014, el International Comparison Program (ICP) publica nuevas cifras PPP para 2011 lo que provoca la nueva revisión de la línea de pobreza a los actuales 1,90 USD PPP 2011 sin mayores cambios en la metodología empleada hasta la fecha (Ferreira et al. 2016).

Un índice mutiterritorial que pretende medir un concepto tan amplio como la pobreza extrema presenta retos metodológicos. Ferreira et al. (2016) recogen de manera detallada las posibles inconsistencias que presenta el cálculo de una línea internacional de pobreza global. La base de datos que usa el Banco Mundial para los cálculos de pobreza se alimenta de encuestas de hogares que realiza la entidad estadística de referencia en cada país. La calidad y cantidad de datos disponibles ha ido aumentando con el tiempo. A pesar de los esfuerzos realizados por el Banco Mundial para homogeneizar las fuentes es finalmente cada país quien decide qué y cómo se mide. Algunos países al medir el bienestar utilizan datos relativos al consumo (la mayor parte) otros, datos relativos al ingreso. Es conocido que ambos conceptos no son equivalentes y se producen sesgos al declarar sus magnitudes en las encuestas. En ocasiones, los datos de consumo del hogar no comprenden la renta asociada al disfrute de una vivienda u otros bienes duraderos. Los criterios para obtener información per cápita de los datos agregados de un hogar también son diversos (población total o población ajustada por hogar teniendo en cuenta que los niños consumen menos que los adultos). Los ajustes de precio por diferencias de poder adquisitivo también son objeto de debate ya que en las sucesivas revisiones que realiza el International Comparison Program no se contemplan las especificidades de consumo de los países más pobres. Igualmente, las actualizaciones de precio intrapaís entre años no siempre utilizan un indicador de precios oficial si se detectan inconsistencias en los valores oficiales reportados (caso común en países con alta inflación). En otras ocasiones, los ajustes de precio interterritoriales (por ejemplo rural versus urbano) producen distintos índices.

Afortunadamente, los treinta años que el Banco Mundial lleva procesando la información relativa a pobreza han permitido homogeneizar la información y corregir gran parte de

los problemas recogidos en el párrafo anterior. No obstante estos aspectos metodológicos deben ser tenidos en cuenta al interpretar los resultados de un estudio de pobreza.

El indicador de pobreza extrema del Banco Mundial como variable de estudio.

La literatura académica es abundante en cuanto a los pros y los contras de elegir un tipo de indicador u otro ya sea este unidimensional casi siempre monetario (es decir, basado en ingresos o consumo per cápita) o multidimensional (que considera habitualmente aspectos no solo monetarios como habilidades personales, activos en posesión o prestaciones sociales que recibe además de criterio de ingresos). Tran et al. (2015), Roelen y Gassman (2011) y Bader et al. (2016) describen profusamente las publicaciones existentes a favor o en contra de estos tipos de indicadores. Aunque los indicadores monetarios son utilizados de manera generalizada, los multidimensionales abundan cada vez más y son considerados más adecuados para medir el bienestar.

No obstante, también hay opiniones que indican que para cada caso debe analizarse específicamente qué indicador es mejor (Harkness 2007) y que no existe un procedimiento "canónico" para seleccionar un indicador u otro (Santos 2019).

Para la presente tesis se ha elegido un indicador monetario unidimensional. Concretamente, el porcentaje de población que vive con menos de 1,90 USD PPP 2011 por persona y día. Este índice presenta diversas ventajas frente a otros indicadores, de los cuales los más importantes se han descrito anteriormente.

En primer lugar, el índice de pobreza del Banco Mundial es un parámetro específicamente dedicado a analizar la pobreza en su versión extrema según indicaron los autores del estudio que sirvió para que se publicara su primera línea de pobreza. En segundo lugar, también desde su concepción, este índice se viene aplicando sólo a los países menos desarrollados. Estos dos aspectos coinciden con el objetivo principal de la tesis que es analizar si existe una relación causal entre el acceso a la electricidad y la pobreza extrema en los países menos desarrollados.

Otros indicadores, monetarios o no, no han sido concebidos para analizar solamente la pobreza extrema. Por ejemplo, el Índice de Desarrollo Humano va dirigido a un universo más amplio tanto en cuanto al tipo de bienestar que se quiere medir (no solo pobreza extrema) como al conjunto de países objetivo (más global).

Una tercera ventaja del indicador citado es su universalidad y la importancia que el Banco Mundial da al mismo. Esto permite contar con un indicador contrastado y verificado a pesar de las dificultades que presenta para su compilación.

Adicionalmente, muchos indicadores multidimensionales crearían problemas de endogeneidad al estar la misma variable representada en los dos lados de la igualdad de un modelo. Este sería el caso, por ejemplo, de tomar el Índice de Desarrollo Humano como variable dependiente, donde un modelo que incorporara la renta per cápita como variable independiente estaría también presente de manera ponderada en la otra parte de la ecuación.

Quizá la mayor desventaja del indicador de pobreza del dólar por persona y día del Banco Mundial, además de los reseñado anteriormente en cuanto a las limitaciones de un indicador monetario unidimensional, sea la escasez de datos en el tiempo. Este indicador no se mide todos los años en todos los países en desarrollo, tampoco se mide en todos los países el mismo año. Este hecho supone un inconveniente metodológico que se detallará más adelante al analizar los distintos modelos empleados.

Revisión de la literatura.

Conviene iniciar la revisión de la literatura por el análisis del nexo y de la causalidad entre bienestar y crecimiento económico. ¿Es el desarrollo económico el que promueve el bienestar o también el bienestar contribuye al crecimiento económico? Si bien, en general, se reconoce que el crecimiento económico facilita el desarrollo humano, varios autores afirman que se produce el efecto contrario (un mayor nivel de desarrollo humano propulsa el crecimiento económico). Por ejemplo, una mejor educación y salud hace que la economía de un país crezca más y de manera más sostenida (Suri et al. 2011).

A su vez, el desarrollo económico está muy relacionado con la energía. Distintas investigaciones económicas así lo muestran. Cook (2011) en una amplia revisión de lo publicado sobre infraestructura, electricidad y desarrollo atribuye a Kraft y Kraft (1998) el primer estudio que establece una clara correlación entre la energía²⁰ y el producto nacional bruto para Estados Unidos. Este estudio añade además que un mayor crecimiento del producto nacional bruto supone mayor consumo de energía pero no lo contrario. A las mismas conclusiones del estudio de Kraft y Kraft, llega también por ejemplo Ghosh (2002).

El nexo entre energía y crecimiento también se ha estudiado en los países menos desarrollados. Se han realizado tanto a nivel local (país o región) como multipaíses numerosas investigaciones. Asafu-Adjaye (2000) al analizar varios países asiáticos describen al relación entre consumo de energía y crecimiento con resultados dispares en cuanto a la dirección de la causalidad. Khan, Khan, y Rehan (2020) al estudiar la relación entre consumo de energía y crecimiento económico en Pakistán incorporan la emisión de dióxido de carbono a la investigación.

En muchas publicaciones aparece el concepto del medio ambiente como parte integrante del bienestar global mundial, especialmente en la última década. Ya en 1998, Winters et al. (1998) estudiaron el impacto sobre el bienestar y la economía del cambio climático en los países en desarrollo. Concluyen que estos países sufrirán pérdidas en el ingreso de los hogares y en la estructura productiva, particularmente en África. Tol (2009) al estudiar los efectos económicos del cambio climático describe este fenómeno como "la madre de todas las externalidades" ya que "el tiempo climático afecta a la agricultura, a la energía y a muchos otros aspectos de la naturaleza". Destaca cómo los más afectados serán los países menos desarrollados que, curiosamente, son los que menos han contribuido a generar este fenómeno global. El Panel Intergubernamental para el Cambio Climático viene advirtiéndolo de los efectos sobre la economía y el bienestar de este acontecimiento (Intergovernmental Panel on Climate Change 2022). El mundo financiero comienza ya también a reportar los efectos del cambio sobre su negocio. Un ejemplo puede ser las nuevas exigencias de información del Banco Central Europeo sobre los riesgos asociados

²⁰ La energía se entiende aquí como el total de energía primaria bruta que consume un país (Estados Unidos).

al cambio climático (Arnold 2022) o la nueva normativa del regulador de bolsa norteamericano para que las entidades que supervisa informen también sobre los riesgos mencionados (Kiernan 2022).

La relación de la energía con el crecimiento económico y de este con el bienestar muestra uno de los canales a través de los cuales la energía influye en el desarrollo. No obstante, varios autores señalan otras vías mediante las cuales la energía, particularmente la eléctrica, contribuye a mejorar la vida de las personas. Así, la literatura existente contempla el estudio de distintos tipos de relación entre energía, crecimiento económico y bienestar. Para el estudio de estas relaciones se han empleado distintos tipos de variables asociadas a la electricidad (potencia instalada, consumos nacionales o per cápita, acceso a la electricidad, por ejemplo), al crecimiento económico (producto interior bruto per cápita, ingreso de los hogares o empleo, entre otros) o al bienestar (educación, salud, esperanza de vida, entre otros).

La relación entre energía eléctrica y crecimiento económico o bienestar en los países menos desarrollados está ampliamente documentada. Dinkelman (2008) estudia los efectos de la electrificación rural en varias comunidades de Sudáfrica mediante un método de Diferencias de Diferencias y concluye que la electricidad mejora el empleo y reduce la pobreza. Khandker, Barnes y Samad (2009) en un papel de trabajo del Banco Mundial relacionan la electrificación en Bangladesh con impactos positivos en el ingreso de los hogares, el gasto y la educación. También Khandker con otros coautores (Khandker et al. 2012) y bajo el mismo auspicio estudia la relación entre electricidad y el desarrollo en India. Se concluye en este último documento que la electricidad mejora el bienestar de las familias al reducir, por ejemplo, el tiempo dedicado a recoger combustible vegetal o incrementar el tiempo que dedican los hijos de la familia al estudio. También contribuye la electricidad a incrementar el ingreso de los hogares y reducir la pobreza. Khandker, Barnes y Samad (2013) corroboran para el caso de Vietnam, país muy exitoso en su proceso de electrificación, los mismos resultados. En este estudio sobre Vietnam los autores incluyen en la discusión la causalidad (de la energía al desarrollo, a la inversa o simultáneamente), aspecto que se tratará en los párrafos siguientes y en otros capítulos de esta tesis. Otros autores (Lipscomb, Mobarak y Barham (2013) para Brasil y Rao (2013) en India) llegan a conclusiones parecidas en cuanto al efecto de la electricidad sobre el desarrollo económico y el bienestar.

Aunque prevalece en la literatura, como se ha visto en los párrafos anteriores, la tesis de que el acceso a la energía, particularmente la electricidad, favorece el desarrollo, en ocasiones las conclusiones de otros estudios determinan que no se encuentran nexos concluyentes entre las magnitudes relacionadas con la energía y las relacionadas con el desarrollo económico (Bhattacharyya 2012; Lenz et al. 2017).

Abundando en el tema de la causalidad energía-desarrollo, Ozturk (2009) realiza un revisión amplia de la literatura académica sobre la relación causal entre el consumo de energía y el crecimiento económico. Sostiene que, al hablar de energía en general, no hay consenso en la literatura sobre la existencia o direccionalidad de la causalidad. No obstante, afirma que sí es clara la dirección que va del consumo de electricidad hacia el crecimiento económico cuando los estudios son específicos para un país en concreto. Ozturk propone varias metodologías para solucionar el problema de una posible exogeneidad cuando hay relación causal simultánea como modelos dinámicos autorregresivos, modelos de cointegración, modelo de efectos fijos o modelos multivariable con variables no empleadas en estudios convencionales; algunas de estas técnicas se emplearán en el presente estudio.

En el caso particular de España, según señalan Sanz Villarroya y Sanaú (2013), en el periodo 1945-2011 ha sido la energía eléctrica la que ha estimulado el crecimiento económico español y no al contrario. Sin embargo, cuando se diferencian las fuentes de generación eléctrica, es el crecimiento del producto bruto español el que impulsa la producción de las centrales térmicas en particular.

En cuanto a la relación entre crecimiento económico y pobreza extrema, Bacon y Kojima (2016) en otra extensa revisión de la literatura en torno a las relaciones entre energía, crecimiento económico y reducción de la pobreza mencionan el cálculo de Ravallion y Chen (1997) que estimaron que, en promedio, un incremento del uno por ciento en el ingreso medio de la población reduce en un tres por ciento el porcentaje de la población que vive por debajo de la línea de pobreza.

Son interesantes por su originalidad varios análisis realizados a través de las imágenes de luz nocturna obtenidas a través de satélites meteorológicos (Bruederle y Hodler 2018;

X. Chen 2015) ya que permiten obtener referencias espaciales de alta resolución de los lugares donde se dispone de electricidad. Relacionando estos datos con otros provenientes de encuestas demográficas o de salud de ámbito local se obtienen resultados bastante robustos del positivo efecto que la electricidad tiene sobre el desarrollo económico.

No obstante lo anterior, debe tenerse en cuenta que es frecuente en los estudios multipaíses que los resultados varíen dada la heterogeneidad de las fuentes, las distintas épocas que han sido realizados, las distintas metodologías aplicadas y la diferencia intrínseca (económica y social) que se produce de un país a otro (Jimenez 2017). Este hecho ha sido muy bien explicado por Sachs en la obra citada anteriormente (Sachs 2005). No pueden aplicarse a todos los países las mismas recetas para salir de la pobreza pero sí existen procedimientos comunes que es necesario seguir: reconocer que las economías de los países son sistemas complejos y que se diferencian de un país a otro y ejercer un riguroso plan de monitoreo y evaluación de metas y resultados que deben ser fijadas por gobiernos y organismos multilaterales no de manera superficial sino siendo sinceras y realistas.

En este orden, Peters y Sievert (2015) afirman que aunque se confirma el efecto positivo sobre la pobreza de la electrificación, sobre todo en Asia y Latinoamérica, estas conclusiones no pueden extenderse al contexto africano que debe considerarse siempre de manera particular y específica. El impacto sobre los ingresos, la educación y la salud son en esta región mucho menores debido a otras circunstancias que concurren en el caso africano como son la falta de acceso a los mercados o la menor facilidad para que la economía evolucione hacia sectores más avanzados (no agrícolas). Estos hechos se dan especialmente en las áreas rurales más alejadas. No obstante, estos autores reconocen el impacto positivo que el acceso a la electricidad puede tener en otros elementos de bienestar más allá de en el de la pobreza de ingresos.

Es posible que falte en el ámbito académico mayor número de publicaciones con fundamentación teórica en el análisis de la relación electricidad y desarrollo económico (Zhang et al. 2019). Los estudios suelen ser de corto plazo; investigaciones a más largo plazo mejorarían el conocimiento de estas relaciones notablemente.

No se ha encontrado en la literatura existente, ningún trabajo multipaís que estudie la relación entre pobreza extrema y acceso a la electricidad como pretende hacer esta tesis.

En el campo de la literatura gris, Naciones Unidas, el Banco Mundial y la Agencia Internacional de la Energía producen abundante información en el área común crecimiento económico – energía – electricidad - desarrollo humano. Si bien estas publicaciones pudieran carecer circunstancialmente del rigor del análisis académico, proporcionan datos muy abundantes en cuanto a periodicidad y variedad geográfica y, sobre todo, son muy recientes lo que permite desarrollar análisis actualizados en campos como la electricidad o el progreso humano que evolucionan de manera significativamente rápida en los últimos años.

Naciones Unidas facilita información sobre los objetivos de desarrollo sostenible a través de diversos medios, sobre todo varios sitios web dedicados a estos fines. Adicionalmente, Naciones Unidas creó en 2011 la organización internacional Sustainable Energy for All que tiene como misión trabajar con líderes gubernamentales, el sector privado y la sociedad civil para conseguir que se cumpla el ODS7 (Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna). Esta organización elabora, junto con otras instituciones como la Agencia Internacional de la Energía o el Banco Mundial, información al respecto del cumplimiento de este objetivo (IEA et al. 2021) y celebra congresos y reuniones periódicas abiertas para intentar acelerar el cumplimiento del objetivo.

La Agencia Internacional de Energía publica de manera periódica su Panorama sobre el Acceso a la Energía donde se abordan varios escenarios, analizando técnica y económicamente distintas opciones para lograr la cobertura total de servicio eléctrico (IEA 2021).

El grupo del Banco Mundial también dispone de abundante información que difunde normalmente a través de informes (World Bank 2011, 2019a, 2017, 2018; World Bank 2013; ESMAP 2017; Legros et al. 2009) o que pone a disposición en su completa base de datos sobre desarrollo (World Bank 2021).

Planteamiento de la investigación.

Como se ha comentado anteriormente, este doctorando observó en campo que poblaciones que habían permanecido durante años en situación de pobreza extrema, cambiaban inmediatamente de condición con la llegada de la electricidad. A raíz de esta experiencia surgen varias preguntas. ¿A qué es debido que estas zonas, marginadas del desarrollo económico durante años, comiencen de manera explosiva a desarrollarse? ¿Es la electricidad el único motivo por el que se desarrollan o existen factores adicionales? Entre estos factores, ¿cómo influyen otros servicios públicos como el abastecimiento de agua potable, el desagüe o las telecomunicaciones? ¿Sucedo esto sólo en algunos países de Latinoamérica u ocurre en otros continentes? ¿Debe la comunidad internacional prestar mayor atención a la electrificación de países en desarrollo para así reducir la pobreza de forma más rápida? ¿Es el nexo entre pobreza y electricidad de largo plazo o se da puntualmente? ¿Cómo opera la causalidad (si existe) entre acceso a la electricidad y personas que viven en pobreza extrema?

Es importante insistir en que la investigación, originada por la experiencia vital del doctorando, se centra en la parte de la población que vive en peores condiciones (pobreza extrema) y no en segmentos de la población que ya han comenzado a salir de la situación de precariedad absoluta.

En base a lo anterior, en la primera parte de la investigación se elabora un modelo que considera un conjunto de países que no haya alcanzado la plena electrificación y cuente todavía con población que no ha salido de la pobreza extrema. El conjunto de países con grado de ingreso bajo o medio-bajo según la clasificación del Banco Mundial representa bien estos requisitos. El periodo de estudio corresponde a los años 2007 - 2017.

Se plantea un modelo que considera como variable dependiente el porcentaje de la población que vive con menos de 1,9 USD (2011 PPP) y como variables explicativas, dos variables atribuidas clásicamente al desarrollo económico general como son el producto interior bruto per cápita y el coeficiente Gini además del ya mencionado acceso de la población a la electricidad.

Los datos para el análisis provienen mayoritariamente²¹ de la base del Banco Mundial (World Bank 2021) que cuenta con 1.580 indicadores socioeconómicos para 217 economías.²²

Como se ha comentado anteriormente, una de las principales dificultades para estudiar la pobreza se debe a que el Banco Mundial no calcula esta magnitud todos los años para el conjunto de países que estudia ni la calcula el mismo año para todos los países en estudio. Esto provoca que un panel de datos que integre la pobreza como variable sea no balanceado.

Adicionalmente, con objeto de profundizar en la causalidad pobreza extrema - acceso a la electricidad, se investiga la relación de largo plazo (cointegración) entre el porcentaje de población que está en situación de pobreza y el porcentaje que dispone de electricidad. Para este análisis debe contarse con una serie de tiempo con datos de personas en pobreza extrema y personas con acceso a la electricidad suficientemente larga y completa. Aunque Perú es un país que pertenece al conjunto de ingresos medio-alto, todavía presenta cierto porcentaje de población en pobreza extrema y cuenta además con una serie de 22 años con los datos de pobreza y electricidad completa. Se da la circunstancia de ser un país bien conocido por el doctorando. La relación de largo plazo se modela a través del modelo vectorial de corrección del error.

Tras el establecimiento de la relación de largo plazo entre pobreza y electricidad, se analiza si, en el sentido de Granger, un aumento de la electrificación causa disminución de la pobreza, si la causalidad es en sentido contrario o simultánea. Se utilizan también los datos de series temporales del Banco Mundial para Perú (World Bank 2021).

Se estudia también el efecto que sobre la pobreza extrema tiene el acceso a la telefonía cuando el servicio eléctrico en un país no está muy desarrollado. Este capítulo surge tras

²¹ Algunas variables que se han utilizado en el modelo como variables de control proceden del Global Competitivity Report del World Economic Forum, del programa del Banco Mundial Knowledge for Change y del portal del Banco Mundial relativo a cambio climático.

²² El Banco Mundial denomina de una manera políticamente más correcta economías a lo que normalmente en este documento denominaremos países.

analizar la interacción entre electricidad y telefonía móvil en el modelo principal objeto de esta tesis doctoral.

En los siguientes capítulos se comentan en detalle los modelos obtenidos y las conclusiones sobre los mismos.

CAPÍTULO 1. ACCESO A LA ELECTRICIDAD Y POBREZA EXTREMA

Ya se comentó anteriormente el interés del doctorando en confirmar una posible relación causal entre pobreza extrema y acceso a la electricidad. Al analizar esta relación cabe preguntarse qué otras variables pueden intervenir en esta relación.

En el estudio de la pobreza extrema conviene considerar los trabajos de Ravallion, precursor en el análisis de este fenómeno. Se mencionó como junto con Chen asociaron en 1997 ingresos de las familias y pobreza extrema (Ravallion y Chen 1997). Con la base en estos autores, base más empírica que teórica, se incorporará al modelo el producto per cápita como otra de las variables causales de la pobreza extrema.

Adicionalmente, aunque la asociación de variables concernientes a la igualdad en torno a la distribución de los ingresos siempre requiere matices (como se detallará más adelante), existen también investigaciones donde se relaciona el coeficiente de desigualdad con la pobreza. La asociación entre desigualdad y pobreza se da tanto a nivel teórico (P. K. Sen 1986) como práctico (Lakner et al. 2019). Estos análisis muestran como un descenso del índice de desigualdad contribuye a disminuir la pobreza.

En base a lo anterior, se plantea un modelo donde el porcentaje de población en pobreza extrema (*pov*) es función del producto bruto interior per cápita (*gdppc*), del coeficiente de desigualdad Gini (*gini*) y del acceso a la electricidad (*acc*):

$$pov = f(gdppc, gini, acc) \quad (1)$$

Las variables empleadas corresponden a la siguiente definición del Banco Mundial:

- *pov* = Porcentaje de la población que vive con menos de 1,9 (USD 2011 PPP) por persona y día.
- *gdppc* = PIB per cápita (USD 2017 PPP).²³

²³ Según indica el Banco Mundial en la definición detallada de esta variable, este dato consiste en el Producto Interior Bruto (PIB) de cada país convertido a dólares internacionales mediante tasas PPP. Un dólar internacional tiene el mismo poder de compra sobre el PIB que un dólar estadounidense tiene en los Estados Unidos. El PIB en PPP es la suma de los valores añadidos por todos los productores residentes en el país más cualquier impuesto sobre los productos y menos cualquier subsidio no incluido en el valor de

- *gini* = Índice Gini según estimación del Banco Mundial.²⁴
- *acc* = Porcentaje de la población con acceso a la electricidad.²⁵

Como se ha manifestado en el planteamiento de la investigación el objeto del estudio es analizar la relación entre pobreza extrema y acceso a la electricidad cuando aún no se ha alcanzado la plena electrificación y las personas no han salido todavía de la pobreza extrema.

Según el Banco Mundial son 79 los países con menor grado de desarrollo (pertenecientes a los grupos de ingreso bajo y medio - bajo según la clasificación por ingresos que realiza el propio Banco). Varios países de este grupo cuentan ya desde hace años con un 100% de la población electrificada. En esta situación, la relación entre acceso a la electricidad y otras variables se desvirtúa ya que los países, cuando alcanzan la plena electrificación, continúan evolucionando sin variar la cifra de 100% en el acceso a la electricidad. Por ello, se han considerado únicamente aquellas observaciones en las que el porcentaje de acceso a la electricidad es igual o menor a 99%. No existe ninguna observación donde la pobreza extrema haya desaparecido y el acceso a la electricidad sea igual o menor a 99%.

El estudio abarca los años 2007 a 2017. Ocho de los 79 países no cuentan con datos de pobreza en el periodo analizado y cinco están totalmente electrificados por lo que se analizan en realidad 66 países. En el apéndice 1 figura la lista de países incluidos en el estudio.

Las características estadísticas principales de las variables en estudio pueden verse en el *Cuadro 1*.

los productos. Se calcula sin realizar deducciones por depreciación de los activos o por disminución o degradación de los recursos naturales. Los datos son constantes en dólares internacionales de 2017.

²⁴ El Banco Mundial proporciona el índice Gini en base 100. Un valor igual a 0 indica una igualdad perfecta mientras que un índice igual a 100 supone la perfecta desigualdad.

²⁵ La definición del Banco Mundial complementa que los datos se recogen en la industria, de encuestas nacionales y de otras fuentes internacionales.

Cuadro 1
Estadística de las variables en estudio.

Variable	Obs.	Media	Desv. est.	Valor mín.	Valor máx.
<i>pov</i>	149	25,45	21,84	0,20	78,50
<i>loggdppc</i>	669	8,00	0,64	6,65	9,44
<i>gdppc</i>	669	3.636,42	2.366,73	773,57	12.584,10
<i>gini</i>	149	41,56	7,00	27,80	57,10
<i>acc</i>	695	48,27	27,62	1,24	99,00

Como se comentó, destacan las pocas observaciones disponibles de *pov* y *gini* disponibles ya que el Banco Mundial no mide la pobreza todos los años en un país. Este hecho genera un panel de datos muy desbalanceado. En el caso en estudio, el 80% de los países cuenta solo con una, dos o tres observaciones en el periodo de once años que va de 2007 a 2017.

Adicionalmente, puede observarse la gran dispersión de los datos en estudio. Existen países donde la pobreza extrema es prácticamente inexistente y otros (Burundi, República Democrática del Congo, Madagascar, Malawi o Níger) donde en algún momento del periodo en estudio el porcentaje de pobreza extrema superó el 70%.

Esta dispersión se observa también en la variable *loggdppc*. Se ha incluido en el *Cuadro 1* el valor del logaritmo neperiano del producto per cápita ya que, como se verá más adelante, en el modelo esta forma funcional es más precisa que el producto bruto per cápita (*gdppc*). Burundi, República Centroafricana, República Democrática del Congo, Malawi, Mozambique y Níger no superan los mil dólares (PPP 2017) per cápita y año. Sin embargo, otros países (Argelia, Egipto, Mongolia o Sri Lanka) más que multiplican por diez esta cifra.

En cuanto al acceso a la electricidad ocurre algo parecido. En este caso, Burundi, República Centroafricana, Chad, Guinea-Bissau, Liberia, Malaui, Ruanda, Sudán del Sur o Uganda cuentan en varios años con niveles de acceso a la electricidad inferior al 10%.

No hay tanta dispersión en el coeficiente de desigualdad. Se comentará más adelante como en los países pobres hay frecuentemente mucha igualdad (en la pobreza) lo que

genera índices Gini bajos al igual que en los países donde se ha llegado ya a un grado de desarrollo mayor.

Se incluye en el *Cuadro 2* las correlaciones entre las variables del modelo. Destaca la baja correlación del índice de desigualdad con las demás variables y la alta correlación entre pobreza, logaritmo del producto per cápita y acceso a la electricidad.

Cuadro 2
Correlaciones entre las variables en estudio.

	<i>pov</i>	<i>loggdppc</i>	<i>gdppc</i>	<i>gini</i>	<i>acc</i>
<i>pov</i>	1,000				
<i>loggdppc</i>	-0,822	1,000			
<i>gdppc</i>	-0,742	0,949	1,000		
<i>gini</i>	0,160	0,114	0,086	1,000	
<i>acc</i>	-0,866	0,831	0,770	0,051	1,000

1.1 Estimación.

Como se ha comentado anteriormente, la pobreza extrema no es una variable que calcule el Banco Mundial todos los años. Al contar en la mayoría de los países con una o dos mediciones en el periodo de estudio, la técnica para estimar el modelo se ve condicionada de manera importante.

Las técnicas para estudiar datos de panel por el Método de Efectos Fijos o Efectos Aleatorios no funcionan correctamente al existir pocos datos de un mismo país en el intervalo de tiempo estudiado. Adicionalmente los datos varían poco a lo largo del periodo y mucho entre países por lo que el Modelo de Efectos Fijos es impreciso (Allison 2009).

Otros métodos de estimación del modelo no han sido factibles tampoco. Se ha analizado completar la base de datos mediante la interpolación de resultados para realizar luego, con un panel menos desbalanceado, un análisis de panel dinámico mediante el Método de los Momentos Generalizados sin resultados satisfactorios. También se estudió

implementar un Modelo con Cointegración entre las variables en estudio. La mitad de la muestra aproximadamente cuenta con una sola observación de pobreza en el periodo de estudio por lo que la interpolación (o extrapolación) de los datos deja fuera del estudio a un número importante de países.

Se opta, por tanto, por una estimación por mínimos cuadrados ordinarios de datos agregados (pooled).

Se obtiene la siguiente estimación²⁶:

$$\begin{aligned} \text{pov} = & 123,979 - 12,750 \loggdppc + 0,725 \text{ gini} - 0,410 \text{ acc} \\ & (14,217) \quad (2,005) \quad (0,096) \quad (0,044) \\ & [***] \quad [***] \quad [***] \quad [***] \end{aligned} \quad (2)$$

$$n = 146 \quad R^2 = 0,837$$

La variable *gdppc* se ha considerado en su logaritmo natural (*loggdppc*) ya que se consigue una mayor explicación de la variable dependiente.

Puede observarse como, en base a la estimación del modelo, la pobreza extrema disminuye cuando aumenta el producto bruto y el acceso a la electricidad. También se reduce cuando baja el coeficiente gini.

Más concretamente, según este modelo, un aumento de un 1% en el producto per cápita de un país causa una reducción aproximada de 0,13 puntos porcentuales del numero de personas en extrema pobreza (todo lo demás constante). Un aumento del coeficiente gini

²⁶ Se utilizará la siguiente notación para las estimaciones de la tesis. Debajo del coeficiente estimado de la variable correspondiente y entre paréntesis se incluye el error estándar *robusto* frente a una posible heterocedasticidad. Debajo del error estándar, entre corchetes, se detalla el intervalo de significación (p-valor) del coeficiente estimado: tres asteriscos cuando el p-valor es igual o inferior a 0,01; dos asteriscos cuando el p-valor es igual o inferior a 0,05 pero superior a 0,01; un asterisco cuando el p-valor es igual o inferior a 0,10 pero superior a 0,05 y un guion cuando es superior a 0,10. *n* es el número de observaciones y *R*² el coeficiente de determinación.

en una unidad (porcentual)²⁷ produce un aumento 0,73 puntos porcentuales del número de personas en pobreza (todo lo demás constante). Un aumento de un punto porcentual del porcentaje de personas que posee electricidad disminuye en 0,41 puntos porcentuales el porcentaje de personas que vive en extrema pobreza (todo lo demás constante).

Estos resultados confirman los supuestos iniciales. Se confirma la observación empírica de cómo una mejora en el acceso a la electricidad reduce la pobreza y también los otros supuestos teóricos planteados al inicio del capítulo (mayor renta y menor desigualdad se asocian con menor pobreza).

Las unidades de las variables utilizadas (logaritmos, unidades porcentuales) y el distinto rango en la muestra de cada variable pueden hacer difícil de interpretar los efectos de estas. Por ello, a continuación, en lugar de utilizar incrementos unitarios para la interpretación del modelo se emplean otras magnitudes para analizar con mayor claridad los efectos de las variables empleadas.

Así, un país que aumente su producto per cápita, por ejemplo, un veinte por ciento en términos constantes sin variar todo lo demás, reduciría el porcentaje de población que está bajo pobreza severa en 2,3 puntos porcentuales. Un país en la mediana del producto per cápita (3.014 USD PPP 2017 aproximadamente) que mejore y pase a disponer de una renta per cápita en torno al percentil 75% (4.628 USD PPP 2017 aproximadamente) disminuirá su pobreza en 5,5 puntos porcentuales, todo lo demás constante.

El país que está en la mediana en cuanto a igualdad tiene un coeficiente Gini igual a 41,9; si la desigualdad se reduce de manera importante, por ejemplo bajando su coeficiente a 35,8 posicionándose en el percentil 25%, su porcentaje de población en pobreza extrema bajará 4,4 puntos (todo lo demás constante).

Un país en la mediana en cuanto a acceso a la electricidad (45,9%) que aumente su grado de electrificación un 20% reducirá la pobreza en 3,8 puntos porcentuales (lo demás constante). Si pasa a disponer de un porcentaje de la población con acceso a la electricidad

²⁷ Es conveniente volver a recordar que la variable gini, recoge el indicador de desigualdad en base porcentual de 0 a 100.

en torno al tercer cuartil (71,3%) la pobreza se reducirá en 10,4 puntos porcentuales (todo lo demás constante).

Del anterior análisis, cabe interpretar que la variable que más influye en la reducción de la pobreza es el acceso a la energía eléctrica. Esta observación puede confirmarse estandarizando las variables del modelo (restando su media y dividiéndolas por su desviación estándar). De esta manera se obtendrán coeficientes beta estandarizados que representarán el cambio en desviaciones estándar de la pobreza cuando la variable independiente cambia en una desviación estándar (Wooldridge 2012).

El Cuadro 3 muestra los valores de los coeficientes estandarizados.

Cuadro 3.
Coeficientes estandarizados de la ecuación principal.

Variable	Coef. β estand.
<i>loggdp</i>	-0,382
<i>gini</i>	0,232
<i>acc</i>	-0,560

Según el concepto detrás de los coeficientes beta estandarizados, incrementar el logaritmo del producto per cápita en una desviación estándar (igual a 0,66)²⁸ disminuye la pobreza en 0,382 desviaciones estándar (8,3 puntos porcentuales), todo lo demás constante. Disminuir el coeficiente gini en una desviación estándar (7,00 puntos) disminuye la pobreza en 0,232 desviaciones estándar de pobreza (5,1 puntos porcentuales de pobreza) y aumentar el acceso a la electricidad en una desviación estándar (aumentar la electrificación en 30,12 puntos) disminuye la pobreza en 0,560 desviaciones estándar de pobreza (12,2 puntos porcentuales). Es decir, la variable del modelo que más influye sobre la pobreza es el acceso a la electricidad.

²⁸ Aumentar el logaritmo del producto per cápita en una desviación estándar (0,66) en torno a la media equivale a aumentar el producto per cápita en un 93% dada la gran dispersión de la renta per cápita (mínima de 774 y máxima de 12.584 en USD PPP 2017) que se explicó anteriormente.

No está de más, al analizar los resultados numéricos de cualquier modelo de estimación de la pobreza, tener en cuenta, de manera adicional a las limitaciones de cualquier estimación econométrica, que el concepto de pobreza se presenta siempre pleno de matices subjetivos o grupales; culturales, temporales o territoriales que no siempre quedan reflejados en un simple número.

1.2 Comprobaciones de robustez y exogeneidad.

Como se ha explicado, no ha sido posible implementar modelos de estimación más complejos por la limitación del número de observaciones. La estimación por Efectos Fijos (o su derivado de Efectos Aleatorios) habría permitido paliar el efecto de posibles variables omitidas que, no siendo observables o no disponiendo de las mismas, son fijas en el tiempo para cada país a lo largo del periodo de estudio. Algunas de estas variables pueden ser: características físicas del país, gobernanza (suponiéndola constante a lo largo del periodo de estudio), estabilidad macroeconómica, entre otras. Un análisis dinámico por el Método de los Momentos Generalizados habría posibilitado también, entre otras cosas, eliminar problemas de endogeneidad.

Debido a lo anterior, para evitar un posible modelo endógeno por variable omitida será preciso comprobar que las variables que se estiman, tradicionalmente o no, como causales de la pobreza extrema no son significativas.²⁹ Se ha contrastado un número elevado de posibles variables omitidas que, agrupadas conceptualmente, se explican a continuación.

El primer grupo corresponde a variables relacionadas con servicios públicos alternativos al suministro eléctrico. Se pretende ver con este conjunto de variables si otros suministros influyen en el porcentaje de pobreza. Las variables analizadas son: suministro básico de agua, disposición en la vivienda de desagüe básico, acceso de la población a internet y acceso de la población a telefonía móvil. Estas variables proceden todas de la base de datos del Banco Mundial (World Bank 2021).

²⁹ Se efectúa también más adelante un test de endogeneidad del modelo presentado en la *ecuación (2)*.

El segundo grupo corresponde a la educación. Se ha utilizado una variable que describe el ratio de finalización de la educación secundaria (total y femenina) como indicador del nivel de educación de un país.

El tercer conjunto de variables de control utilizado está relacionado con la gobernanza del país. Este conjunto de indicadores procede de un proyecto de investigación del programa del Banco Mundial Knowledge for Change (World Bank 2019b). Se provee información sobre seis dimensiones de la gobernanza que son valoradas mediante encuestas procedentes de distintas fuentes tanto como públicas como privadas. Las seis dimensiones sobre las que se facilita valoración, que oscila entre -2,5 y +2,5, son: libertad de expresión y rendición de cuentas, estabilidad política y ausencia de violencia, efectividad del gobierno, calidad de la regulación, seguridad jurídica, y control de la corrupción.

Otro grupo de variables corresponde a características geográficas y demográficas del país: condición de salida al mar, densidad de población, porcentaje de población rural, temperatura máxima media, temperatura mínima media, precipitación anual media, rendimiento medio en la producción de cereales, y rentas procedentes del hecho de disponer de recursos naturales. Estos indicadores proceden del portal del Banco Mundial relativo a cambio climático (World Bank y Climate Change Knowledge Portal 2011). Otras variables demográficas empleadas han sido la tasa de mortalidad neonatal y la desnutrición de la base datos del Banco Mundial (World Bank 2021).

El indicador de competitividad del World Economic Forum facilita un indicador basado en la percepción de la calidad de suministro eléctrico de un país. Esta variable es la única que existe con carácter global para comparar la calidad eléctrica entre distintos países y se ha incorporado al modelo para comprobar si incide, junto con el acceso a la electricidad, en el porcentaje de personas que viven en pobreza.

Como indicadores de la estabilidad macroeconómica se han utilizado las variables tasa de interés real del país e indicador de precios de consumo.

Se ha comprobado también si otros indicadores próximos al producto per cápita, como el consumo de los hogares per cápita o el valor añadido per cápita del sector primario,

reflejan mejor la relación con la pobreza. También se contrastó si el gasto del gobierno en salud per cápita es significativo en el modelo.

Todos los contrastes realizados no afectan de manera importante ni al p-valor de las tres variables independientes del modelo de la *ecuación (2)* ni a sus coeficientes.

Se verifica también que no hay ningún año significativo en especial que afecte al modelo en el periodo. Se comprueba la robustez del modelo analizando si existió en algún año del periodo de estudio algún acontecimiento relevante que pudiera haber afectado a todos los países de manera uniforme. Se crean variables binarias anuales para observar tal efecto. Tanto individualmente como de manera conjunta, no existen años significativos que influyan en la relación entre la variable dependiente y las independientes. Será interesante, no obstante, volver a realizar esta prueba cuando se disponga de los datos de los años 2020 y posteriores.

Cabe pues a continuación efectuar un análisis de exogeneidad más general de las variables del modelo. Se emplearán variables instrumentales para realizar, una vez comprobado la validez de estas, distintos test de exogeneidad en función de la característica del modelo.

Para ser válidas, las variables instrumentales a utilizar deben guardar relación con las variables independientes del modelo estructural (condición de relevancia) y no deben estar relacionadas con el error del mismo (condición de exogeneidad). Adicionalmente, debe contarse al menos con tantos instrumentos como posibles variables endógenas a analizar.

Se procede en primer lugar a analizar la exogeneidad de la primera variable independiente que figura en la *ecuación (2)*, logaritmo del producto per cápita. Para instrumentar *logdppc* se cuenta con dos variables: el logaritmo del consumo final per cápita de los hogares en dólares PPP de 2017 y el valor añadido per cápita del sector primario (agricultura, sector forestal y pesca).

El logaritmo del consumo final per cápita de los hogares en dólares PPP de 2017 (*loghce*), se define como el logaritmo neperiano del gasto en consumo final de los hogares (consumo privado) y su uso como instrumento se justifica directamente ya que el

consumo de los hogares por definición forma parte del producto per cápita y este está muy correlacionado en el modelo con su logaritmo (*loggdppc*)³⁰. De igual manera, el valor añadido per cápita del sector primario (*affpc*) forma parte del producto per cápita y está asociado a este. Al ser estos instrumentos parte de una variable incluida en el modelo se puede inferir que son relevantes y que no estarán relacionados con el error de la ecuación estructural. El primer aspecto se comprobará analizando la significación de los instrumentos en la ecuación en forma reducida del modelo y el segundo mediante un test de sobreidentificación.

Las variables guardan relación significativa con el logaritmo del producto per cápita como puede apreciarse al realizar una regresión lineal sobre la forma reducida del modelo (Wooldridge 2012):

$$\begin{array}{ccccccccc} \loggdppc = & 1,883 & - & 0,001 & gini & + & 0,005 & acc & + & 0,758 & loghce & + & 0,0002 & affpc & & (3) \\ & (0,494) & & (0,003) & & & (0,002) & & & (0,081) & & & (0,00008) & & \\ & [***] & & [-] & & & [***] & & & [***] & & & [**] & & \end{array}$$

$$n = 127 \qquad R^2 = 0,914$$

Se realiza una prueba de significación conjunta mediante un estadístico F para comprobar que ninguno de los coeficientes de *loghce* y *affpc* son simultáneamente igual a cero. Los resultados figuran en el *Cuadro 4* y rechazan la posibilidad mencionada con lo que las variables instrumentales son relevantes.

Cuadro 4
Prueba de significación de instrumentos para loggdppc .

Estadístico	Resultado	p-valor
F(2,122)	65,00	0,000

³⁰ Correlación igual a 0,949.

Adicionalmente, cabe mencionar también que la correlación entre *loggdppc* y *loghce* es igual a 0,945. La correlación entre *loggdppc* y *affpc* es 0,501. Lo que sirve para afianzar las conclusiones anteriores.

La condición para que el instrumento no esté relacionado con el error de la ecuación estructural en estudio es que dicho instrumento impacte sobre la variable dependiente únicamente a través de las variables independientes que figuran en el modelo estructural cosa que se produce ya que la renta de los hogares forma parte del producto per cápita.³¹ La correlación con el error de la ecuación estructural no puede medirse realmente al incorporar el efecto de variables no observadas que afectan a la variable independiente. No obstante, si se dispone de varios instrumentos es posible realizar un test de sobreidentificación que verificará si el número de instrumentos empleados es correcto y si son independientes con el error estructural. Para ello se emplean pruebas desarrolladas por Sargan (1958) y Basman (1960) cuando la ecuación por mínimos cuadrados en dos etapas que se estudia es homocedástica o un indicador elaborado por Wooldridge (1995) en el caso de heterocedasticidad. En el *Cuadro 5* puede verse el resultado de este último indicador al tratarse de un modelo heterocedástico donde se aprecia que el modelo no está sobreidentificado y que las variables instrumentales no están relacionadas con el error de la ecuación estructural.

Cuadro 5

Prueba de sobreidentificación de instrumentos para loggdppc.

Tipo de test	Resultado	p-valor
Wooldridge	0,317	0,574

Un dato adicional es la correlación de *loghce* y *affpc* con el residuo de la ecuación que presenta valores muy bajos (igual a -0,016 y 0,030 respectivamente).

³¹ En el apéndice 2, se desarrolla un modelo (menos preciso) con las mismas variables dependientes e independientes con la única diferencia de considerar ahí el producto per cápita directamente y no transformado en su logaritmo. Se comprueba que el modelo es muy similar al que se analiza en este capítulo y que las variables empleadas son también exógenas.

Finalmente, tras haber comprobado la relevancia y exogeneidad de los instrumentos cabe averiguar si la variable *loggpdpc* es exógena. Para ello, se realizan varios test de endogeneidad: Durbin (Durbin 1954) y Wu-Hausman (Wu 1974) (Hausman 1978) que pueden no ser consistentes cuando existe heterocedasticidad en el modelo o dos test desarrollados por Wooldridge robustos frente a la heterocedasticidad (Wooldridge 1995). Los resultados para el caso presente con heterocedasticidad se presentan en el *Cuadro 6*. Los indicadores presentan un p-valor superior a 0,7 con lo que no se descarta la hipótesis nula de exogeneidad.

Cuadro 6
Prueba de exogeneidad de loggpdpc

Tipo de test	Resultado	p - valor
Wooldr. robust score	0,106	0,745
Wooldr. regresión	0,101	0,751

Se analiza a continuación la exogeneidad de la variable asociada a la desigualdad de ingresos, *gini*.

Al analizar posibles instrumentos para el indicador Gini de desigualdad puede resultar conveniente realizar algunos comentarios previos.

En primer lugar, hay que indicar que a la tradicional dificultad de encontrar instrumentos válidos para cualquier estudio de exogeneidad se añade, en el caso de esta variable, el hecho de que *gini* guarda muy poca correlación con muchas de las variables habituales empleadas en este tipo de investigaciones. Sin ir más lejos, con los datos que se manejan, la correlación entre extrema pobreza (*pov*) y el indicador de desigualdad (*gini*) es igual a 0,160. Al ser la correlación baja, es difícil encontrar instrumentos cuya relación sea lo suficientemente fuerte para que la estimación no sea sesgada o inconsistente (Wooldridge 2002).

En segundo lugar, debe tenerse en cuenta que el caso que se estudia tiene un gran porcentaje de la población en extrema pobreza y alguno de los paradigmas que se manejan al estudiar economías más desarrolladas no son aplicables aquí.

Es frecuente leer al referirse a políticas de estado en los países avanzados que una manera de disminuir la pobreza es reducir la desigualdad en los ingresos (equivalente a reducir el índice Gini), lo cual no es siempre cierto. A este respecto, es interesante considerar lo escrito por Leamer et al. (1999) donde al referirse a la desigualdad en Latinoamérica discute cuáles deben ser los calificativos correctos en torno al término desigualdad:

"Suele utilizarse muy a la ligera las palabras "malo" y "bueno" para describir los coeficientes Gini en lugar de emplear las palabras más neutras "alto" y "bajo". [...] Los países con los índices Gini menores y los que tienen una distribución de ingresos de los hogares más homogénea son los antiguos países comunistas de Europa del Este [...]".³²

Dicho de otra manera, es frecuente la existencia de países pobres que son muy iguales. Por ejemplo, en el caso en estudio Mali, Níger o Sierra Leona presentan porcentajes de pobreza extrema superiores al 50% con índices Gini entre 33 y 34. Un ejemplo adicional más cercano surge de comparar las rentas y los índices Gini de España y Paquistán. España cuenta en el periodo de estudio de esta tesis con un producto per cápita de aproximadamente 40.000 dólares PPP de 2017 y un coeficiente Gini que varía entre 34,1 y 36,2. El coeficiente Gini de Paquistán oscila entre 29,8 y 33,5 con un producto per cápita de 4.500 dólares PPP 2017.

Lo mencionado en el párrafo anterior ya fue expuesto por Kuznets (1955) en una conferencia ante la American Economic Association al analizar el desarrollo económico y la desigualdad de ingresos en Estados Unidos, Reino Unido y Alemania en los años cuarenta. Preciso que cuando las sociedades pobres crecen, la desigualdad tiende a aumentar debido principalmente (según su análisis) a la migración del ámbito rural al urbano (argumentando que los empleos industriales generan mayor igualdad que los del sector primario). Esta afirmación fue luego rebatida por Ravallion y Datt (1996) al

³² Tener en cuenta que el artículo se escribió en 1999, diez años después de la caída del Muro de Berlín.

analizar la importancia del sector agrícola en India para reducir la pobreza y la desigualdad.

Puede verse, según lo anterior que encontrar instrumentos para el indicador Gini de desigualdad (*gini*) es difícil. No obstante, basándose en las opiniones de Kuznets (correlación positiva entre renta y coeficiente Gini en etapas iniciales de desarrollo) y, Ravallion y Datt (correlación negativa entre producción del sector primario y desigualdad) y teniendo en cuenta que, según los datos de la muestra, hay cierta relación del indicador de desigualdad de ingresos con el logaritmo del consumo de los hogares *loghce* (correlación igual a 0,195) y con el valor añadido per cápita del sector primario *affpc* (correlación igual a -0,267) se plantean estas dos variables como posibles instrumentos de *gini*. Se supone también, al igual que en el caso de la exogeneidad de *loggdppc*, que al formar el consumo de los hogares y el valor añadido del sector primario parte del producto per cápita, no existe relación con el error estructural.

Procediendo de manera análoga al caso anterior, se comprueba la relevancia de los dos instrumentos. La ecuación en forma reducida que resulta es:

$$\begin{aligned}
 gini = & 18,718 - 1,260 \loggdppc + 0,007 acc + 5,028 \loghce - 0,010 affpc \\
 & (13,066) \quad (2,341) \quad (0,041) \quad (2,443) \quad (0,002) \quad (4) \\
 & [-] \quad [-] \quad [-] \quad [**] \quad [***] \\
 n = & 127 \quad R^2 = 0,196
 \end{aligned}$$

La prueba de significación conjunta indica que los coeficientes de *loghce* y *affpc* no son simultáneamente igual a cero. Los resultados figuran en el *Cuadro 7* y rechazan la posibilidad mencionada con lo que las variables instrumentales son relevantes.

Cuadro 7
Prueba de significación de instrumentos para gini.

Estadístico	Resultado	p-valor
F(2,122)	19,68	0,000

Al disponer de varios instrumentos se efectúa un test de sobreidentificación empleando el mismo indicador anteriormente descrito para casos heterocedásticos (Wooldridge 1995). El *Cuadro 8* muestra un p-valor que indica que no existe sobreidentificación y que los instrumentos son exógenos al error estructural.

Cuadro 8

Prueba de sobreidentificación de instrumentos para gini.

Tipo de test	Resultado	p-valor
Wooldridge	0,069	0,793

La correlación de *loghce* y *affpc* con el residuo de la ecuación estructural es igual a -0,016 y 0,030 respectivamente lo que ayuda a corroborar la exogeneidad con el error como se indicó anteriormente.

El último paso para comprobar la exogeneidad de *gini* es realizar el test del mismo nombre. Como se está ante un caso con heterocedasticidad, se usan los test de Wooldridge (1995). Los resultados figuran en el *Cuadro 9*.

Cuadro 9

Prueba de exogeneidad de gini.

Tipo de test	Resultado	p - valor
Wooldr. robust score	0,384	0,536
Wooldr. regresión	0,385	0,536

Estos resultados muestran que *gini* es exógena.

Para analizar la exogeneidad de la variable *acc* (porcentaje de la población que tiene acceso a la electricidad) se han considerado dos instrumentos: el ya mencionado logaritmo del consumo per cápita de los hogares (*loghce*) y una variable relacionada con

la calidad percibida del suministro eléctrico que se calcula para el indicador de competitividad (Global Competitiveness Index) del World Economic Forum (*notacal*).

En cuanto a la relevancia del primer instrumento, la relación del ingreso de los hogares con el acceso a la electricidad en países en desarrollo ha sido estudiada en el pasado por Riva et al. (2018) entre otros. Cabe añadir también las publicaciones sobre el impacto de la electricidad en el consumo de Kooijman-van Dijk y Clancy (2010) en Bolivia, Tanzania y Vietnam y de Rao (2013) en India.

Respecto a la relevancia del segundo instrumento se observa empíricamente que la calidad del servicio eléctrico mejora a medida que aumenta la cobertura de la electricidad. Esto tiene lógica ya que en las primeras fases de la electrificación de un país o región lo que se busca es crecer en cobertura y posteriormente, una vez está la red consolidada, se comienza a mejorar la calidad de la misma con líneas de alimentación o equipos redundantes que incrementan la calidad de servicio.

Al estudiar la exogeneidad de los instrumentos, ya se mencionó anteriormente el hecho de que el consumo de los hogares forma parte del producto bruto que ya está incluido en el modelo. La calidad de suministro eléctrico (*notacal*) solamente está relacionada con la variable dependiente *pov* a través de la variable *acc* y por lo tanto no está correlacionada con el error estructural. En la muestra que se maneja, la correlación entre *notacal* y el residuo es igual a 0,004. Conceptualmente, la mejor manera de comprobar la exogeneidad con el error es de una manera contrafactual. Si una persona u hogar no dispone de acceso a la electricidad, la calidad de suministro no influirá en su condición de pobre. Apurando el razonamiento podría argumentarse que, aunque no posea suministro, en un país con buena calidad de suministro las empresas y las personas son más productivas y, al mejorar la economía general, puede mejorar la condición de las personas sin suministro. Sin embargo, este último posible efecto, de existir, vendría recogido en la ecuación estructural a través de la variable del producto per cápita y por lo tanto no habría correlación de *notacal* con el error.

Se comprueba la relevancia de ambas variables mediante una regresión de la ecuación en forma reducida para *acc*, es decir, se realiza una regresión por Mínimos Cuadrados

Ordinarios de la variable *acc* frente a los instrumentos citados (*loghce* y *notacal*) y el resto de las variables de la ecuación estructural (*loggdppc* y *gini*).

$$acc = -227,151 + 25,431 \loggdppc + 0,096 gini + 13,576 \loghce + 4,267 notacal$$

(22,731)	(6,684)	(0,230)	(6,774)	(1,630)	(5)
[***]	[***]	[-]	[**]	[***]	

$n = 108 \quad R^2 = 0,831$

Debe comprobarse la significación conjunta de las variables *loghce* y *notacal* para lo que se utiliza un estadístico F que certifica que el coeficiente de al menos uno de los dos instrumentos es distinto de cero. El resultado puede verse en el *Cuadro 10*.

Cuadro 10

Prueba de exogeneidad de instrumentos para acc.

Estadístico	Resultado	p-valor
F(2,103)	5,29	0,007

Analizando, en la muestra, las correlaciones de los instrumentos con *acc* se observa también como la relación es importante. La correlación de *acc* con *loghce* es igual a 0,882 y con *notacal* igual a 0,697.

Después de comprobar la relevancia de las variables utilizadas con el estadístico F, al disponer de dos instrumentos, puede efectuarse un test de sobreidentificación que determinará si hay un exceso de variables instrumentales en uso para este caso y la condición de exogeneidad de los instrumentos, es decir, la nula relación de los instrumentos con el error del modelo estructural (*ecuación (2)*). Se ha comprobado que el modelo es heterocedástico. Debido a esta característica, se muestra únicamente la prueba elaborada por Wooldridge (1995) robusta para casos con heterocedasticidad.

En el *Cuadro 11* se incluyen los test donde se observa que no puede rechazarse la nula de que el uso de las dos variables instrumentales no supone sobreidentificación y que estos instrumentos son exógenos.

Cuadro 11

Prueba de sobreidentificación de instrumentos para acc.

Tipo de test	Resultado	p-valor
Wooldridge	0,016	0,901

Tras las comprobaciones de relevancia y sobreidentificación, se verifica la exogeneidad de *acc* efectuando los mismos test descritos anteriormente. Ver resultados en *Cuadro 12*.

Cuadro 12

Prueba de exogeneidad de acc.

Tipo de test	Resultado	p - valor
Wooldr. robust score	0,036	0,850
Wooldr. regresión	0,035	0,853

Los p-valores obtenidos denotan que no puede rechazarse la hipótesis nula de exogeneidad de *acc*.

Por lo tanto, puede afirmarse que la estimación de la *ecuación (2)* es exógena.

1.3 Interacción del acceso a la electricidad con la telefonía móvil.

En alguna ocasión, la acción conjunta de servicios públicos ha contribuido a reducir la pobreza. Pollard et al. (2018) relatan el funcionamiento del Fondo de Inclusión Social Energético (FISE) promovido por el gobierno de Perú en 2012. En este país, exportador de gas natural y derivados de petróleo, la población más pobre cocina con biomasa u hornillos de combustible líquido como el queroseno. El fondo FISE implementa un pequeño recargo a los consumidores domésticos de electricidad para subvencionar la adquisición de bombonas de gas y mejorar así las condiciones de vida dentro del hogar.

Esto es posible gracias a que el servicio eléctrico está muy extendido.³³ El sistema de bonificación del gas se articula en torno a determinadas claves numéricas incluidas en el recibo de la luz que el proveedor domiciliario de bombonas de gas activa mediante un teléfono móvil aplicando el descuento al consumidor sin ningún trámite burocrático adicional.

Cabe preguntarse, en base a experiencias como la descrita anteriormente, si afecta a la pobreza la existencia simultánea de servicios públicos, particularmente el acceso a la electricidad y el acceso a la telefonía móvil. Para ello, se ha incorporado al modelo base presentado en la *ecuación (2)* un efecto de interacción del acceso a la electricidad con el número de subscripciones de teléfono móvil por cada cien habitantes (*mob*). La variable *mob* se introdujo inicialmente en el modelo (*ecuación (2)*) pero resultó ser no significativa. Sin embargo, si se incorpora una variable adicional que represente la interacción entre el acceso a la electricidad y el número de subscripciones móviles por cada cien habitantes, se observa que *mob* y la interacción resultan ahora significativas. Este modelo alternativo queda especificado de la siguiente forma:

$$\begin{aligned}
 pov = & 127,616 - 11,963 \log dppc + 0,731 \text{ gini} - 0,555 \text{ acc} - 0,200 \text{ mob} + 0,003 \text{ acc} * \text{mob} \\
 & (14,525) \quad (2,031) \qquad \qquad (0,096) \quad (0,061) \quad (0,068) \quad (0,001) \qquad (6) \\
 & [***] \quad [***] \qquad \qquad [***] \quad [***] \quad [***] \quad [***]
 \end{aligned}$$

$$n = 146$$

$$R^2 = 0,849$$

Este nuevo modelo es bastante parecido al anterior en cuanto a que se mantienen los signos y la relevancia de las variables independientes *loggdppc*, *gini* y *acc* de la *ecuación (2)*. Incluso los nuevos coeficientes de *loggdppc* y *gini* están dentro del intervalo de confianza del 95% de la anterior estimación. Para analizar correctamente la interacción entre electricidad y telefonía móvil es conveniente hacerlo en torno a valores predeterminados de *acc*. Si se toman los percentiles 25, 50 y 75 de esta variable, puede verse como un incremento de la penetración de telefonía móvil en diez puntos porcentuales reduce la pobreza en 1,1 puntos porcentuales cuando el nivel de acceso a la

³³ En 2018, el 98% de la población posee acceso a la electricidad en Perú.

electricidad está en torno al primer cuartil. Cuando está en torno al segundo cuartil, la pobreza no varía. Cuando el acceso a la electricidad está en torno al tercer cuartil, la pobreza aumenta incluso 0,6 puntos porcentuales. Es decir, en los países con menor acceso a la electricidad, la telefonía móvil contribuye a reducir la pobreza. Este efecto positivo de la telefonía móvil no se produce cuando el acceso a la electricidad es más alto.

La conclusión del párrafo anterior motiva la realización de un estudio con mayor detalle de cómo se comporta el acceso a la telefonía móvil en aquellos países con menos acceso a la electricidad. Este tema se tratará en el capítulo 3 de la tesis.

1.4 Conclusiones del capítulo.

Al inicio de esta investigación, se comentaba la intención de comprobar la observación empírica en cuanto a la relevancia del suministro eléctrico para reducir la pobreza extrema.

Surgían también preguntas sobre si el acceso a la electricidad era el único factor determinante para reducir la pobreza. De existir más variables, aparecía la cuestión sobre si la electricidad era la más importante ya sean las nuevas causales de tipo macroeconómico o de otra naturaleza como la existencia de suministros de servicio público importantes también como el agua potable, el desagüe o las telecomunicaciones. También se planteaba la duda sobre si lo observado en Latinoamérica era aplicable a otros países.

Estas cuestiones se han resuelto mediante la elaboración de un modelo econométrico con la pobreza extrema como variable dependiente que incorpora, además del porcentaje de acceso a la electricidad y, en base a otros estudios teóricos y empíricos, el logaritmo del producto per cápita y el coeficiente gini como variables explicativas.

Los resultados del modelo econométrico confirman la hipótesis inicial de una relación causal entre el porcentaje de personas con acceso a la electricidad y el porcentaje de la población en condición de pobreza extrema. Una mejora del acceso a la electricidad reduce la pobreza, manteniendo todo lo demás constante.

El resultado estadístico del párrafo anterior se ratifica de manera razonada al ser evidente, según numerosos análisis similares aunque no iguales,³⁴ el papel que tiene la electricidad para mejorar el bienestar del hogar (iluminación, cocinado de alimentos, conservación de estos, entretenimiento y estudio, entre muchos otros), el desarrollo de pequeñas y medianas empresas, y la posibilidad de disponer de otros servicios sociales (seguridad, sanidad o educación).

Del modelo se deduce también que la pobreza disminuye cuando aumenta el logaritmo del producto per cápita y cuando se reduce la desigualdad (descenso del coeficiente Gini).

El acceso a la electricidad es la variable más relevante de las que componen el modelo. Se estima que esta conclusión es muy importante para el diseño de políticas públicas de reducción de la pobreza extrema ya que normalmente se concede mayor importancia a otras acciones como aumentar los ingresos de las familias o reducir la desigualdad.

Es preciso considerar la pobreza en particular y el desarrollo humano en general como un concepto complejo que en ocasiones no es posible reflejar con todos sus matices en un simple número. En cuanto a las políticas a aplicar, las conclusiones econométricas, como la comentada en torno al aumento del acceso a la electricidad, deben complementarse con otras de ámbito más general que aporten matices y enfoques que van más allá de lo observado en torno a la cifra de la pobreza absoluta de un país.

La literatura previa descrita al principio de la tesis refleja en la relación entre energía y desarrollo aspectos (como la causalidad simultánea) que pueden ser fuentes de endogeneidad en el modelo. La misma literatura afirma que este fenómeno es menos frecuente al referirse a la energía eléctrica.

Se ha comprobado mediante la inclusión de numerosas posibles variables explicativas que el error por variable omitida es poco probable. Adicionalmente, mediante el uso de

³⁴ Se comentó anteriormente que existen numerosos estudios que analizan la relación desarrollo - energía eléctrica pero que no se conoce ninguno que haya estudiado para un conjunto amplio de países la relación entre pobreza extrema y acceso a la electricidad.

variables instrumentales, se ha comprobado la exogeneidad del modelo. Otros métodos de comprobación de exogeneidad no han sido posibles por la limitación en el número de observaciones de la pobreza, variable que no se mide de manera regular.

Respecto a la prevalencia de la electricidad frente a otros suministros, también en base a la experiencia observada en terreno en cuanto a la posible interacción con otros servicios públicos, se ha desarrollado un modelo de interacción entre el acceso a la electricidad y la penetración de telefonía móvil que se ha aplicado al mismo conjunto de observaciones.

Puede observarse en este último modelo cómo el acceso a la electricidad y el acceso a la telefonía móvil dependen uno del otro en determinadas situaciones. La penetración de la telefonía móvil influye en la reducción de pobreza cuando el acceso a la electricidad no es muy elevado (alrededor del percentil 25). Más adelante se desarrolla esta conclusión.

**CAPÍTULO 2. ANÁLISIS DE LARGO PLAZO DE LA RELACIÓN ENTRE
ACCESO A LA ELECTRICIDAD Y POBREZA EXTREMA. EL CASO DE
PERÚ**

En la revisión de la literatura se mencionó como la dirección de la causalidad entre desarrollo y energía no quedaba claramente determinada. Sí parecía más clara la causalidad de la energía al desarrollo en el caso de la energía eléctrica.

Después de haber analizado para el conjunto de países con nivel de ingresos bajo o medio-bajo la relación entre pobreza y acceso a la electricidad, se investiga a continuación cómo se comporta esa misma relación a lo largo del tiempo en un país determinado mediante un modelo de cointegración que permitirá, entre otras cosas, analizar la dirección de la causalidad entre los dos conceptos.

2.1 Modelo.

Ya en la fase anterior del estudio, se vio que el Banco Mundial no calcula la pobreza todos los años. Esto hace especialmente difícil analizar series temporales de pobreza - electricidad. No obstante, algunas economías vienen calculando de manera continua estos indicadores. Particularmente, Perú dispone de una serie completa para el periodo 1997-2018. Debe tenerse en cuenta que el Banco Mundial califica a Perú como país de renta media-alta y, por lo tanto, no estaba incluido en el análisis mencionado anteriormente.

También se ha comentado en el apartado de literatura previa que existen numerosos análisis de la relación entre variables asociadas a la electricidad (como consumo nacional, potencia instalada o crecimiento de la demanda) y parámetros asociados al desarrollo (como PBI per cápita o crecimiento del PBI) pero no se ha encontrado mención a la relación de largo plazo entre la cantidad de personas que están en pobreza extrema y el acceso a la electricidad.

Se ha contado para este estudio con los datos de pobreza y acceso a la electricidad que proporciona el Banco Mundial en su World Data Base (World Bank 2021).

Para analizar una relación de largo plazo entre el porcentaje de la población de Perú que vive con *más* de 1,9 USD (2011 PPP) por persona y día (*mpov*)³⁵ y el porcentaje de la población que tiene acceso a la electricidad (*acc*) se elabora un modelo vectorial de corrección del error (MVCE) en el periodo de veintidós años comprendido entre 1997 y 2018 que analizará si *mpov* y *acc* están cointegradas. Puede verse en el *Gráfico 1* cómo evolucionan estas dos variables en el tiempo.

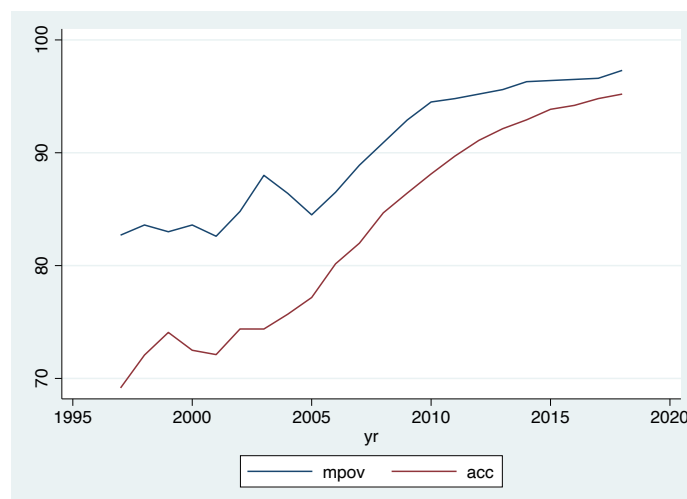


Gráfico 1

Evolución de mpov (porcentaje de la población que vive con más de 1,9 USD por persona y día) y acc (porcentaje de la población que dispone de acceso a la electricidad). Abcisas: porcentajes; Ordenadas: año

En base a la experiencia vivida en Perú, se pretende comprobar que la electrificación de zonas pobres en este país produce un desarrollo económico básico de manera muy rápida.

Para ver si las dos variables están cointegradas y son susceptibles de conformar un modelo MVCE, es preciso comprobar previamente que las series de tiempo *mpov* y *acc* constituyen sendos procesos de raíz unitaria. Para ello se aplicará el test modificado de Dickey Fuller (dfgls) (Elliott, Rothenberg, y Stock 1996) que funciona mejor que el

³⁵ Con objeto de que los datos en el tiempo de pobreza y acceso a la electricidad aparezcan de manera ascendente en el tiempo como es habitual en los gráficos de series temporales de variables económicas, se transforma la variable porcentaje de la población que vive en pobreza extrema (*pov*) en porcentaje de población que no vive en la pobreza extrema (*mpov*), definida esta como: $mpov = 100 - pov$

clásico test de Dickey Fuller aumentado (1979) en muestras pequeñas³⁶. Adicionalmente, se utilizará también el test Phillips-Perron (1988). La elección del número de retardos en una serie corta es comprometida. Por un lado, incluir retardos disminuye el riesgo de correlación serial entre errores. Por otro incluir dos retardos, por ejemplo, disminuye en el presente caso un 10% los datos de la muestra. Dado que se está tratando con datos anuales suele ser suficiente con considerar retardos de orden uno o dos (Wooldridge 2012). En el *Cuadro 13* se muestra los estadísticos y p-valores calculados por el método modificado de Dickey Fuller (gls) y el método Phillips - Perron, ambos con varios retardos, de las series de tiempo *mpov* y *acc* en sus niveles y en sus primeras diferencias (*d.mpov* y *d.acc*). En todos los casos la hipótesis nula supone que la serie de tiempo presenta raíz unitaria

Cuadro 13
Pruebas de raíz unitaria.

		DF gls				Pperron		
		max ret 0	max ret 1	max ret 2	max ret 3	1 retardo	2 retardos	3 retardos
mpov	estadístico	-2,083	-2,938	-2,725	-1,666	-2,199	-2,117	-2,031
	p-valor	> 0,1	> 0,1	> 0,1	> 0,1	0,4904	0,5365	0,5844
d.mpov	estadístico	-3,676	-4,499	-4,304	-5,016	-3,620	-3,518	-3,489
	p-valor	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,0054	0,0075	0,0083
acc	estadístico	-1,329	-2,109	-2,149	-1,456	-1,386	-1,457	-1,525
	p-valor	> 0,1	> 0,1	> 0,1	> 0,1	0,8651	0,8436	0,8204
d.acc	estadístico	-3,243	-2,607	-2,497	-3,209	-3,492	-3,507	-3,552
	p-valor	<0,01	0,01 a 0,05	0,05 a 0,10	<0,01	0,0082	0,0078	0,0068

Al ser *mpov* y *acc* series que presentan raíz unitaria y sus primeras diferencias variables estacionarias, ambas son procesos integrados de orden uno ó I(1).

El siguiente paso para consolidar el modelo MVCE consiste en averiguar si existe una relación de largo plazo entre el porcentaje de la población que está fuera de la pobreza y el porcentaje que tiene acceso a la electricidad. Para ello, en primer lugar se calcula el número óptimo de retardos a incorporar al modelo de cointegración con la ayuda de varios

³⁶ Con objeto de eliminar un posible problema de correlación serial en los errores, el test de Dickey Fuller modificado transforma la serie temporal que se está estudiando mediante mínimos cuadrados generalizados.

estadísticos³⁷. La mayor parte de ellos indican un número de retardos óptimo igual a dos. La información proporcionada por los estadísticos no es definitiva; por lo tanto, tras establecer el modelo MVCE, se analizarán a posteriori alternativas con uno y tres retardos para comprobar la robustez de la elección³⁸.

En segundo lugar es preciso calcular el rango de cointegración de las series. Existen también varios estadísticos que ayudan a calcular el rango óptimo. Se utilizan tres métodos para determinar el rango óptimo que se basan en un estimador de máxima verosimilitud desarrollado por Johansen (1995) de los parámetros del modelo MVCE³⁹. Los tres test empleados reportan un rango uno de cointegración.

Se procede con estos supuestos a especificar un modelo de corrección del vector de error con *mpov* y *acc* como variables dependientes, rango uno de cointegración y un número de retardos máximo igual a dos. El cálculo de los parámetros presupone una tendencia determinística lineal para los niveles (*mpov* y *acc*) y una ecuación de cointegración sin tendencia estacionaria en torno a una constante. A posteriori deberá comprobarse que la especificación del modelo es robusta y consistente con las opciones empleadas.

Puede observarse en el *Cuadro 14* los resultados principales del modelo que cuenta con veinte observaciones y es válido ya que los p-valores de los χ^2 calculados tanto para las variables en primera diferencia como para la ecuación de cointegración son menores a 0,05. El coeficiente de *acc* (igual a -0,6169) en la ecuación de cointegración *cel* es estadísticamente significativo. También lo es el coeficiente de la velocidad de ajuste (α) (igual a -0,9262) en la primera ecuación ($\Delta mpov$) que estima los parámetros de primera diferencia de *mpov*. El coeficiente del primer retardo de la primera diferencia de *mpov* ($\Delta mpov_{t-1}$) (igual a 0,5034) es significativo en esta primera ecuación de diferencias. En la segunda estimación de los parámetros de la primera diferencia de *acc* (Δacc) solamente es significativo el término de la constante (igual a 0,8341). Las restricciones impuestas

³⁷ Indicadores de error de predicción final (FPE), criterio de información de Akaike (AIC), criterio de información bayesiano de Schwarz (SBIC) y criterio de información de Hannan y Quinn (HQIC).

³⁸ Determinar un modelo MVCE requiere normalmente un extenso proceso de prueba-error.

³⁹ Trace, eigenvalor máximo y criterios de información SBIC, HQIC y AIC.

para el modelo producen que algunos parámetros de la ecuación de cointegración sean fijos y por ello no tengan errores estándar (se representa por un punto esta característica).

Cuadro 14

Coefficientes, errores estándar y p-valores del modelo MVCE para mpov y acc con dos retardos y rango uno de cointegración.

Ecuación	Variable	Coefficiente	Err. Estd.	p-valor
Ecuación $\Delta mpov$				
	α ecuac. coint.	-0,9262	0,2340	0,000
	$\Delta mpov_{t-1}$	0,5034	0,1989	0,011
	Δacc_{t-1}	0,1507	0,2177	0,489
	Constante	0,1129	0,3325	0,734
Ecuación Δacc				
	α ecuac. coint.	0,1253	0,2771	0,651
	$\Delta mpov_{t-1}$	-0,0568	0,2355	0,809
	Δacc_{t-1}	0,2853	0,2578	0,268
	Constante	0,8341	0,3936	0,034
Ecuación de coint.				
	$mpov$	1	.	.
	acc	-0,6169	0,0249	0,000
	Constante	-38,833	.	.
<hr/>				
$R^2 \Delta mpov =$	$\chi^2 \Delta mpov =$	0,0000	χ^2 ecu. coint. =	0,0000
$R^2 \Delta acc =$	$\chi^2 \Delta acc =$	0,0002	n=20	

La única relación de cointegración que se produce (dado que el rango impuesto es igual a uno) será:

$$cel : mpov - 0,62 acc - 38,83 \quad (7)$$

El modelo de corrección del error resultante será:

$$\Delta mpov_t = - 0,93 (mpov_{t-1} - 0,62 acc_{t-1} - 38,83) + 0,50 \Delta mpov_{t-1} \quad (8)$$

$$\Delta acc_t = 0,83 \quad (9)$$

Cabe interpretar el modelo de la siguiente forma. La velocidad de ajuste de *acc* a *mpov* es alta ($\alpha = - 0,93$). Esto quiere decir que cuando la diferencia entre el número de personas fuera de la pobreza y el número de personas con acceso a la electricidad sale de la relación de equilibrio de largo plazo (ecuación (7)), este equilibrio de largo plazo se recuperará rápidamente. El signo negativo de α se interpreta de la siguiente forma. Si la relación de largo plazo se rompe porque, por ejemplo, el acceso a la electricidad ha aumentado y no la ha hecho el porcentaje de personas que están fuera de la pobreza (resultando una ecuación de equilibrio menor que cero), debido al signo negativo de α , *mpov* aumentará más en el siguiente periodo para corregir el desequilibrio del periodo anterior. Deberá observarse también el efecto de corto plazo que produce el coeficiente positivo de la primera diferencia del retardo en *mpov* ($\Delta mpov_{t-1}$). Al ser el coeficiente positivo, incrementos en primera diferencia de *mpov* en el periodo anterior (t-1) generan también incrementos en el siguiente periodo (t) de *mpov*.

De los parámetros del modelo también puede obtenerse la conclusión de que al ser la velocidad de ajuste cercana a uno, el equilibrio se recupera en un año.

Se confirma la hipótesis inicial de que las variables *mpov* y *acc* están cointegradas y, por lo tanto, mantienen una relación de largo plazo.

2.2 Comprobación de robustez.

Como se ha mencionado anteriormente, una vez elaborado el modelo debe comprobarse su robustez pues los test previos presentan siempre alternativas no concluyentes.

En primer lugar se comprueba que la ecuación de cointegración es estacionaria.

El *Gráfico 2* muestra el gráfico de la ecuación de cointegración que aparentemente es estacionaria.

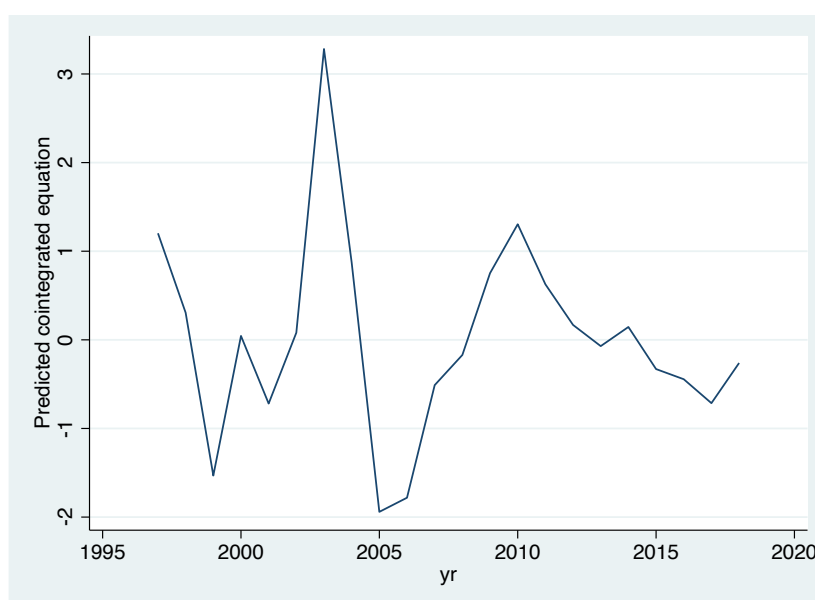


Gráfico 2
Gráfico de la ecuación estimada de cointegración.

Adicionalmente, se aplica el test de Dickey Fuller modificado (dfgls) a la serie obtenida y se confirma que la ecuación de cointegración *cel* es $I(0)$.

Se comprueba la condición de estabilidad del modelo para verificar que el rango de cointegración está bien elegido y que la ecuación de cointegración es estacionaria. El modelo es estable si, de acuerdo con el método establecido por Lütkepohl (2005), determinados módulos asociados a los valores eigen de una matriz auxiliar creada para el test son todos menores que uno (salvo el impuesto como restricción por el modelo). En

el caso en análisis, los módulos están todos bastante alejados de uno excepto el que impone por definición el modelo MCVE. Por lo tanto, el rango está bien especificado.

Debe comprobarse también la ausencia de correlación serial de los errores. Para ello, se utilizan el test del multiplicador de Lagrange. El p-valor más bajo obtenido es igual a 0,094 por lo que no se puede rechazar al 5% de significatividad la hipótesis nula de que no existe correlación entre los errores, por tanto el número de retardos está bien elegido.

Finalmente, se comprueba que los errores están normalmente distribuidos. Se realizan una serie de test (Jarque-Bera, asimetría y curtosis) para contrastar la hipótesis nula de que las perturbaciones del modelo están normalmente distribuidas. Todos los p-valores son superiores a 0,05 por lo que no puede rechazarse la hipótesis de que los errores estén normalmente distribuidos.

2.3 Causalidad.

Como se comentó, ha sido frecuente el estudio de la dirección de la causalidad entre la electricidad y el desarrollo económico. Para el caso del porcentaje de población que no está en pobreza extrema y el porcentaje de personas con acceso a la electricidad, cabe preguntarse si el acceso a la electricidad induce a que las personas abandonen su condición de pobreza al mejorar el confort de su vivienda o la facilidad para que se desarrollen emprendimientos en la zona, o si es al contrario. Estas cuestiones son comentadas por Bacon y Kojima (2016) en su revisión de literatura sobre la energía, el crecimiento económico y la reducción de pobreza. Se describe cómo varios estudios que incorporan el acceso a la energía eléctrica como variable explicativa contemplan la posibilidad de una relación causal simultánea con la variable dependiente asociada al bienestar. Se argumenta que podría existir, además de la relación de la electricidad hacia la pobreza, causalidad de la pobreza hacia la electricidad debido a la posibilidad de que las compañías eléctricas prioricen la conexión a la red de los hogares con mayor poder adquisitivo. Es decir, en esta última situación, la causalidad iría de hogares menos pobres a mayor electrificación.

En el caso que se está estudiando para Perú, se parte de la hipótesis de que la causalidad solo opera de la electricidad hacia la pobreza. La regulación del sector eléctrico de distribución (redes) en este país no retribuye a la compañía en base a los ingresos obtenidos de los hogares sino en torno a los activos de distribución que una empresa eficiente debe desplegar en un área determinada. Por lo tanto, la compañía eléctrica de distribución no tiene menos interés en atender a clientes con menos ingresos que a otros con mayor poder adquisitivo. Adicionalmente, en Perú y en muchos otros países, existe siempre cierta presión política, social y de los medios de comunicación para atender a los clientes más pobres.

En base al razonamiento anterior, la hipótesis planteada para el análisis de causalidad es que esta produce exclusivamente del acceso a la electricidad a la pobreza. Para ello se empleará la metodología desarrollada por Granger (Granger 1969)(Granger 1980).

Conviene precisar que el término causalidad debe interpretarse con precaución como, entre otros, advierte Wooldridge (2012). Este autor en su glosario define la causalidad de Granger como "una limitada noción de causalidad donde los valores pasados de una serie (la variable independiente) *sirven para predecir los valores futuros de otra serie* (la variable dependiente) después de haber controlado por valores pasados de la variable dependiente". Es por ello, que este tipo de causalidad es referida siempre en este trabajo como causalidad de (o en el sentido de) Granger.

En un modelo MVCE, la causalidad de Granger puede ser tanto de corto como de largo plazo. Para la causalidad de corto plazo debe comprobarse, en un modelo con varios retardos, la significación conjunta de los coeficientes de las variables en primeras diferencias en $t-1$, $t-2$... Como el modelo en estudio solo tiene un retardo no será necesaria la prueba de significación conjunta ya que el p-valor del coeficiente servirá por sí solo.

Puede verse en el *Cuadro 14* que el p-valor de la primera diferencia de *acc* (Δacc_{t-1}) en la ecuación $\Delta mpov$ (p-valor igual a 0,489) es mucho mayor que cero por lo tanto no existe causalidad de Granger de corto plazo de *acc* hacia *mpov*. Igualmente, el p-valor de $\Delta mpov_{t-1}$ en la ecuación Δacc (p-valor igual a 0,809), muestra que no hay causalidad de corto plazo en el sentido de Granger de *mpov* a *acc*.

Sin embargo, sí se produce una causalidad de largo plazo (en el sentido de Granger) al analizar el término de corrección del error ya que es significativo el valor del término α en la ecuación de $\Delta mpov$ (p-valor igual a 0,000). Puede afirmarse pues que existe causalidad de largo plazo (en el sentido de Granger) del acceso a la electricidad hacia el porcentaje de población que está fuera de la pobreza. No existe esta relación de causalidad del porcentaje de población fuera de la pobreza al acceso a la electricidad (p-valor igual a 0,651).

Se confirma por lo tanto la hipótesis inicial de la unidireccionalidad de la causalidad de Granger del acceso a la electricidad hacia la población que ha salido de la pobreza.

El modelo descrito corresponde a un modelo MVCE de $mpov$ y acc con dos retardos, una sola relación de cointegración y un supuesto de tendencia determinística lineal para los niveles ($mpov$ y acc) y una ecuación de cointegración sin tendencia estacionaria en torno a una constante.

2.4 Pruebas adicionales de robustez.

Como pruebas adicionales de la robustez del modelo se han considerado variantes del modelo principal con uno y tres retardos. Para cada número de retardos, se han tenido en cuenta tres tendencias determinísticas. En el *Cuadro 15* se resumen los resultados de los test de consistencia realizados a los distintos modelos tras ser especificados. Como puede verse todas las alternativas estudiadas al modelo principal (salvo la de tres retardos y constante restringida) fallan en alguno de los test posteriores. Se elige el modelo de dos retardos y tendencia constante no restringida. Esta opción supone que los niveles presentan una tendencia determinística lineal (ver *Cuadro 1*) La opción con la constante restringida implica que los niveles de $mpov$ y acc no tienen tendencia. Las diferencias en los coeficientes de la ecuación no son, en cualquier caso, grandes. Ver *Cuadro 16*.

Cuadro 15

Resumen resultados test de consistencia modelo MVCE.

Rango	Retardo máx.	Valores determinísticos	Estabilidad (mayor módulo)		Correlación serial errores (menor p-valor)		Normalidad errores (menor p-valor)		Comentarios
1	1	Tendencia restringida	0,278	✓	0,001	✗	0,137	✓	Se rechaza el modelo por correlación serial en los errores.
1	1	Constante no restringida	0,300	✓	0,003	✗	0,195	✓	Se rechaza el modelo por correlación serial en los errores.
1	1	Constante restringida	0,981	✗	0,084	✓	0,066	✓	Se rechaza el modelo por inestable.
1	2	Tendencia restringida	0,713	✓	0,144	✓	0,267	✓	Se rechaza el modelo. Tendencia en la ecuación de cointegración no significativa (no mostrado en tabla; p-valor=0,657)
1	2	Constante no restringida	0,711	✓	0,094	✓	0,178	✓	Modelo aceptado
1	2	Constante restringida	0,708	✓	0,249	✓	0,037	✗	Se rechaza el modelo por no normalidad de los errores.
1	3	Tendencia restringida	0,715	✓	0,029	✗	0,426	✓	Se rechaza el modelo por correlación serial en los errores.
1	3	Constante no restringida	0,783	✓	0,008	✗	0,404	✓	Se rechaza el modelo por correlación serial en los errores.
1	3	Constante restringida	0,794	✓	0,196	✓	0,465	✓	Se rechaza este modelo frente al modelo de dos retardos por considerarlo más factible (tendencia lineal en los niveles).

Estabilidad: Modelo es estable si módulos están alejados de uno.

Correlación serial. H_0 : No hay correlación serial.

Jarque-Bera Test. H_0 : Errores distribuidos normalmente.

Cuadro 16
Comparación modelos con dos y tres retardos.

Variable	Mod. 2 ret. y opc. const.		Mod. 3 ret. y opc. restr. cons.	
	Coefficiente	p-valor	Coefficiente	p-valor
Ecuación $\Delta mpov$				
$\alpha_{ecuac. coint.}$	-0,9262	0,000	-0,877	0,002
$\Delta mpov_{t-1}$	0,5034	0,011	0,608	0,002
$\Delta mpov_{t-2}$	n. a.	n. a.	0,025	0,901
Δacc_{t-1}	0,1507	0,489	0,357	0,096
Δacc_{t-2}	n. a.	n. a.	-0,448	0,019
Constante	0,1129	0,734	-0,092	0,807
Ecuación Δacc				
$\alpha_{ecuac. coint.}$	0,1253	0,651	-0,091	0,836
$\Delta mpov_{t-1}$	-0,0568	0,809	0,083	0,784
$\Delta mpov_{t-2}$	n. a.	n. a.	0,176	0,567
Δacc_{t-1}	0,2853	0,268	0,188	0,567
Δacc_{t-2}	n. a.	n. a.	-0,19	0,515
Constante	0,8341	0,034	0,894	0,123
Ecuación de coint.				
$mpov$	1	.	1	.
acc	-0,6169	0,000	-0,601	0,000
Constante	-38,833	.	-40,784	.

2.5 Conclusiones del capítulo.

La literatura precedente señala varios casos donde aparece la endogeneidad en modelos pobreza-energía. Particularmente, ha sido frecuente el debate en cuanto a la causalidad entre estos dos fenómenos. Aunque prevalece la idea de que la causalidad va de la energía a la pobreza, existen publicaciones que señalan lo contrario. Algunas demuestran una doble causalidad y otras señalan que esta es inexistente.

Un modelo de cointegración permite contrastar hasta qué punto las afirmaciones del párrafo anterior son correctas. En particular, resulta de interés dentro del ámbito que se analiza en esta tesis analizar la causalidad entre pobreza extrema y acceso a la electricidad. Como se señaló ya en el capítulo 1, no es posible realizar un estudio multipaís por la falta de datos continuos sobre la pobreza extrema. Sin embargo, sí ha sido factible analizar el caso de Perú con una serie de datos no excesivamente larga pero suficiente para aplicar un modelo MVCE. Perú ofrece la ventaja adicional de ser una economía conocida por el doctorando, particularmente en torno a la regulación y funcionamiento del sector eléctrico.

Los resultados del modelo MVCE confirman claramente las hipótesis planteadas inicialmente. Existe una relación de largo plazo entre el acceso a la electricidad y la pobreza extrema en el periodo 1997-2018 en Perú. Esto quiere decir que se confirma adicionalmente que, cuando el equilibrio en la relación de largo plazo se rompe (si la pobreza varía de manera no asociada al acceso a la electricidad), este equilibrio se recupera muy rápidamente (un año aproximadamente).

Como se había supuesto inicialmente, se confirma también la hipótesis de causalidad. Empleando la metodología elaborada por Granger, se comprueba que la hipótesis inicial en cuanto a que el acceso a la electricidad es el fenómeno que reduce la pobreza y no al revés. La causa por la que la electricidad reduce la pobreza se ha comentado ya en varias ocasiones en la descripción de la literatura y en varios apartados de la tesis. En cuanto a la no existencia de causalidad desde la pobreza al acceso a la electricidad, motivada según citan diversos autores por el hecho de que un cliente más pobre desincentiva la expansión de la red, ya se explicó cómo la regulación eléctrica de Perú no promueve la discriminación de los clientes por su poder adquisitivo. Los incentivos para extender la red se basan en otros criterios. Esto último es probablemente el motivo por el que no se da la causalidad de la pobreza hacia el acceso a la red.

Esta última conclusión sirve también para el planteamiento de políticas de reducción de pobreza. Una regulación del sector eléctrico que promueva la extensión de la red hacia los clientes con menor poder adquisitivo fomenta la existencia de menos personas en pobreza extrema.

**CAPÍTULO 3. TELEFONÍA MÓVIL VERSUS ELECTRICIDAD EN LA
REDUCCIÓN DE LA POBREZA EXTREMA**

Al final el capítulo 1 de la tesis, mediante el estudio de la interacción entre la electricidad y la telefonía móvil se observó como, a mayor penetración de la telefonía móvil se producía un descenso de la pobreza extrema en aquellas observaciones donde el acceso a la electricidad era bajo (en torno al primer cuartil del acceso a la electricidad).

En base a lo anterior, cabría preguntarse si, en las zonas donde la electricidad se ha desarrollado poco, otros servicios públicos como la telefonía móvil, contribuyen a la reducción de la pobreza. Se analiza a continuación con mayor detalle el papel de la telefonía móvil en las zonas con poco acceso eléctrico.

Aunque pueda pensarse desde la óptica de los países desarrollados que el despliegue de la telefonía móvil es posterior al acceso universal a la electricidad, en algunas zonas donde la expansión de la electricidad ha sido lenta, la telefonía móvil se ha desarrollado considerablemente. En estas áreas, la disponibilidad de teléfonos móviles ha permitido en ocasiones el desarrollo de microsistemas financieros asociado a remesas de emigrantes, pequeños préstamos o pagos lo que ha permitido una mejora del bienestar de la población (Ratha 2013). Este sistema básico de telecomunicaciones ha permitido también que la comunidad pueda mejorar no solo sus finanzas sino también su salud u otros aspectos de su vida cotidiana (Sam 2021) (Gonzales 2012).

La industria de telecomunicaciones móviles presenta ciertas ventajas en cuanto a su despliegue y operación frente al desarrollo de la infraestructura eléctrica o incluso al acceso a las comunicaciones por línea física (sea esta de cobre o fibra óptica).

En primer lugar, en lo relativo a los aspectos técnicos del suministro, la telefonía móvil no precisa llegar físicamente hasta el hogar del cliente ("última milla" como se conoce en el sector). Esto supone un importante ahorro en coste de proyecto y ejecución de la inversión y en su posterior mantenimiento. Una línea convencional telefónica (o eléctrica) precisa desplegarse, muchas veces de manera subterránea, al lugar donde se encuentra el suministro lo que encarece la llegada al último tramo de la infraestructura.

Una segunda ventaja es la gestión comercial del cliente. Aunque en los países avanzados el suministro de electricidad está dotado con contadores telegestionados, en la mayoría de los países esta tecnología no está implantada y es necesario "leer" el contador en cada

periodo de facturación. Igualmente, el corte (gran parte de las veces por impago) y conexión de los clientes debe realizarse in situ, aspecto que la telefonía móvil realiza vía un algoritmo sin intervención de operador de campo alguno. Adicionalmente, la existencia física de un contador en el domicilio de un cliente permite su manipulación o "puenteo" siendo necesaria por parte de la compañía una gestión especial de este tipo de circunstancias para evitar el robo de energía, cosa que no sucede en el caso de la telefonía móvil. Gran parte de los clientes de telefonía móvil con menos recursos poseen sistemas prepagos que facilitan la gestión comercial (facturación virtual y cobro vía claves en establecimientos bancarios o comerciales) respecto a procesos comerciales más convencionales como el eléctrico (factura física y cobro en efectivo en lugares especialmente habilitados).

Estas diferencias entre un tipo de suministro y otro propician el desarrollo de la telefonía móvil incluso en áreas donde no existe electricidad pudiendo cargar la batería, principal problema cuando no hay suministro eléctrico, por otras vías.

Munro y Schiffer (2019) analizan bajo una perspectiva etnográfica el uso de la telefonía móvil en zonas sin acceso a la electricidad de Gambia y Sierra Leona. En 2017, Gambia contaba con un 56% de su población con acceso a la electricidad y 134 subscripciones de telefonía móvil por cada cien habitantes. Sierra Leona, con un 23% de acceso a la electricidad y 88 subscripciones por cada cien habitantes. Se describe en el estudio como, ante la falta de electricidad, la población busca alternativas para tener operativos sus teléfonos. En ocasiones, esto se hace en el propio lugar donde se encuentra la antena repartidora de señal (alimentada por grupos electrógenos o placas solares) donde la compañía concesionaria de las telecomunicaciones facilita el acceso gratuito a la recarga. Los autores también describen pequeños negocios de recarga generando su propia electricidad y cobrando por ello. En algunas zonas de Latinoamérica sin suministro eléctrico, el doctorando ha podido observar como se cargan baterías de camiones en las zonas con electricidad para llevarlas posteriormente a las zonas sin suministro y poder recargar allí los móviles.

El hecho de que los móviles ayudan a mejorar la calidad de vida está indicado también en la literatura. Por ejemplo, Asongu y Odhiambo (2017) muestran que, en un estudio para los países en vías de desarrollo, el uso del sistema financiero a través de la telefonía

móvil mejora la calidad del crecimiento, disminuye la desigualdad y reduce la pobreza. También Yang et al. (2021) al estudiar el uso de internet mediante móviles en la China rural demuestran que esta tecnología es relevante en cuanto a la reducción de la pobreza multidimensional (incluyendo en este concepto aspectos relacionados con el ingreso de los hogares, la salud, la posesión de electrodomésticos básicos, el acceso cercano a infraestructuras públicas y otros aspectos de bienestar subjetivo percibidos).

Se ha comentado ya como, al analizar la relación entre pobreza y acceso a la telefonía móvil (capítulo 1), se encontró que, si bien la variable *mob* no era significativa en la muestra objeto de análisis, la interacción de esta variable con la electricidad sí era relevante para valores de acceso a la electricidad en torno al primer cuartil. Se precisaba que, al aumentar diez puntos la penetración de la telefonía móvil, la pobreza disminuía en 1,1 puntos porcentuales. En base a este hallazgo y lo comentado en los párrafos anteriores en cuanto a la facilidad de despliegue de la telefonía móvil en determinadas circunstancias, cabe preguntarse cual es el papel de la telefonía móvil y el acceso a la electricidad en las zonas con menor porcentaje de electrificación.

Particularmente, conviene confirmar si la telefonía móvil, tal como indica el modelo con interacción de la *ecuación (6)*, presenta una relación causal con la pobreza extrema y si, en zonas con poca penetración eléctrica, el acceso a la electricidad deja de ser significativo. Para ello, se elabora el análisis del efecto de la penetración de la telefonía móvil en aquellos países con menos desarrollo y con menor acceso a la electricidad.

3.1 Modelo.

Como el efecto significativo de la interacción se produce en aquellas observaciones situadas en torno al primer cuartil de acceso a la electricidad, se procede a dividir la muestra en dos partes. La primera contempla las observaciones pertenecientes al primer tercil de acceso a la electricidad (acceso inferior o igual a 38,8%) y la segunda las observaciones del segundo y tercer tercil. Con esta segmentación se analiza, siguiendo una metodología similar a la detallada en el capítulo 1, la relevancia de las variables que mantienen una relación causal con la pobreza extrema.

Del primer caso (observaciones en el primer tercil de acceso a la electricidad), resulta el siguiente modelo:

$$\begin{array}{ccccccc} \text{pov} = 150,237 - 19,123 \log dppc + 1,256 \text{ gini} - 0,182 \text{ mob} & & & & & & \\ (18,665) & (2,639) & (0,221) & (0,067) & & & (10) \\ [***] & [***] & [***] & [***] & & & \\ n = 48 & & R^2 = 0,623 & & & & \end{array}$$

En el caso en estudio, donde el acceso a la electricidad es menor, la variable (*acc*) no es significativa para la reducción de la pobreza extrema. Sin embargo, sí lo es la penetración de la telefonía móvil (*mob*) donde, cuando esta variable aumenta la pobreza disminuye, todo lo demás constante. Son también significativas y con el mismo signo el logaritmo del producto per cápita (*loggdppc*) y el coeficiente de desigualdad (*gini*).

Puede observarse con más detalle, como en la *ecuación (10)* un aumento de la penetración de la telefonía móvil en diez puntos porcentuales disminuye 1,82 puntos porcentuales la pobreza extrema. Este resultado se aproxima a lo expuesto en el modelo de interacción (disminución de 1,1 puntos). De lo anterior, puede deducirse que, en zonas donde el acceso a la electricidad es menor tiene mayor influencia en la reducción de la pobreza la posesión de un teléfono móvil que el hecho de tener acceso al servicio eléctrico. De hecho, como se ha comentado anteriormente, la población, conocedora o no de esta circunstancia, busca soluciones para disponer de un teléfono operativo aún sin electricidad que podrían parecer no convencionales en un país más avanzado. Se verá más adelante que a partir de cierto grado de electrificación el acceso a la electricidad es la variable relevante en la reducción de pobreza y no el acceso al móvil.

Comparando el modelo de la *ecuación (10)* con el primer modelo (*ecuación (2)*) se observa también que, en el caso de zonas con poco acceso a la electricidad, cobra mayor importancia para reducir la pobreza el aumento del logaritmo del producto bruto y la disminución del índice de desigualdad (coeficientes de *loggdppc* de -12,750 en el caso de la *ecuación (2)* y de -19,123 en el presente caso y coeficientes de *gini* de 0,725 en el primer caso estudiado y 1,256 en el actual).

Los resultados deben ser tomados con cierta prudencia en cuanto a que la muestra que analiza el primer tercil de acceso a la electricidad cuenta con 48 observaciones. Su coeficiente de determinación es también menor al caso del capítulo 1.

Si se considera la muestra que contiene las observaciones con mayor acceso a la electricidad (segundo y tercer tercil de acceso a la electricidad). Se obtiene la siguiente estimación:

$$\begin{aligned}
 pov = & 100,485 - 9,344 \log dppc + 0,539 gini - 0,385 acc \\
 & (15,374) \quad (2,033) \qquad (0,091) \quad (0,066) \\
 & [***] \quad [***] \qquad [***] \quad [***] \\
 & n = 98 \qquad R^2 = 0,682
 \end{aligned} \tag{11}$$

De acuerdo con la estimación de la *ecuación (11)*, la telefonía móvil deja de ser significativa en la muestra con mayor penetración de la electricidad. Es el acceso a la electricidad la variable relevante junto con el logaritmo de la renta per cápita y el coeficiente de desigualdad de ingresos.

El signo y el coeficiente de *acc* es muy similar al modelo base (-0,410 versus -0,385) (*ecuación (2)*). Sin embargo, aunque el nuevo coeficiente de *log dppc* está dentro del intervalo de confianza del 95% de la *ecuación (2)*, en magnitud absoluta es bastante menor (-12,750 frente a -9,344) dada la dispersión de datos con que se cuenta. El coeficiente de *gini* actual es 0,539 y está fuera del intervalo de confianza del 95% del modelo base cuyo coeficiente es 0,725.

Puede verse que se confirman las conclusiones del modelo con interacción electricidad - telefonía móvil de final del capítulo 1. Cuando el acceso a la electricidad es menor en un territorio, el acceso al móvil es relevante para reducir la pobreza.

Una conclusión adicional al segmentar la muestra entre observaciones con menor y mayor acceso a la electricidad es que, en el primer grupo, cobran más relevancia para reducir la pobreza extrema (coeficientes de las variables mayores en términos absolutos) la renta per cápita y el coeficiente de desigualdad.

3.2 Comprobaciones de robustez y exogeneidad para el caso con menor a la electricidad (primer tercil).

Al igual que en el estudio del caso del capítulo 1, se han empleado variables de distintos grupos conceptuales para descartar en la medida de lo posible un posible sesgo por variable omitida. Las variables relacionadas con la provisión de otros servicios públicos, con la gobernanza, con la educación, con características físicas o demográficas del país, con el buen manejo macroeconómico o con gasto en sanidad han resultado ser no relevantes en este segmento de las observaciones que se está estudiando.

Para comprobar la exogeneidad de las variables de la *ecuación (10)* se procede de manera similar a lo ya expuesto en el capítulo 1.

El instrumento empleado para contrastar la exogeneidad del logaritmo del producto per cápita es el logaritmo del consumo final per cápita de los hogares.

Puede apreciarse en la *ecuación (12)* que la relación entre producto per cápita y consumo de los hogares es significativa como es de suponer:

$$\begin{aligned} \loggdppc = & 1,523 - 0,002 \text{ gini} + 0,001 \text{ mob} + 0,838 \text{ loghce} \\ & (0,977) \quad (0,009) \quad (0,003) \quad (0,129) \\ & [-] \quad [-] \quad [-] \quad [***] \\ & n = 43 \quad R^2 = 0,691 \end{aligned} \tag{12}$$

El p-valor de *loghce* en la *ecuación (12)* es igual a 0,000 lo que demuestra la fortaleza de la condición de relevancia.

La correlación entre *loggdppc* y *loghce* es igual a 0,830.

Se argumentó ya en el capítulo 1 que, al formar el consumo de los hogares parte del consumo per cápita, puede suponerse que no hay correlación de el instrumento con el error de la ecuación estructural.

Como la ecuación de Mínimos Cuadrados en Dos Etapas es en este caso homocedástica, se aplican los test de Durbin (1954) y Wu-Hausman (Wu 1974) (Hausman 1978).

Cuadro 17
Prueba de endogeneidad de loggdppc.

Tipo de test	Resultado	p - valor
Durbin	0,225	0,636
Wu - Hausman	0,200	0,658

Se comprueba, en base a los resultados del *Cuadro 17* que *loghce* es exógena.

Para comprobar la exogeneidad de *gini* en la *ecuación (12)* se utilizará como variable instrumental el valor añadido per cápita del sector primario (*affpc*). Esta variable se correlaciona con *gini* con un factor igual a -0,341. Ya se comentó que algunos autores como Ravallion y Datt (1996) asocian al sector primario con la reducción de la desigualdad. Se argumentó también sobre la exogeneidad de este instrumento al formar parte del producto bruto de un país. La correlación entre *affpc* y el residuo de la ecuación estructural es igual a -0,007. Se presenta la ecuación en forma reducida de *gini* a continuación.

$$\begin{aligned}
 gini = & 34,784 + 1,011 \loggdppc + 0,045 \text{ mob} - 0,008 \text{ affpc} \\
 & (15,927) \quad (2,305) \quad (0,040) \quad (0,004) \\
 & \quad \quad \quad [**] \quad [-] \quad [-] \quad [**] \\
 & n = 43 \quad R^2 = 0,126
 \end{aligned}
 \tag{13}$$

El p-valor asociado a *affpc* es igual a 0,008 con lo que el instrumento es relevante.

El test de exogeneidad que se realiza (caso con homocedasticidad) arroja los resultados del Cuadro 18.

Cuadro 18

Test de exogeneidad de gini.

Tipo de test	Resultado	p - valor
Durbin	0,003	0,957
Wu - Hausman	0,003	0,959

Se concluye que *gini* es exógena en este caso.

En el caso del acceso a la telefonía móvil, la propia definición de la variable *intnt* (porcentaje de individuos que utilizan internet a través de cualquier medio sea este un ordenador un teléfono móvil, una consola de videojuegos u otros) relaciona esta variable con la variable *mob*. La literatura que asocia ambos conceptos es amplia. Véase por ejemplo Stork, Calandro y Gillwald (2013), Wyche y Olson (2018) o Napoli y Obar (2013). Se puede suponer adicionalmente que, en las zonas con muy poco acceso a la electricidad, *intnt* sólo se asocia con la pobreza extrema a través de la variable *mob*; es muy poco probable que en estas zonas la población acceda a internet a través de otros equipos que no sean los de telefonía móvil. La correlación entre *mob* e *intnt* es igual a 0,696. La correlación de *intnt* con el error estructural en la muestra es igual a -0,088

La relación estadística entre estas últimas variables puede apreciarse a continuación.

$$\begin{aligned}
 mob = & -63,132 + 13,862 \log dppc - 0,257 gini + 2,244 intnt \\
 & (41,497) \quad (5,538) \quad (0,433) \quad (0,387) \\
 & [-] \quad [**] \quad [-] \quad [***] \\
 & n = 47 \quad R^2 = 0,558
 \end{aligned}
 \tag{14}$$

El p-valor de la variable acceso a internet en la ecuación es igual a 0,000 por lo que se acepta la hipótesis de relevancia del instrumento.

Tras la comprobación de la relevancia, cabe realizar el test de exogeneidad de *mob* efectuando los mismos procedimientos de Durbin (Durbin 1954) y Wu-Hausman (Wu 1974) (Hausman 1978).

Cuadro 19
Test de exogeneidad de mob.

Tipo de test	Resultado	p - valor
Durbin	0,761	0,383
Wu - Hausman	0,692	0,410

Con lo que *mob* también es exógena y por tanto, la *ecuación (12)* que relaciona la pobreza con la penetración de telefonía móvil, el logaritmo de la renta per cápita y el coeficiente de desigualdad de ingresos también lo es.

3.3 Comprobaciones de robustez y exogeneidad para el caso con mayor acceso a la electricidad (segundo y tercer tercil).

De igual manera que en los casos anteriores, se ha probado la robustez de los modelos verificando que una serie amplia de posibles variables omitidas no son significativas en ninguno de los dos modelos de este capítulo. Estas pertenecen a los mismos grupos o familias de datos mencionados anteriormente: servicios públicos, educación, gobernanza, características geográficas o demográficas, o macroeconomía. Ninguna de las variables introducidas en el modelo resulta significativa una vez introducidas en el modelo las correspondientes variables independientes ya citadas.

Para el segundo grupo de estudio, percentiles de acceso a la electricidad del segundo y tercer tercil, también se han realizado comprobaciones de exogeneidad. Los instrumentos utilizados para *loggdpdc*, *gini* y *acc* de la *ecuación (11)* han sido los mismos que en el caso general del capítulo 1. Se muestra a continuación la relevancia de *loghce* y *affpc* frente a *loggdpdc*:

$$\begin{aligned} \loggdppc = & 1,138 - 0,003 \text{ gini} + 0,003 \text{ acc} + 0,880 \text{ loghce} + 0,0002 \text{ affpc} \\ & (0,536 \text{ (0,003)} \quad (0,002) \quad (0,082) \quad (0,00009) \quad (15) \\ & [**] \quad [-] \quad [-] \quad [***] \quad [**] \end{aligned}$$

$$n = 84 \quad R^2 = 0,874$$

La correlación entre *loggdppc* y, *loghce* y *affpc* es igual a 0,920 y 0,348 respectivamente. La correlación del logaritmo del consumo y del valor agregado del sector primario per cápita con el error de la ecuación estructural es igual a -0,026 y 0,051.

Al igual que en casos anteriores se realiza un test F de significación conjunta de *loghce* y *affpc* cuyos resultados figuran en el Cuadro 20.

Cuadro 20
Test de relevancia de instrumentos para loggdppc.

Estadístico	Resultado	p-valor
F(2,79)	60,45	0,000

Por lo anterior, puede afirmarse que los instrumentos son relevantes.

Se realiza también un test de sobreidentificación para comprobar la no relación de los instrumentos con la variable dependiente en la ecuación estructural y que el número de instrumentos empleados es correcto. La estimación en el caso de poblaciones con mayor acceso a la electricidad es heterocedástica por lo que el estimador correcto es el desarrollado por Wooldridge (1995).

Cuadro 21
Test de sobreidentificación de instrumentos para loggdppc.

Tipo de test	Resultado	p-valor
Wooldridge	0,436	0,509

Por lo tanto, no hay problemas de sobreidentificación ni de endogeneidad de los instrumentos.

Tras las comprobaciones de relevancia y sobreidentificación, se comprueba la exogeneidad de *loggdppc* efectuando los mismos tipos de test de (Wooldridge 1995) al haber heterocedasticidad.

Cuadro 22

Test de exogeneidad de loggdppc.

Tipo de test	Resultado	p - valor
Wooldr. robust score	0,048	0,827
Wooldr. regresión	0,042	0,838

Puede apreciarse que los test prueban que la variable *loggdppc* (logaritmo del producto per cápita) es exógena.

Se utilizan también las mismas variables instrumentales que en el capítulo 1 para probar la exogeneidad de *gini*.

Las correlaciones de *loghce* y *affpc* con *gini* son 0,163 y -0,374 respectivamente. Sus correlaciones con el error estructural son -0,051 y 0,071.

La relación de *gini* con *loghce* y *affpc* se puede apreciar en la siguiente ecuación reducida:

$$\begin{array}{ccccccccc}
 gini = 16,145 - 4,351 \loggdppc - 0,005 acc + 8,657 \loghce - 0,009 affpc & & & & & & & & \\
 (19,296) \quad (3,952) & & (0,066) & & (3,646) & & (0,002) & & (16) \\
 [-] & & [-] & & [-] & & [-] & & [-] \\
 & & & & & & & & \\
 n = 84 & & R^2 = 0,214 & & & & & &
 \end{array}$$

El test de significación conjunta de *loghce* y *affpc* produce los resultados del Cuadro 23 que demuestra la relevancia de los instrumentos.

Cuadro 23

Test de relevancia de instrumentos para gini.

Estadístico	Resultado	p-valor
F(2,79)	16,45	0,000

Al disponer de dos instrumentos, puede realizarse un test de sobre identificación con los resultados del *Cuadro 24*.

Cuadro 24

Test de sobreidentificación de instrumentos para gini.

Tipo de test	Resultado	p-valor
Wooldridge	0,015	0,901

Por lo que los instrumentos están correctamente identificados y no se relacionan con el error estructural.

Finalmente, se realiza una prueba de exogeneidad para *gini* con los resultados del *Cuadro 25*.

Cuadro 25

Test de exogeneidad de gini.

Tipo de test	Resultado	p - valor
Wooldr. robust score	1,025	0,311
Wooldr. regresión	1,012	0,317

Puede suponerse que la variable *gini* es exógena.

Finalmente, en cuanto a la exogeneidad de *acc* se comienza analizando su relevancia frente a los instrumentos *loghce* y *notacal* empleados ya en el capítulo 1. La correlación en la muestra de *acc* con *loghce* y *notacal* es, respectivamente, 0,712 y 0,651. La

correlación de los *loghce* y *notacal* con el error estructural de la muestra es 0,037 y - 0,063.

$$acc = -122,176 + 1,493 \loggdppc - 0,074 gini + 20,593 \loghce + 5,570 notacal$$

(39,873)	(7,003)	(0,161)	(5,760)	(1,795)	(17)
[***]	[-]	[-]	[***]	[***]	

$n = 75 \quad R^2 = 0,607$

La prueba F cuyos resultados figuran en el *Cuadro 26* muestra que los instrumentos son relevantes.

Cuadro 26
Test de relevancia de instrumentos para acc.

Estadístico	Resultado	p-valor
F(2,70)	16,82	0,000

Los resultados de la prueba de sobreidentificación que se muestran en el *Cuadro 27* (caso heterocedástico) muestran que las variables instrumentales están correctamente especificadas.

Cuadro 27
Test de sobreidentificación de instrumentos para acc.

Tipo de test	Resultado	p-valor
Wooldridge	0,197	0,657

Los resultados de la prueba de exogeneidad de la variable que representa el acceso a la electricidad se presentan en el *Cuadro 28*. Puede observarse que *acc* es exógena.

Cuadro 28

Test de exogeneidad de acc.

Tipo de test	Resultado	p - valor
Wooldr. robust score	0,035	0,852
Wooldr. regresión	0,032	0,858

Por lo anterior, también en el caso de la variable en estudio cuando el acceso a la electricidad es superior (segundo y tercer tercil), la *ecuación (11)* puede considerarse exenta de endogeneidad.

3.4 Conclusiones del capítulo.

Al estudiar el modelo base del capítulo 1, se observó un efecto sobre la pobreza extrema basado en una interacción entre el acceso a la electricidad y el acceso a la telefonía móvil. Se observaba cómo, cuando el acceso a la electricidad en determinadas zonas no era elevado, la telefonía móvil cobraba relevancia para reducir la pobreza.

Basándose en la conclusión anterior, las experiencias descritas por algunos investigadores y las diferentes características operativas de las redes y de atención comercial al cliente respecto a una red fija, se divide la muestra en dos partes (observaciones dentro del primer tercil de acceso a la electricidad y observaciones pertenecientes al segundo y tercer tercil) para profundizar en dicho hallazgo.

Con la división comentada en el párrafo anterior, se confirma que la penetración de la telefonía móvil es significativa para reducir la pobreza cuando el acceso a la electricidad no es alto (menor al 38% aproximadamente). En este caso, el nivel de acceso a la electricidad no es relevante en cuanto a la reducción de pobreza.

Cuando el acceso a la electricidad está en los dos últimos terciles, la posesión de telefonía móvil deja de ser relevante en cuanto a su relación con la pobreza y es el acceso a la electricidad la variable que cobra relevancia.

Desde el punto de vista de las políticas públicas esta conclusión puede ser relevante. En determinadas ocasiones no resulta fácil desarrollar redes eléctricas (mayor inversión; mayor coste en la gestión de los permisos; necesidad de desarrollar la generación, la transmisión y la distribución de energía eléctrica de manera coordinada; falta de conocimientos teóricos o experiencia para desarrollar una regulación del sector eléctrico frente al de telecomunicaciones; entre otros) con el objetivo de reducir la pobreza extrema. En este caso, facilitar la entrada de compañías de telefonía móvil a un país puede ayudar a mejorar la situación carenciada de muchas familias. En el largo plazo debe no obstante, apostarse por el desarrollo del suministro eléctrico que es la variable relevante cuando estos países escasos de recursos comienzan a desarrollarse.

CONCLUSIONES GENERALES

La preocupación por el bienestar ha ocupado a numerosos economistas durante los siglos pasados. Desde su concepción a mitad del siglo XX, los organismos multilaterales que se han ido creando también han dedicado una parte importante de sus esfuerzos y su presupuesto a mejorar el desarrollo humano de todo el planeta especialmente el de los países más desfavorecidos.

En particular, la pobreza extrema es un problema económico de enorme magnitud que afecta especialmente a quien los sufre pero que debe estar presente de manera continua en la mente de quienes tenemos el privilegio de vivir en mejores condiciones.

Es muy probable que en 2030 la pobreza extrema no haya desaparecido a pesar de los objetivos fijados mundialmente y del interés que se viene dedicando a su cumplimiento.

La idea de esta tesis surge cuando, tras observar en Latinoamérica durante muchos años, que el acceso a la electricidad provocaba que los nuevos usuarios salieran de manera rápida de su situación de pobreza, se intentó averiguar si este hecho se producía en otras partes del mundo y si era la electricidad la variable más importante en este proceso de mejoramiento de la calidad de vida.

La relación entre bienestar y energía ha sido ampliamente estudiada como demuestra la literatura existente. Sin embargo, no se ha estudiado la relación concreta entre pobreza extrema y el acceso a la electricidad.

En base a lo anterior, esta investigación ha planteado estudiar la posible relación causal entre la pobreza extrema y el acceso a la electricidad.

Se ha demostrado que, en los países en vías de desarrollo y cuando no se ha alcanzado la plena electrificación, al menos en el periodo estudiado (2007 a 2017) se produce una relación causal entre pobreza extrema, acceso a la electricidad y el logaritmo del producto per cápita y el coeficiente de Gini. La pobreza disminuye cuando aumenta el acceso a la electricidad o la renta per cápita, o cuando disminuye la desigualdad.

El acceso a la electricidad es la variable más influyente para disminuir la pobreza.

Se considera que las averiguaciones anteriores pueden ser muy importantes al plantear políticas públicas efectivas de reducción de la pobreza extrema.

Para lo anterior será necesario dedicar la planificación económica y técnica, regulación energética e inversión necesarias; capacidades las tres ausentes en muchos de los países más pobres.

Existen abundantes publicaciones que no son concluyentes en cuanto a la dirección de la causalidad entre energía y desarrollo. En ocasiones, se afirma que el acceso a la energía facilita del desarrollo y el crecimiento económico pero otras veces se admite una causalidad en el sentido contrario o incluso simultánea.

En el análisis multipaís, tras demostrarse la relación causal entre pobreza extrema y acceso a la electricidad no ha sido posible profundizar en el problema de la causalidad debido a la falta de datos continuos en el tiempo de la primera de estas variables. Sin embargo, sí ha sido factible analizar el caso particular de Perú donde la disponibilidad de datos es mayor. Se demostró la existencia de una relación de largo plazo entre el acceso a la electricidad y la pobreza extrema mediante un estudio de cointegración. En este caso, se ha demostrado que esta relación existe y que es la electricidad la que causa, en el sentido de Granger, la reducción de la pobreza. La causalidad no funciona en el sentido contrario.

Se estima que lo anterior es debido a las características de la regulación del sector distribución de energía eléctrica en Perú. La normativa que se aplica a los concesionarios incentiva económicamente la extensión de la red sin discriminar el poder adquisitivo de los consumidores con lo que se logra que la red llegue a todos los clientes con el consecuente efecto sobre la reducción de la pobreza dada la relación de causalidad descrita en el párrafo anterior. Esta conclusión se considera también importante al aplicar políticas contra la pobreza.

Los suministros de servicios públicos no actúan de manera independiente respecto a la pobreza. Este fenómeno se había observado también empíricamente en alguna ocasión.

Se ha podido probar la interacción entre el acceso a la electricidad y la disposición de telefonía móvil. Cuando la cobertura del servicio eléctrico es menor, la telefonía móvil contribuye a la reducción de la pobreza no siendo significativo el porcentaje de acceso a la electricidad.

Se ha explicado como, cuando el gobierno o los concesionarios no son capaces de desplegar una red eléctrica lo suficientemente extensa, los usuarios poseen en altos porcentajes teléfonos móviles aún con la dificultad que ello supone al no poder cargarlos de manera convencional. La explicación para ello se basa en las distintas características técnicas y comerciales del negocio de telecomunicaciones móviles frente a la electricidad y a la utilidad que los usuarios ven en la posesión de un teléfono no fijo.

Sin embargo, a medida que la red eléctrica crece del teléfono móvil no es relevante en cuanto al porcentaje de pobreza extrema.

Se considera que las conclusiones anteriores, a pesar de las nuevas contingencias mundiales que vienen apareciendo, pueden ser relevantes al desarrollar políticas para la reducción de la pobreza extrema en el mundo.

Los acontecimientos con repercusión global que han sobrevenido desde inicios del año 2020 motivan claramente una actualización de lo investigado en cuanto a la relación entre la pobreza extrema y el acceso a la electricidad.

Deberá averiguarse si estas disrupciones modifican las relaciones causales que se han detectado en esta investigación.

Muy probablemente, a pesar de lo anterior, el acceso a la electricidad seguirá teniendo un papel importante en la reducción de la pobreza extrema. Ya antes de los eventos descritos en el primer párrafo de este apartado, los organismos multilaterales vaticinaban que no se podría alcanzar la electrificación plena en 2030 como fijan los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Entre varias de las causas que se dan para no alcanzar la plena electrificación está la falta de inversión necesaria, estimada en unos veinticinco mil millones de dólares anuales.

Cabe preguntarse cómo, pese a la enorme liquidez que existe en los mercados (al menos hasta ahora) y la conciencia global de la necesidad de luchar contra la pobreza, no se ha conseguido concretar la cifra de inversión antes mencionada.

Se sugiere también como futura de línea de investigación analizar cómo se pueden proponer políticas que materialicen las necesidades de infraestructura citadas. La investigación debería ir incorporar probablemente otras áreas adicionales a la economía, léase ingeniería (en cuanto al diseño y planificación del sector eléctrico), el derecho (regulación) y las ciencias sociales y ambientales (debido a la mayor dificultad que existe cada día en todos los países de tramitar proyectos de envergadura relevante).

ANEXOS

ANEXO 1.

RELACIÓN DE PAÍSES INCLUIDOS EN LA MUESTRA.

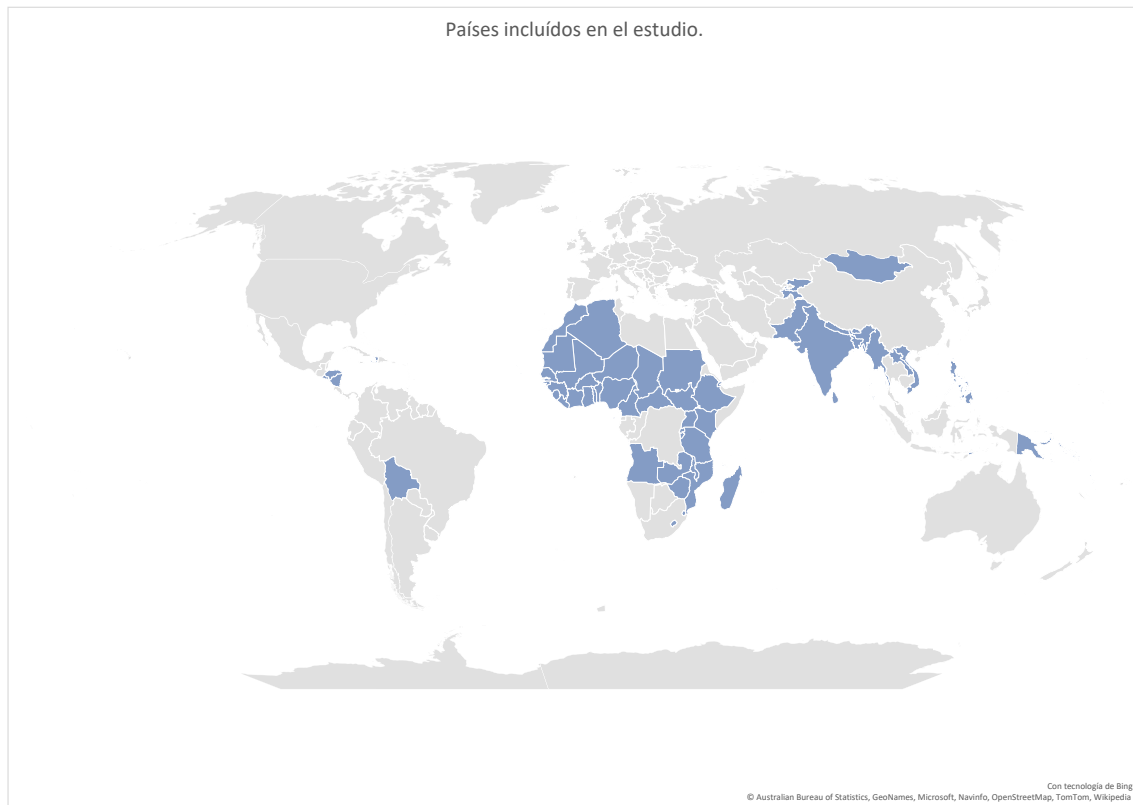


Gráfico 3.
Mapa con los países incluidos en la muestra.

Angola
Argelia
Bangladesh
Benín
Bolivia
Burkina Faso
Burundi
Bután
Cabo Verde
Camerún
Centrafricana, Rep.
Comoras
Congo, Rep. Democr.
Costa de Marfil
Chad
Egipto
El Salvador
Etiopía
Filipinas
Gambia
Gana
Guinea

Guinea-Bissau
Haití
Honduras
India
Islas Salomón
Kenia
Kirguistán
Laos
Lesoto
Liberia
Madagascar
Malawi
Mali
Marruecos
Mauritania
Micronesia
Mongolia
Mozambique
Myanmar
Nepal
Nicaragua
Níger

Nigeria
Papúa Nueva Guinea
Paquistán
Ruanda
Santo Tomé y P. Prínc.
Senegal
Sierra Leona
Sri Lanka
Suazilandia
Sudán
Sudán del Sur
Tanzania
Tayikistán
Timor Oriental
Togo
Uganda
Vanuatu
Vietnam
Yemen
Yibuti
Zambia
Zimbabue

ANEXO 2.

MODELO QUE UTILIZA EL PRODUCTO PER CÁPITA EN LUGAR DE SU LOGARITMO.

Al analizar la exogeneidad del primer modelo estudiado, *ecuación (2)* del capítulo 1, se justificó la independencia de algunas variables instrumentales respecto al error estructural mediante el hecho de que ciertos instrumentos (*loghce* y *affpc*) ya estaban integrados en la ecuación estructural al ser parte de la variable *loggdppc*, siendo la correlación entre *loggdppc* y *gdppc* igual a 0,945.

Si en el modelo se emplearan variables sin su transformación logarítmica como producto per cápita (*gdppc*) en lugar del logaritmo del producto per cápita (*loggdppc*) o renta de los hogares per cápita (*hceppppc*) en lugar de su logaritmo (*loghce*) no existiría duda respecto al uso de estos instrumentos.

Se desarrolla en este Anexo 2 un modelo sin transformaciones logarítmicas donde se comprueba nuevamente la exogeneidad de las variables utilizadas. Este modelo es más impreciso que el anterior (se pasa de un coeficiente de determinación de 0,837 a uno de 0,810) pero se mantienen las mismas conclusiones. Es decir: las variables significativas siguen siendo el producto bruto, el coeficiente de igualdad de ingresos y el acceso a la electricidad; esta última es la variable más influyente para disminuir la pobreza. Los signos de los coeficientes se mantienen también.

El modelo comentado produce los siguientes resultados:

$$\begin{array}{ccccccc} \text{pov} = 36,124 - 0,002 \text{ gdppc} + 0,669 \text{ gini} - 0,524 \text{ acc} & & & & & & \\ (4,737) & (0,0004) & (0,097) & (0,040) & & & (18) \\ [***] & [***] & [***] & [***] & & & \\ n = 146 & & R^2 = 0,810 & & & & \end{array}$$

Puede observarse comparando las dos estimaciones (*ecuación (2)* y *ecuación (18)*) que los coeficientes de *gini* y *acc* de esta ecuación están mutuamente dentro del rango de confianza del 95% de los dos modelos. Es decir, manteniendo las otras variables constantes, *gini* y *acc* influyen de manera similar en la reducción de la pobreza. Comparar los coeficientes del producto per cápita en la *ecuación (18)* y de su logaritmo en la *ecuación (2)* es más difícil pero para el producto per cápita medio ambos indicadores predicen la pobreza de manera similar es decir con un coeficiente que está dentro del intervalo de confianza al 95% de la estimación de la *ecuación (2)*.

Para comprobar la exogeneidad del modelo se contrasta, al igual que en el capítulo 1, una serie de posibles variables omitidas resultando todas ellas no significativas.

Para analizar la exogeneidad de *gdppc* se emplean como instrumentos la renta per cápita de los hogares (*hceppppc*) y el valor añadido per cápita del sector primario (*affpc*), ambos forman parte, como se comentó, del producto per cápita y solo se relacionan con la pobreza extrema a través del producto per cápita y por lo tanto la covarianza con el error de la estructural es igual a cero.

Se comprueba la relación con el producto per cápita, la regresión lineal sobre la forma reducida del modelo resulta en la *ecuación (19)*.

$$\begin{aligned}
 gdppc = & -3,076 - 18,463 \text{ gini} + 8,556 \text{ acc} + 1,269 \text{ hceppppc} + 1,371 \text{ affpc} \\
 & (576,155) \quad (12,096) \quad (6,321) \quad (0,107) \quad (0,479) \quad (19) \\
 & [-] \quad [-] \quad [-] \quad [***] \quad [***] \\
 n = & 127 \quad R^2 = 0,876
 \end{aligned}$$

La prueba de significación conjunta mediante un estadístico F cuyos resultados se presentan en el *Cuadro 29* indican que la relación entre instrumentos y variable independiente es significativa.

Cuadro 29

Test de relevancia de instrumentos para $gdppc$.

Estadístico	Resultado	p-valor
F(2,122)	73,67	0,000

En la muestra, la correlación entre $gdppc$ y $hceppppc$ es igual a 0,920 y la correlación entre $gdppc$ y $affpc$ es 0,494.

Al disponer de dos instrumentos, se realiza un test de sobreidentificación con heterocedasticidad. Los resultados del *Cuadro 30* muestran que los instrumentos están correctamente identificados y son exógenos.

Cuadro 30

Test de sobreidentificación de instrumentos para $gdppc$.

Tipo de test	Resultado	p-valor
Wooldridge	0,453	0,501

La correlación de $hceppppc$ y $affpc$ con el residuo de la *ecuación (18)* presenta valores muy bajos (igual a 0,008 y -0,049 respectivamente). Esto ayuda a confirmar los resultados del test anterior.

Se comprueba la exogeneidad de $gdppc$ con las pruebas ya mencionadas en capítulos anteriores para un caso heterocedástico. Los resultados figuran en el *Cuadro 31*. Según estos test, no puede rechazarse que el producto per cápita sea exógeno.

Cuadro 31

Test de exogeneidad de *gdppc*,

Tipo de test	Resultado	p - valor
Wooldr. robust score	0,001	0,972
Wooldr. regresión	0,001	0,973

En cuanto a la exogeneidad de la variable asociada a la desigualdad de ingresos, *gini*, se emplean los mismos instrumentos que en el caso del logaritmo del producto per cápita (ecuación (2)): el ingreso per cápita de los hogares y el valor añadido del sector primario. Ya se comentó en el capítulo 1 las dificultades de encontrar instrumentos para *gini* por su baja correlación con muchas de las variables. Sin embargo, en la muestra, *gini* está correlacionado con *hceppppc* con un coeficiente igual a 0,207 y con *affpc* con un coeficiente igual a -0,267. Estas relaciones se justificaron económicamente en el capítulo anterior (Kuznets (1955) y Ravallion y Datt (1996)). Su no relación con el error estructural se explica por el hecho, ya comentado, de que tanto la renta de los hogares como el valor añadido del sector primario forman parte del producto bruto que es parte de la ecuación estructural. La comprobación estadística de la relación se efectúa mediante la ecuación en forma reducida:

$$\begin{array}{ccccccccc}
 gini = & 42,831 & - & 0,001 & gdppc & + & 0,025 & acc & + & 0,002 & hceppppc & - & 0,008 & affpc \\
 & (1,195) & & (0,0004) & & & (0,039) & & & (0,0007) & & (0,002) & & \\
 & [***] & & [-] & & & [-] & & & [***] & & [***] & &
 \end{array} \quad (20)$$

$$n = 127 \quad R^2 = 0,194$$

La prueba de significación conjunta en el *Cuadro 32* confirma la relevancia.

Cuadro 32

Test de relevancia de instrumentos para *gini*.

Estadístico	Resultado	p-valor
F(2,122)	17,71	0,000

Un test de sobreidentificación permite comprobar la correcta especificación de los instrumentos. Resultados en *Cuadro 33* (caso con heterocedasticidad).

Cuadro 33

Test de sobreidentificación de instrumentos para gini.

Tipo de test	Resultado	p-valor
Wooldridge	0,026	0,873

La correlación de *hceppppc* y *affpc* con el residuo es igual a 0,008 y -0,049 respectivamente.

Para comprobar la exogeneidad de *gini* se utiliza el test cuyos resultados figuran en el *Cuadro 34* y que muestran que no puede rechazarse la exogeneidad de esta variable.

Cuadro 34

Test de exogeneidad de gini.

Tipo de test	Resultado	p - valor
Wooldr. robust score	0,515	0,473
Wooldr. regresión	0,488	0,486

De manera similar al capítulo 1, para analizar la exogeneidad de la variable *acc* se emplean dos instrumentos: el consumo per cápita de los hogares (*hceppppc*) y la calidad percibida del suministro eléctrico (*notacal*). Ya en el mencionado capítulo se mencionó la teoría económica que relaciona estas variables con el acceso a la electricidad y su exogeneidad respecto al error estructural.

La relevancia de ambas variables se puede comprobar también estadísticamente, a través de la ecuación en forma reducida.

$$acc = -4,934 + 0,003 \, gdppc + 0,066 \, gini + 0,008 \, hceppppc + 6,055 \, notacal \quad (21)$$

$$\begin{array}{ccccc} (12,737) & (0,001) & (0,300) & (0,002) & (2,028) \\ [-] & [**] & [-] & [***] & [***] \end{array}$$

$$n = 108 \quad R^2 = 0,745$$

La significación conjunta puede verse en el *Cuadro 35* donde se aprecia que las variables son relevantes.

Cuadro 35
Test de relevancia de instrumentos para acc.

Estadístico	Resultado	p-valor
F(2,103)	22,75	0,000

La correlación de los instrumentos de *acc* con *hceppppc* es igual a 0,839 y con *notacal* igual a 0,697.

En el *Cuadro 36* figura el resultado del test de sobreidentificación, indicando la corrección en el uso de los instrumentos.

Cuadro 36
Test de sobreidentificación de instrumentos para acc.

Tipo de test	Resultado	p-valor
Wooldridge	0,266	0,606

El test de exogeneidad figura en el *Cuadro 37*. Según estos resultados *acc* es exógena.

Cuadro 37

Test de endogeneidad de acc.

Tipo de test	Resultado	p - valor
Wooldr. robust score	0,156	0,692
Wooldr. regresión	0,155	0,695

Con lo que queda demostrado que el modelo de la *ecuación (18)* también es exógeno.

BIBLIOGRAFÍA

- Allison, Paul D. 2009. *Fixed Effects Regression Models*. SAGE Publications.
- Anand, Sudhir, y Amartya K. Sen. 1994. "Human Development Index: Methodology and Measurement." New York.
- Arnold, Martin. 2022. "ECB Accuses Eurozone Banks of 'White Noise' on Climate Risks," 2022. <https://www.ft.com/content/aaa06d90-0356-44b4-b637-0e47c9003ba4>.
- Asafu-Adjaye, John. 2000. "The Relationship between Energy Consumption, Energy Prices and Economic Growth: Time Series Evidence from Asian Developing Countries." *Energy Economics* 22 (6): 615–25. [https://doi.org/10.1016/S0140-9883\(00\)00050-5](https://doi.org/10.1016/S0140-9883(00)00050-5).
- Asongu, Simplice A., y Nicholas M. Odhiambo. 2017. "Mobile Banking Usage, Quality of Growth, Inequality and Poverty in Developing Countries." AGDI. Yaoundé, Cameroon.
- Bacon, Robert, y Masami Kojima. 2016. "Energy, Economic Growth, and Poverty Reduction. A Literature Review." The world Bank. Washington, DC. <http://documents.worldbank.org/curated/en/312441468197382126/pdf/104866-v1-REVISED-PUBLIC-Main-report.pdf>.
- Bader, Christoph, Sabin Bieri, Urs Wiesmann, y Andreas Heinimann. 2016. "Differences Between Monetary and Multidimensional Poverty in the Lao PDR: Implications for Targeting of Poverty Reduction Policies and Interventions." *Poverty and Public Policy* 8 (2): 171–97. <https://doi.org/10.1002/pop4.140>.
- Basman, R. L. 1960. "On Finite Sample Distributions of Generalized Classical Linear Identifiability Test Statistics." *Journal of the American Statistical Association* 55 (292): 650–59.
- Bazilian, Morgan, Patrick Nussbaumer, Anil Cabraal, Raffaella Centurelli, Reid Detchon, Dolf Gielen, Mark Howells, et al. 2010. "Measuring Energy Access Supporting a Global Target." UN; The World Bank.
- Bhattacharyya, Subhes C. 2012. "Energy Access Programmes and Sustainable Development : A Critical Review and Analysis." *Energy for Sustainable Development* 16 (3): 260–71.
- Bruederle, Anna, y Roland Hodler. 2018. "Nighttime Lights as a Proxy for Human Development at the Local Level." *PLoS ONE* 13 (9): 1–22. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0202231>.

- Carson, Carol S. 1975. "The History of the United States National Income and Product Accounts: The Development of an Analytical Tool." *Review of Income and Wealth* 21 (2): 153–81. <https://doi.org/10.1111/j.1475-4991.1975.tb00687.x>.
- Cecelski, Elizabeth. 2000. "Enabling Equitable Access to Rural Electrification: Current Thinking and Major Activities in Energy, Poverty and Gender". The World Bank. Washington, DC.
- Chen, Shaohua, y Martin Ravallion. 2000. "How Did the World's Poorest Fare in the 1990s?" *World Bank Policy Research Working Paper*, no. 2409. <https://doi.org/10.1596/1813-9450-2409>.
- Chen, Xi. 2015. "Explaining Subnational Infant Mortality and Poverty Rates: What Can We Learn from Night-Time Lights?" *Spatial Demography* 3: 27–53. <https://doi.org/10.1007/s40980-015-0009-x>.
- Cook, Paul. 2011. "Infrastructure, Rural Electrification and Development." *Energy for Sustainable Development* 15 (3): 304–13. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2011.07.008>.
- Dickey, D. A., y W. A. Fuller. 1979. "Distribution of the Estimators for Autorregresive Time Series with a Unit Root." *Journal of the American Statistical Association* 74: 427–431.
- Dinkelman, Taryn. 2008. "The Effects of Rural Electrification on Employment: New Evidence from South Africa." *American Economic Review*, 66. <https://doi.org/10.1257/aer.101.7.3078>.
- Durbin, J. 1954. "Errors in Variables." *Review of the International Statistical Institute* 22 (1/3): 23–32.
- Elliott, G. R., Thomas J Rothenberg, y James H. Stock. 1996. "Efficient Test for an Autorregresive Unit Root." *Econometrica* 64: 813–16.
- England, Richard W. 1998. "Measurement of Social Well-Being: Alternatives to Gross Domestic Product." *Ecological Economics* 25 (1): 89–103. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(97\)00098-0](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(97)00098-0).
- ESMAP. 2017. "Energy Analytics for Development." The World Bank. ESMAP. Washington, DC.
- Ferreira, Francisco H.G., Shaohua Chen, Andrew Dabalen, Yuri Dikhanov, Nada Hamadeh, Dean Jolliffe, Ambar Narayan, et al. 2016. "A Global Count of the Extreme Poor in 2012: Data Issues, Methodology and Initial Results." *Journal of Economic Inequality* 14 (2): 141–72. <https://doi.org/10.1007/s10888-016-9326-6>.

- Ghosh, Sajal. 2002. "Electricity Consumption and Economic Growth in India." *Energy Policy* 30: 125–29. <https://pdf.sciencedirectassets.com/271097/1-s2.0-S0301421500X00973/1-s2.0-S0301421501000787/main.pdf?x-amz-security-token=AgoJb3JpZ2luX2VjECcaCXVzLWVhc3QtMSJHMEUCIBkutSjN2VK3ty5ExXJ%2FmFNY3kT0yw6IbZ1m6ZXWhgYIAiEAm%2BwLKyqDFIw6h%2FOVi gPfNSq6b%2BrGaZgiRt6z>.
- Gonzales, Edgar. 2012. "Promoting Productive Uses of Electricity in Rural Areas of Peru: Experiences and Lessons Learned." <http://www.worldbank.org/en/results/2013/04/10/promoting-productive-uses-electricity-rural-areas-peru>. The World Bank. ESMAP.
- Granger, Clive J. W. 1969. "Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-Spectral Methods." *Econometrica* 37 (3): 424–38.
- . 1980. "Testing for Causality." *Journal of Economics Dynamics Control* 2: 329–52.
- Harkness, Susan. 2007. "Social and Political Indicators of Human Well-Being." *Human Well-Being* 2004: 88–112. https://doi.org/10.1057/9780230625600_4.
- Hausman, J A. 1978. "Specification Tests in Econometrics." *Econometrica* 46 (6): 1251–71. <http://www.jstor.org/stable/1913827> <http://www.jstor.org/> <http://www.jstor.org/action/showPublisher?publisherCode=econosoc> <http://www.jstor.org/>
- Hicks, Norman, y Paul Streeten. 1979. "Indicators of Development: The Search for a Basic Needs Yardstick." *World Development* 7 (7): 567–80.
- IEA. 2021. *World Energy Outlook 2021*. IEA. www.iea.org/weo.
- IEA, IRENA, UN Statistics Division, World Bank Group, y WHO. 2018. "2018 Tracking SDG7 The Energy Progress Report- Global Tracking Framework."
- IEA, IRENA, UN Statistic Division, World Bank Group, y WHO. 2019. "Tracking SDG7. 2019 The Energy Progress Report." Washington, DC. www.worldbank.org.
- IEA, IRENA, UN, The World Bank, y WHO. 2021. "Tracking SDG7. The Energy Progress Report 2021." Washington, DC. www.worldbank.org.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. 2022. *Climate Change 2020. Impacts, Adaptation and Vulnerability*. World Metereological Organization. UN Environmental Programme.
- Jimenez, Raul. 2017. "Development Effects of Rural Electrification." IDB.

- Johansen, S. 1995. "Likelihood-Based Inference in Cointegrated Vector Autoregressive Models." Oxford University Press.
- Khan, Muhammad Kamran, Muhammad Imran Khan, y Muhammad Rehan. 2020. "The Relationship between Energy Consumption, Economic Growth and Carbon Dioxide Emissions in Pakistan." *Financial Innovation* 6 (1): 1–14. <https://doi.org/10.1186/s40854-019-0162-0>.
- Khandker, Shahidur R., Douglas F. Barnes, y Hussain a. Samad. 2009. "Welfare Impacts of Rural Electrification A Case Study from Bangladesh." The World Bank.
- Khandker, Shahidur R., Douglas F. Barnes, y Hussain A. Samad. 2013. "Welfare Impacts of Rural Electrification: A Panel Data Analysis from Vietnam." *Economic Development and Cultural Change* 61 (3): 659–92. <https://doi.org/10.1086/669262>.
- Khandker, Shahidur R., Hussain a. Samad, Rubaba Ali, y Douglas F. Barnes. 2012. "Who Benefits Most from Rural Electrification? Evidence in India: Policy Research Working Papers." *Policy Research Working Paper*, no. June. <https://doi.org/10.5547/01956574.35.2.4>.
- Kiernan, Paul. 2022. "SEC Floats Mandatory Disclosure of Climate-Change Risks , Emissions." *Wall Street Journal*, 34590. <https://www.wsj.com/articles/sec-to-float-mandatory-disclosure-of-climate-change-risks-emissions-11647874814?mod=djemalertNEWS>.
- Kooijman-van Dijk, Annemarije L., y Joy Clancy. 2010. "Impacts of Electricity Access to Rural Enterprises in Bolivia, Tanzania and Vietnam." *Energy for Sustainable Development* 14 (1): 14–21. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2009.12.004>.
- Kraft, John, y Arthur Kraft. 1998. "On the Relationship between Energy and GNP." *The Journal of Energy and Development* 3 (2): 401–3.
- Kuznets, Simon. 1955. "Economic Growth and Income Inequality." *The American Economic Review* 45 (1). <https://doi.org/10.2307/2118443>.
- Lakner, Christoph, Daniel Gerszon Mahler, Mario Negre, y Espen Beer Prydz. 2019. "How Much Does Reducing Inequality Matter for Global Poverty?" *The Journal of Economic Inequality*. <https://doi.org/10.1596/33902>.
- Leamer, Edward E., Hugo Maul, Sergio Rodriguez, y Peter K. Schott. 1999. "Does Natural Resource Abundance Increase Latin American Income Inequality?" *Journal of Development Economics* 59 (1): 3–42. [https://doi.org/10.1016/S0304-3878\(99\)00004-8](https://doi.org/10.1016/S0304-3878(99)00004-8).

- Legros, G., I. Havet, N. Bruce, y S. BonJour. 2009. "The Energy Access Situation. A Review Ocusing on the Least Developed Countries and Sub-Saharan Africa." New York. <https://www.undp.org/content/dam/undp/library/Environment and Energy/Sustainable Energy/energy-access-situation-in-developing-countries.pdf>.
- Lenz, Luciane, Anicet Munyehirwe, Jörg Peters, y Maximiliane Sievert. 2017. "Does Large-Scale Infrastructure Investment Alleviate Poverty? Impacts of Rwanda's Electricity Access Roll-out Program." *World Development* 89: 88–110. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2016.08.003>.
- Lipscomb, M., A. M. Mobarak, y T. Barham. 2013. "Development Effects of Electrification: Evidence from the Topographic Placement of Hydropower Plants in Brazil." *American Economic Journal* 5 (2): 200–231.
- Lütkepohl, Helmut. 2005. *New Introduction to Multiple Time Series Analysis*. Springer. https://doc.lagout.org/science/0_Computer Science/3_Theory/Mathematics/New Introduction to Multiple Time Series Analysis.pdf.
- Messent, Fiona, Christine Eibs, Stacy Swann, Federico Maza, Chavi Meattle, y S. Triverdi. 2018. "Energizing Finance 2018: Understanding the Landscape." Washington, DC.
- Munro, Paul G, y Anne Schiffer. 2019. "Ethnographies of Electricity Scarcity: Mobile Phone Charging Spaces and the Recrafting of Energy Poverty in Africa." *Energy & Buildings* 188–189: 175–83. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2019.01.038>.
- Napoli, Philip M., y Jonathan A. Obar. 2013. "Mobile Leapfrogging y Digital Divide Policy." *New America Foundation*, 1–20.
- Ozturk, Ilhan. 2009. "A Literature Survey on Energy-Growth Nexus." *Energy Policy* 38: 340–49. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.09.024>.
- Peters, J., y M. Sievert. 2015. "Impacts of Rural Electrifi Cation Revisited. The African Context." 556. Bochum, Germany. <http://dx.doi.org/10.4419/86788637>.
- Phillips, P. C. B., y P. Perron. 1988. "Testing for a Unit Root in Time Series Regression." *Biometrika* 75: 335–46.
- Pigou, Arthur Cecil. 1920. *The Economics of Welfare. The Economics of Welfare*. Mcmillan & Co, Ltd. <https://doi.org/10.4324/9781351304368>.
- Pollard, Suzanne L., Kendra N. Williams, Carolyn J. O'Brien, Abigail Winiker, Elisa Puzzolo, Josiah L. Kephart, Magdalena Fandiño-Del-Rio, et al. 2018. "An Evaluation of the Fondo de Inclusión Social Energético Program (FISE) to Promote Access to Liquefied Petroleum Gas in Peru." *Energy for Sustainable*

- Development* 46: 82–93. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2018.06.001>.
- Rao, Narasimha D. 2013. “Does (Better) Electricity Supply Increase Household Enterprise Income in India?” *Energy Policy*, no. 57: 532–41. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.02.025>.
- Ratha, Dilip. 2013. “The Impact of Remittances on Economic Growth and Poverty Reduction.” *Migration Policy Institute. Policy Brief* 8. <https://doi.org/10.1177/056943451005500210>.
- Ravallion, Martin. 1997. “Good and Bad Growth: The Human Development Reports.” *World Development* 25 (5): 631–38. [https://doi.org/10.1016/S0305-750X\(96\)00141-6](https://doi.org/10.1016/S0305-750X(96)00141-6).
- Ravallion, Martin, y Shaohua Chen. 1997. “What Can New Survey Data Tell Us about Recent Changes in Developing Countries?” *The World Bank Economic Review* 11 (2): 357–82.
- Ravallion, Martin, Shaohua Chen, y Prem Sangraula. 2009. “Dollar a Day Revisited.” *World Bank Economic Review* 23 (2): 163–84. <https://doi.org/10.1093/wber/lhp007>.
- Ravallion, Martin, y Gaurav Datt. 1996. “How Important to India’s Poor Is the Sectoral Composition of Economic Growth?” *World Bank Economic Review* 10 (1): 1–25. <https://doi.org/10.1093/wber/10.1.1>.
- Ravallion, Martin, Gaurav Datt, y Dominique van de Walle. 1991. “Quantifying Absolute Poverty in the Developing World.” *Review of Income and Wealth Series* 37 (4). <http://www.roiw.org/1991/345.pdf>.
- Riva, Fabio, Helene Ahlborg, Elias Hartvigsson, Shonali Pachauri, y Emanuela Colombo. 2018. “Electricity Access and Rural Development: Review of Complex Socio-Economic Dynamics and Causal Diagrams for More Appropriate Energy Modelling,” 21. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2018.02.003>.
- Roelen, Keetie, y Franziska Gassmann. 2011. “Measuring Child Poverty and Well-Being: A Literature Review.” *SSRN Electronic Journal*, no. January: 1–30. <https://doi.org/10.2139/ssrn.1105652>.
- Ruggles, Richard. 1993. “National Income Accounting: Concepts and Measurement. Economic Theory and Practice.” *Economic Notes by Monte Dei Paschi Di Siena* 22 (2): 235–64.
- Sachs, Jeffrey D. 2005. *The End of Poverty. Economic Possibilities for Our Time*. New York: The Penguin Group.

- Sam, Steven. 2021. "Informal Mobile Phone Use by Marginalised Groups in a Pluralealth System to Bridge Healthcare Gaps in Sierra Leone." *Information Development* 37 (3): 467–482. <https://doi.org/10.1177/0266666920932992>.
- Samuelson, Paul A. 1947. *Foundations Of Economic Analysis*. Oxford University Press.
- . 1950. "Evaluation of Real National Income." *Oxford Economic Papers* 2 (1): 1–29.
- Santos, Maria Emma. 2019. "Challenges in Designing National Multidimensional Poverty Measures," UN. CEPAL. ECLAC. 1–41. www.cepal.org/en/suscripciones.
- Sanz Villarroya, Isabel., y Jaime Sanaú. 2013. "Producción Eléctrica y Crecimiento Español. Una Perspectiva a Largo Plazo," *Revista de Historia Industrial*. no. 2004. <https://www.raco.cat/index.php/HistoriaIndustrial/article/viewFile/316042/406132>.
- Sargan, J. D. 1958. "The Estimation of Economic Relationships Using Instrumental Variables." *Econometrica* 26 (3): 393–415.
- Segal, J. 1991. "Alternative Concepts of the Economic Realm." *Morality, Rationality, and Efficiency: New Perspectives on Socio-Economics*.
- Sen, Amartya. 1976a. "Poverty: An Ordinal Approach to Measurement Amartya." *Econometrica* 44 (2): 219–31.
- . 1976b. "Real National Income." *The Review of Economic Studies* 43 (1): 19–39.
- . 2003. "Development as Capability Expansion." *Readings in Human Development*. Oxford University Press.
- . 2013. "The Ends and Means of Sustainability." *Journal of Human Development and Capabilities* 14 (1): 6–20.
- Sen, Pranab Kumar. 1986. "The Gini Coefficient and Poverty Indexes: Some Reconciliations." *Journal of the American Statistical Association* 81 (396): 1050–57. <https://doi.org/10.1080/01621459.1986.10478372>.
- Shyu, Chian-Woei. 2014. "Ensuring Access to Electricity and Minimum Basic Electricity Needs as a Goal for the Post-MDG Development Agenda after 2015." *Energy for Sustainable Development* 19: 29–38. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2013.11.005>.
- Squire, Lyn, et al. 1990. *World Development Report 1990. Poverty*. Edited by World Bank. Washington, DC.
- Stanton, Elizabeth A. 2007. "The Human Development Index: A History." *Political Economy Research Institute Working Paper Series* 127 (February): 1–36.

- Stiglitz, Joseph E, Amartya Sen, y Jean-Paul Fitoussi. 2009. "The Measurement of Economic Performance and Social Progress Revisited. Reflections and overview". OFCE. Paris.
https://www.researchgate.net/profile/Jean_Fitoussi/publication/239807212_The_Measurement_of_Economic_Performance_and_Social_Progress_Revisited_The_Measurement_of_Economic_Performance_and_Social_Progress_Revisited_Commission_on_the_Measurement_of_Economic_
- Stork, Christoph, Enrico Calandro, y Alison Gillwald. 2013. "Internet Going Mobile: Internet Access and Use in 11 African Countries." *Emerald Inside Info* 15 (5): 34–51. <https://doi.org/10.1108/info-05-2013-0026>.
- Suri, Tavneet, Michael A Boozer, Gustav Ranis, y Frances Stewart. 2011. "Paths to Success: The Relationship between Human Development and Economic Growth." *World Development* 39 (4): 506–22.
<https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2010.08.020>.
- Tol, Richard S J. 2009. "The Economic Effects of Climate Change" 23 (2): 29–51.
- Tran, Van Q., Sabina Alkire, y Stephan Klasen. 2015. "Static and Dynamic Disparities between Monetary and Multidimensional Poverty Measurement: Evidence from Vietnam." *Research on Economic Inequality* 23: 249–81.
<https://doi.org/10.1108/S1049-258520150000023008>.
- UNDP. 2020. *The Next Frontier: Human Development and the Anthropocene. Human Development Report 2020*. <http://hdr.undp.org/en/2020-report>.
- United Nations. 2019. "Energía - Desarrollo Sostenible Objetivo 7." 2019.
<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/energy/>.
- . 2020. "Shared Responsibility, Global Solidarity: Responding to the Socio-Economic Impacts of COVID-19."
<https://www.imf.org/en/News/Articles/2020/03/27/sp032720-opening-remarks-at-press-briefing-following-imfc-conference-call>.
- . 2021. "Goal 1 | Poverty Eradication." Web Page. 2021.
<https://sdgs.un.org/goals/goal1>.
- United Nations Development Programme (UNDP). 1990. "Human Development Report." Washington, DC.
http://hdr.undp.org/sites/default/files/reports/219/hdr_1990_en_complete_nostats.pdf.
- . 2016. "2016 Human Development Report." New York.

- United Nations General Assembly. 2000. "United Nations Millennium Declaration."
<https://www.un.org/millennium/declaration/ares552e.pdf>.
- . 2015. "General Assembly Resolution: Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development."
https://doi.org/10.1163/9789004228696_029.
- Winters, Paul, Rinku Murgai, Elisabeth Sadoulet, Alain De Janvry, y George Frisvold. 1998. "Economic and Welfare Impacts of Climate Change on Developing Countries." *Environmental and Resource Economics* 12 (1): 1–24.
<https://doi.org/10.1023/A:1008204419284>.
- Wooldridge, Jeffrey M. 1995. "Score Diagnostics for Linear Models Estimated by Two Stage Least Squares". *Advances in Econometrics and Quantitative Economics: Essays in Honor of Professor C. R. Rao*.
- . 2002. "Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data". Edited by The MIT Press. https://jrvargas.files.wordpress.com/2011/01/wooldridge_j-_2002_econometric_analysis_of_cross_section_and_panel_data.pdf.
- . 2012. "Introductory Econometrics. A Modern Approach". *Fifth Edition*. Edited by South Western. Cengage Learning. 5th ed. Mason, OH. USA.
- World Bank. 2011. "One Goal, Two Paths. Achieving Universal Access to Modern Energy in East Asia and the Pacific." <https://doi.org/10.1596/978-0-8213-8837-2>.
- . 2017. "New Open Source Tool a 'Breakthrough' in Electrification Planning," 2017.
- . 2018. "World Bank Annual Report 2018. Ending Poverty - Investing in Opportunity -." Washington, DC. <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1296-5>.
- . 2019a. "Understanding Poverty." The World Bank. 2019.
<https://www.worldbank.org/en/understanding-poverty>.
- . 2019b. "WGI Worldwide Governance Indicators." 2019.
<https://info.worldbank.org/governance/wgi/>.
- . 2021. "World Bank Open Data." 2021. <https://data.worldbank.org/>.
- World Bank, y Climate Change Knowledge Portal. 2011. "Climate Change Data | Data Catalog." 2011. <https://datacatalog.worldbank.org/dataset/climate-change-data>.
- Worldbank. 2013. "Toward a Sustainable Energy Future for All: Directions for the World Bank Group's Energy Sector." *Washington DC; World Bank*.
<http://documents.worldbank.org/curated/en/745601468160524040/pdf/795970SST0SecM00box377380B00PUBLIC0.pdf>.

- Wu, De-Min. 1974. "Alternative Tests of Independence between Stochastic Regressors and Disturbances: Finite Sample Results." *Econometrica* 42 (3): 529–46.
<https://doi.org/10.2307/1911789>.
- Wyche, Susan, y Jennifer Olson. 2018. "Kenyan Women's Rural Realities, Mobile Internet Access, and 'Africa Rising.'" *Information Technologies & International Development* 14: 15.
- Yang, Long, Haiyang Lu, Sangui Wang, y Meng Li. 2021. "Mobile Internet Use and Multidimensional Poverty: Evidence from A Household Survey in Rural China." *Social Indicators Research* 158 (3): 1065–86. <https://doi.org/10.1007/s11205-021-02736-1>.
- Zhang, Tong, Xunpeng Shi, Dayong Zhang, y Junji Xiao. 2019. "Socio-Economic Development and Electricity Access in Developing Economies: A Long-Run Model Averaging Approach." *Energy Policy* 132: 223–31.
<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.05.031>.

ÍNDICE DE CUADROS

<i>Cuadro 1 Estadística de las variables en estudio.</i>	39
<i>Cuadro 2 Correlaciones entre las variables en estudio.</i>	40
<i>Cuadro 3 Coeficientes estandarizados de la ecuación principal.</i>	43
<i>Cuadro 4 Prueba de significación de instrumentos para loggdppc.</i>	47
<i>Cuadro 5 Prueba de sobreidentificación de instrumentos para loggdppc.</i>	48
<i>Cuadro 6 Prueba de exogeneidad de loggpdpc.</i>	49
<i>Cuadro 7 Prueba de significación de instrumentos para gini.</i>	51
<i>Cuadro 8 Prueba de sobreidentificación de instrumentos para gini.</i>	52
<i>Cuadro 9 Prueba de exogeneidad de gini.</i>	52
<i>Cuadro 10 Prueba de exogeneidad de instrumentos para acc.</i>	54
<i>Cuadro 11 Prueba de sobreidentificación de instrumentos para acc.</i>	55
<i>Cuadro 12 Prueba de exogeneidad de acc.</i>	55
<i>Cuadro 13 Pruebas de raíz unitaria.</i>	65
<i>Cuadro 14 Coeficientes, errores estándar y p-valores del modelo MVCE para mpov y acc con dos retardos y rango uno de cointegración.</i>	67
<i>Cuadro 15 Resumen resultados test de consistencia modelo MVCE.</i>	73
<i>Cuadro 16 Comparación modelos con dos y tres retardos.</i>	74
<i>Cuadro 17 Prueba de endogeneidad de loggdppc.</i>	85
<i>Cuadro 18 Test de exogeneidad de gini.</i>	86
<i>Cuadro 19 Test de exogeneidad de mob.</i>	87
<i>Cuadro 20 Test de relevancia de instrumentos para loggdppc.</i>	88
<i>Cuadro 21 Test de sobreidentificación de instrumentos para loggdppc.</i>	88
<i>Cuadro 22 Test de exogeneidad de loggdppc.</i>	89
<i>Cuadro 23 Test de relevancia de instrumentos para gini.</i>	90

<i>Cuadro 24 Test de sobreidentificación de instrumentos para gini.</i>	90
<i>Cuadro 25 Test de exogeneidad de gini.</i>	90
<i>Cuadro 26 Test de relevancia de instrumentos para acc.</i>	91
<i>Cuadro 27 Test de sobreidentificación de instrumentos para acc.</i>	91
<i>Cuadro 28 Test de exogeneidad de acc.</i>	92
<i>Cuadro 29 Test de relevancia de instrumentos para gdppc.</i>	107
<i>Cuadro 30 Test de sobreidentificación de instrumentos para gdppc.</i>	107
<i>Cuadro 31 Test de exogeneidad de gdppc.</i>	108
<i>Cuadro 32 Test de relevancia de instrumentos para gini.</i>	108
<i>Cuadro 33 Test de sobreidentificación de instrumentos para gini.</i>	109
<i>Cuadro 34 Test de exogeneidad de gini.</i>	109
<i>Cuadro 35 Test de relevancia de instrumentos para acc.</i>	110
<i>Cuadro 36 Test de sobreidentificación de instrumentos para acc.</i>	110
<i>Cuadro 37 Test de endogeneidad de acc.</i>	111

ÍNDICE DE GRÁFICOS

<i>Gráfico 1 Evolución de mpov y acc</i>	64
<i>Gráfico 2 Gráfico de la ecuación integrada de cointegración</i>	69
<i>Gráfico 3 Mapa con los países incluidos en la muestra.</i>	103