



Universidad Nacional de Costa Rica

Facultad de Ciencias Sociales

Escuela de Economía

**Análisis de la eficiencia distributiva del subsidio por nivel de consumo
aplicado en la tarifa residencial del servicio de energía eléctrica en Costa Rica,
durante el período 2019-2022**

Tesis de grado

Sustentantes:

Fabiola Rojas Arce

Noelia Vargas Marín

Campus Omar Dengo, Heredia.

Junio, 2023.



Universidad Nacional de Costa Rica

Facultad de Ciencias Sociales

Escuela de Economía

Análisis de la eficiencia distributiva del subsidio por nivel de consumo aplicado en la tarifa residencial del servicio de energía eléctrica en Costa Rica, durante el período 2019-2022

Tesis de grado

Trabajo Final de Graduación sometido a consideración del Tribunal Examinador para optar por el grado de Licenciatura en Economía

Sustentantes¹:

Fabiola Rojas Arce

Noelia Vargas Marín

Campus Omar Dengo, Heredia.

Junio, 2023.

¹ Los contenidos emitidos en el presente Trabajo Final de Graduación son de exclusiva responsabilidad de los sustentantes de ésta.



2023
Universidades Públicas
ante el Cambio Climático



M.Sc. Guillermo Acuña González
Vicedecano -quién preside-
Facultad de Ciencias Sociales

Dr. Jorge Andrey Valenciano Salaza
Representante de Dirección
Escuela de Economía

M.Sc. Christian González Hernández
Tutora

Licda. Flor Emilia Ramírez Azofeifa
Lectora

Dr. Manuel Barahona Montero
Lector

Fabiola Rojas Arce
Postulante

Noelia Vargas Marín
Postulante



Índice de Contenido

Hoja con firmas de miembros del Tribunal Examinado.....	III
Índice de Contenido.....	IV
Índice de Figuras	VI
Índice de Tablas	VIII
Listado de siglas y acrónimos.....	X
Dedicatoria	XI
Agradecimientos.....	XI
Introducción	1
Capítulo 1: Generalidades de la investigación	3
1.1. Antecedentes	3
1.2. Justificación y planteamiento del problema.....	8
1.2.1 Delimitación espacio temporal	9
1.2.2 Relevancia de la investigación	9
1.2.3 Pertinencia de la investigación.....	9
1.2.4 Relación con el desarrollo	10
1.2.5 Pregunta de investigación y sub-preguntas de investigación.....	11
1.3. Objetivos de la investigación.....	11
1.3.1 Objetivo general	11
1.3.2 Objetivos específicos	11
Capítulo 2: Marco Teórico	12
Capítulo 3: Metodología de la investigación.....	21
3.1 Enfoque de la investigación	21
3.2 Tipo de investigación	21
3.3 Universo de la investigación.....	22
3.3.1 Sujetos y fuentes de información	22
3.3.2 Población	22
3.4 Técnicas e instrumentos de investigación.....	23
3.5 Alcance y limitaciones	24
3.6 Matriz metodológica.....	26

3.7 Cronograma.....	27
Capítulo 4: Análisis de Resultados.....	28
4.1 Caracterización de la estructura de mercado del sector eléctrico	28
4.1.1 Elasticidad precio de la demanda del sector eléctrico residencial.....	33
4.2 Estimación del subsidio eléctrico residencial y sus efectos distributivos	36
4.2.1 Análisis del gasto en electricidad	39
4.2.2 Efectos distributivos del subsidio sobre el ingreso de los hogares.....	42
4.3 Eficiencia distributiva del subsidio eléctrico residencial	45
4.3.1 Subsidio por nivel de consumo del sector eléctrico residencial.....	45
4.4 Propuesta de focalización: comprobación previa de medios de vida	54
4.4.1 Árbol de decisión.....	55
Capítulo 5: Conclusiones y recomendaciones	60
Referencias	65
Anexos.....	69
Anexo 1. Resultados del modelo de elasticidad	69
Anexo 2. Estructura del gasto de los hogares que reciben electricidad del ICE	74
Anexo 3. Estructura del gasto de los hogares que reciben electricidad de la CNFL .	75
Anexo 4. Distribución porcentual del gasto de los hogares que reciben electricidad del ICE.....	76
Anexo 5. Distribución porcentual del gasto de los hogares que reciben electricidad de la CNFL	77
Anexo 6. Ingreso promedio de los hogares que reciben electricidad del ICE	78
Anexo 7. Ingreso promedio de los hogares que reciben electricidad de la CNFL	79
Anexo 8. Curva de Lorenz de los hogares que reciben electricidad del ICE	80
Anexo 9. Cálculo de los coeficientes de Gini para los hogares usuarios del ICE y CNFL	83
Anexo 10. Caso alternativo de árbol de decisión.....	91

Índice de Figuras

Figura 1 Estructura del mercado eléctrico en Costa Rica: fases de la energía eléctrica.	28
Figura 2 Costa Rica. Distribución relativa de los hogares usuarios según empresas distribuidoras, 2022.	30
Figura 3 Costa Rica. Distribución relativa de las ventas según empresas distribuidoras, 2022.....	30
Figura 4 Costa Rica. Zonas de concesión según empresas distribuidoras de electricidad, 2019.....	31
Figura 5 Costa Rica. Total de hogares abonados del servicio eléctrico residencial según año, 1999-2022.....	35
Figura 6 Costa Rica. Distribución porcentual del gasto en electricidad con y sin subsidio de los hogares usuarios del servicio eléctrico del ICE según quintil de ingreso per cápita, 2019.	41
Figura 7 Costa Rica. Distribución porcentual del gasto en electricidad con y sin subsidio de los hogares usuarios del servicio eléctrico de la CNFL según quintil de ingreso per cápita, 2019.	42
Figura 8 Costa Rica. Curva de Lorenz de la distribución del ingreso con y sin subsidio de los hogares usuarios del servicio eléctrico del ICE, 2019.....	44
Figura 9 Costa Rica. Curva de Lorenz de la distribución del ingreso con y sin subsidio de los hogares usuarios del servicio eléctrico del CNFL, 2019.	45
Figura 10 Costa Rica. Porcentaje de hogares de la zona urbana que reciben electricidad del ICE según condición socioeconómica, 2022.....	47
Figura 11 Costa Rica. Porcentaje de hogares de la zona rural que reciben electricidad del ICE según condición socioeconómica, 2022.....	47
Figura 12 Costa Rica. Porcentaje de hogares de la zona urbana que reciben electricidad del ICE por quintil de ingreso, según la condición socioeconómica, 2019.....	48
Figura 13 Costa Rica. Porcentaje de hogares de la zona rural que reciben electricidad del ICE por quintil de ingreso, según la condición socioeconómica, 2019.....	48
Figura 14 Costa Rica. Porcentaje de hogares de la zona urbana que reciben electricidad del CNFL según condición socioeconómica, 2022.	51
Figura 15 Costa Rica. Porcentaje de hogares de la zona rural que reciben electricidad del CNFL según condición socioeconómica, 2022.	51
Figura 16 Costa Rica. Porcentaje de hogares de la zona urbana que reciben electricidad del CNFL por quintil de ingreso, según la condición socioeconómica, 2022.	52
Figura 17 Costa Rica. Porcentaje de hogares de la zona rural que reciben electricidad del CNFL por quintil de ingreso, según la condición socioeconómica, 2022.	52
Figura 18 Costa Rica. Distribución de la variable pobreza, 2022.....	55
Figura 19 Costa Rica. Precisión global según “mingsplit”.	56
Figura 20 Costa Rica. Precisión de no pobres según “mingsplit”.....	57
Figura 21 Costa Rica. Precisión de pobres según “mingsplit”.....	57
Figura 22 Costa Rica. Árbol de decisión.	58
Figura 23 Costa Rica. Resultados generales del modelo de elasticidad, 2000-2022....	69
Figura 24 Costa Rica. Correlograma de residuos al cuadrado, 2000-2022.....	70
Figura 25 Costa Rica. Prueba Breusch - Godfrey, 2000-2022.	71

Figura 26 Costa Rica. Prueba de heteroscedasticidad Breusch – Pagan – Godfrey, 2000-2022.....	72
Figura 27 Costa Rica. Prueba de heteroscedasticidad White, 2000-2022.....	72
Figura 28 Costa Rica. Prueba de normalidad Jarque Bera, 2000-2022.....	73
Figura 29 Costa Rica. Curva de Lorenz de la distribución del ingreso con y sin subsidio de los hogares usuarios del servicio eléctrico de la ICE de la Región Brunca, 2019.	80
Figura 30 Costa Rica. Curva de Lorenz de la distribución del ingreso con y sin subsidio de los hogares usuarios del servicio eléctrico de la ICE de la Región Central, 2019.	80
Figura 31 Costa Rica. Curva de Lorenz de la distribución del ingreso con y sin subsidio de los hogares usuarios del servicio eléctrico de la ICE de la Región Chorotega, 2019.....	81
Figura 32 Costa Rica. Curva de Lorenz de la distribución del ingreso con y sin subsidio de los hogares usuarios del servicio eléctrico de la ICE de la Región Huetar Atlántica, 2019.....	81
Figura 33 Costa Rica. Curva de Lorenz de la distribución del ingreso con y sin subsidio de los hogares usuarios del servicio eléctrico de la ICE de la Región Huetar Norte, 2019.....	82
Figura 34 Costa Rica. Curva de Lorenz de la distribución del ingreso con y sin subsidio de los hogares usuarios del servicio eléctrico de la ICE de la Región Pacífico Central, 2019.....	82
Figura 35 Costa Rica. Precisión global según minsplit.....	91
Figura 36 Costa Rica. Precisión de no pobres según minsplit.	91
Figura 37 Costa Rica. Precisión de pobres según minsplit.	92
Figura 38 Costa Rica. Árbol de decisión alternativo.....	93

Índice de Tablas

Tabla 1 Matriz metodológica.	26
Tabla 2 Cronograma. Fases, actividades, plazo y responsables de la investigación.	27
Tabla 3 Costa Rica. Ejemplo del cobro en colones de la tarifa residencial del ICE para un hogar que consume en promedio 100 kWh, marzo 2022.	33
Tabla 4 Estimación del subsidio por nivel de consumo para el sector eléctrico residencial según empresa distribuidora y bloques de consumo, 2022.	38
Tabla 5 Estimación del subsidio por nivel de consumo para el sector eléctrico residencial según empresa distribuidora y bloques de consumo, 2022.	38
Tabla 6 Costa Rica. Coeficiente de Gini con y sin subsidio eléctrico residencial para el total país y por región de planificación de los hogares usuarios del ICE, 2019.	43
Tabla 7 Costa Rica. Coeficiente de Gini con y sin subsidio eléctrico residencial para el total país y por región de planificación de los hogares usuarios del CNFL, 2019.	43
Tabla 8 Costa Rica. Línea de pobreza según la zona de residencia, 2022.	46
Tabla 9 Costa Rica. Porcentaje de hogares de la zona urbana y rural que reciben electricidad del ICE por quintil de ingreso y bloques de consumo según la condición socioeconómica, 2019-2022.	50
Tabla 10 Costa Rica. Porcentaje de hogares de la zona urbana y rural que reciben electricidad de la CNFL por quintil de ingreso y bloques de consumo según la condición socioeconómica, 2019.	54
Tabla 11 Costa Rica. Estructura del gasto con y sin subsidio en colones para los hogares que reciben electricidad del ICE por región de planificación según quintil de ingreso per cápita 2019.	74
Tabla 12 Costa Rica. Estructura del gasto con y sin subsidio para los hogares que reciben electricidad del CNFL por región de planificación, según quintil de ingreso per cápita, 2019.	75
Tabla 13 Costa Rica. Distribución porcentual del gasto con y sin subsidio para los hogares que reciben electricidad del ICE por región de planificación, según quintil de ingreso per cápita, 2019.	76
Tabla 14 Costa Rica. Distribución porcentual del gasto con y sin subsidio para los hogares que reciben electricidad del CNFL por región de planificación según quintil de ingreso per cápita, 2019.	77
Tabla 15 Costa Rica. Ingreso promedio con y sin subsidio para los hogares que reciben electricidad del ICE por región de planificación según quintil de ingreso per cápita, 2019.	78
Tabla 16 Costa Rica. Ingreso promedio con y sin subsidio para los hogares que reciben electricidad del CNFL por región de planificación según quintil de ingreso per cápita, 2019.	79
Tabla 17 Costa Rica. Cálculo del coeficiente de Gini del ingreso per cápita con subsidio de los hogares usuarios del ICE para el total del país.	83
Tabla 18 Costa Rica. Cálculo del coeficiente de Gini del ingreso per cápita sin subsidio de los hogares usuarios del ICE para el total del país.	83
Tabla 19 Costa Rica. Cálculo del coeficiente de Gini del ingreso per cápita con subsidio de los hogares usuarios del ICE para la región Brunca.	84

Tabla 20 Costa Rica. Cálculo del coeficiente de Gini del ingreso per cápita sin subsidio de los hogares usuarios del ICE para la región Brunca.....	84
Tabla 21 Costa Rica. Cálculo del coeficiente de Gini del ingreso per cápita con subsidio de los hogares usuarios del ICE para la región Central.....	85
Tabla 22 Costa Rica. Cálculo del coeficiente de Gini del ingreso per cápita sin subsidio de los hogares usuarios del ICE para la región Central.....	85
Tabla 23 Costa Rica. Cálculo del coeficiente de Gini del ingreso per cápita con subsidio de los hogares usuarios del ICE para la región Chorotega.	86
Tabla 24 Costa Rica. Cálculo del coeficiente de Gini del ingreso per cápita sin subsidio de los hogares usuarios del ICE para la región Chorotega.	86
Tabla 25 Costa Rica. Cálculo del coeficiente de Gini del ingreso per cápita con subsidio de los hogares usuarios del ICE para la región Huetar Atlántica.....	87
Tabla 26 Costa Rica. Cálculo del coeficiente de Gini del ingreso per cápita sin subsidio de los hogares usuarios del ICE para la región Huetar Atlántica.....	87
Tabla 27 Costa Rica. Cálculo del coeficiente de Gini del ingreso per cápita con subsidio de los hogares usuarios del ICE para la región Huetar Norte.....	88
Tabla 28 Costa Rica. Cálculo del coeficiente de Gini del ingreso per cápita sin subsidio de los hogares usuarios del ICE para la región Huetar Norte.....	88
Tabla 29 Costa Rica. Cálculo del coeficiente de Gini del ingreso per cápita con subsidio de los hogares usuarios del ICE para la región Pacífico Central.	89
Tabla 30 Costa Rica. Cálculo del coeficiente de Gini del ingreso per cápita sin subsidio de los hogares usuarios del ICE para la región Pacífico Central.	89
Tabla 31 Costa Rica. Cálculo del coeficiente de Gini del ingreso per cápita con subsidio de los hogares usuarios de la CNFL para la región Pacífico Central.....	90
Tabla 32 Costa Rica. Cálculo del coeficiente de Gini del ingreso per cápita sin subsidio de los hogares usuarios de la CNFL para la región Pacífico Central.....	90

Listado de siglas y acrónimos

ARESEP	Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos
BM	Banco Mundial
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CNFL	Compañía Nacional de Fuerza y Luz
COOPEALFARORUIZ	Cooperativa de Electrificación Rural de Alfaro Ruiz
COOPEGUANACASTE	Cooperativa de Electrificación Rural de Guanacaste
COOPELESCA	Cooperativa de Electrificación Rural de San Carlos
COOPESANTOS	Cooperativa de Electrificación Rural Los Santos
DSE	Dirección Sectorial de Energía
ENAH0	Encuesta Nacional de Hogares
ENIGH	Encuesta Nacional de Ingreso y Gasto de los Hogares
ESPH	Empresa de Servicios Públicos de Heredia
FISE	Fondo de Inclusión Social Energética
FMI	Fondo Monetario Internacional
ICE	Instituto Costarricense de Electricidad
IMAS	Instituto Mixto de Ayuda Social
INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos
JASEC	Junta Administradora de Servicio Eléctrico Municipal
kWh	Kilowatt (vatio)-hora
MDHIS	Ministerio de Desarrollo Humano e Inclusión Social
MIDEPLAN	Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica
MINAE	Ministerio de Ambiente y Energía
MTSS	Ministerio de Trabajo y Seguridad Social
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
OIT	Organización Internacional del Trabajo
ONU	Organización de las Naciones Unidas
PEI	Plan Estratégico Institucional
PGR	Procuraduría General de la República
PND	Plan Nacional de Desarrollo
PNE	Plan Nacional de Energía
T-Re	Tarifa Residencial
UNEP	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente

Dedicatoria

A mis padres, Alberto Vargas Durán y Virginia Marín López, por su entrega y cariño, por motivarme a alcanzar mis sueños, a mi amado esposo, Bernardo Montero Montero, por su apoyo incondicional, eres mi amor y mi fortaleza.

Noelia Vargas Marín

A mis padres, Lilliana Arce Solano y Jorge Rojas Lobo, por ser mis pilares y estar a mi lado en cada logro, por impulsarme a perseguir mis sueños y siempre creer en mí.

Fabiola María Rojas Arce

A nuestro tutor, Christian González Hernández, por siempre creer en nosotras, por guiarnos con paciencia y apoyarnos en este proyecto.

A Dios por darnos la oportunidad de concluir esta etapa, fortaleza y sabiduría para afrontar este desafío.

Noelia y Fabiola

Agradecimientos

Agradecemos a Flor Emilia Ramírez Azofeifa y Manuel Barahona Montero por sus valiosos aportes en la investigación. A nuestro tutor, Christian González Hernández, por su entrega y compromiso para el desarrollo de este proyecto.

A Dios por permitirnos culminar este proyecto y ayudarnos a crecer profesionalmente, a nuestros seres queridos por siempre apoyarnos.

Introducción

La presente investigación se compone de cinco capítulos, en el primero se brinda una breve descripción y los antecedentes del estudio, así como su problemática, objetivos y justificación, en el segundo capítulo se presenta el marco teórico que respalda la investigación, el tercero corresponde a la metodología utilizada, en el cuarto se muestran los resultados obtenidos y finalmente, en el último se brindan las conclusiones y recomendaciones.

En el estudio se pretende respaldar teórica y empíricamente la necesidad de que exista un subsidio en la tarifa residencial del servicio eléctrico, así como analizar la eficiencia del subsidio actual que se aplica por nivel de consumo, con el fin de proponer una alternativa de focalización, mediante la identificación de las características de los hogares a los que se les debe proporcionar el beneficio.

La energía eléctrica es un servicio primordial que contribuye con el bienestar de las personas y el desarrollo de un país, por eso es importante analizar la eficiencia de los mecanismos que se utilizan para garantizar el acceso de los grupos en condición de pobreza a este servicio.

Las condiciones económicas de los hogares costarricenses han impulsado la implementación de diferentes estrategias y mecanismos en el diseño tarifario de los servicios públicos, con el propósito de garantizar el acceso a servicios que cubren necesidades básicas y así contribuir con los esfuerzos para disminuir la población en condición de pobreza.

Según la Encuesta Nacional de Hogares (ENAH) del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), en 2022 los hogares en condición de pobreza no extrema representan un 16,7 % y en condición de pobreza extrema son un 6,4 %, para un total de 23,1 % de hogares pobres medidos por la línea de pobreza.

Respecto del Índice de Pobreza Multidimensional, la pobreza en el país representa un 17,4 %, lo que evidencia que hay 247 705 hogares con privaciones en diferentes aspectos de la calidad de vida.

En Costa Rica, el subsidio eléctrico residencial es el mecanismo mediante el cual se pretende apoyar a grupos de ingresos más bajos para que puedan acceder a un servicio eléctrico con una tarifa reducida, este subsidio se aplica según el consumo de los hogares.

Los resultados de la aplicación del subsidio por consumo de energía eléctrica residencial han impulsado el desarrollo de estudios sobre perspectivas de la implementación de este tipo de mecanismo. La Dirección Sectorial de Energía (DSE, 2009) señala la existencia de investigaciones centradas en evitar distorsiones ocasionadas por los subsidios.

Asimismo, la DSE (2009) explica que otros estudios señalan que los subsidios se dirigen a los estratos más pobres de la población, pero terminan beneficiando a los niveles de población media y alta, por lo cual es importante focalizarlos por nivel de ingreso y territorialidad, haciendo una delimitación sobre la población que realmente requiere de la asistencia, a través de precios reducidos, y así evitar que se beneficien sectores de la población que no los requieren.

Cabe destacar que, para implementar un subsidio focalizado, es necesario identificar una serie de características sobre los hogares que lo necesitan, y establecer mecanismos de control rigurosos para evitar beneficiar a los que no lo requieren, contribuyendo así a mejorar el bienestar de los hogares en condición de pobreza.

Por lo tanto, para crear la propuesta de un subsidio focalizado se requiere conocer la estructura de mercado del servicio de suministro de energía eléctrica, su marco regulatorio, la eficiencia distributiva del subsidio vigente, los cuales permitirán crear un mecanismo para identificar las características de los hogares a beneficiar.

El acceso al servicio de energía eléctrica tiene un papel primordial en el entorno económico nacional y en los esfuerzos que se realizan para reducir el nivel de pobreza, por eso, es importante que se realicen estudios más completos y rigurosos que analicen temáticas de interés colectivo.

Para la investigación, se plantea la siguiente interrogante: ¿Cómo mejorar la eficiencia distributiva del subsidio aplicado en la tarifa residencial del servicio de suministro de energía eléctrica en Costa Rica para beneficiar a la población en condición de pobreza?

Capítulo 1: Generalidades de la investigación

En el presente capítulo se desarrollan los antecedentes de la investigación, se establece la justificación y se determina el problema a estudiar, así como los objetivos a alcanzar para brindar una alternativa del tipo de subsidio que se puede aplicar en la tarifa residencial del servicio de suministro de electricidad.

1.1. Antecedentes

La electricidad es primordial para el crecimiento y desarrollo del país, es utilizada por la mayoría de los sectores económicos y sociales, lo que contribuye a mejorar la dinámica productiva. En el 2022 según datos del Banco Central de Costa Rica la electricidad y otros servicios públicos contribuyeron un 2,4% al Producto Interno Bruto (PIB).

Lo anterior muestra la importancia de la electricidad en la dinámica económica del país, porque prevé recursos necesarios para el bienestar de la población y el desarrollo de otros sectores productivos que dependen de esta fuente de energía.

Debido a su importancia para el desarrollo sostenible del país, la energía eléctrica es un servicio público, que a nivel nacional se regula para asegurar un adecuado equilibrio entre las necesidades de los hogares usuarios y el interés de los prestadores del servicio.

La regulación del servicio de energía eléctrica se compone de las etapas de generación, transmisión, distribución y comercialización, las cuales deben operar de manera balanceada y sincronizada entre sí para su adecuado funcionamiento.

La fase con mayor interés del estudio es la distribución, porque su estructura tarifaria es un instrumento regulatorio para fijar y asignar tarifas para el cobro del servicio eléctrico, según la Aresep (2020) las categorías tarifarias que se utilizan en nuestro país corresponden a:

- **Tarifas Residenciales:** se aplica a casas, apartamentos de habitación unifamiliar de alojamiento permanente y áreas comunes de condominios residenciales.
- **Tarifas Comercios, Servicios e Industria:** servicios eléctricos servidos a media o baja tensión clasificados en el sector comercio, servicios e industrial.
- **Tarifas Preferenciales:** tarifas de carácter social para actividades como centros de enseñanza, templos de iglesias, centros de salud rural, entre otros.
- **Tarifas Acceso²:** aplicable sobre el consumo natural del abonado productor de energía eléctrica con tarifa monómica y que posea generación distribuida para autoconsumo.
- **Tarifas Media Tensión (T-MT):** para abonados servidos en media tensión y cualquier uso de la energía, con un consumo mínimo de 120 000 kWh por año calendario.

² La propuesta de metodología tarifaria derivada de la ley 10086 referente a: a) fijación de los cargos de interconexión a las redes de distribución aplicable a los recursos energéticos distribuidos, b) tarifa de acceso a las redes de distribución por parte del generador distribuido, c) compra-venta de excedentes y reconocimiento económico entre empresas distribuidoras, así como por parte de los generadores distribuidos a la empresa distribuidora, d) reconocimiento de los costos, rentabilidad, inversiones y canon en que incurren las empresas distribuidoras para la integración de recursos energéticos distribuidos al sen (Tarifa T-DER) está en proceso de audiencia pública, por lo que al momento de realizar la presente investigación no se encuentra aprobada por la Aresep.

- **Tarifas de Media Tensión baja (T-MTb):** tarifa opcional para clientes servidos en media tensión (1 000 a 34 500 voltios).

Las tarifas anteriores se encuentran desagregadas por bloques de consumo, es decir, rangos en los que se establecen tarifas que se cobran por el consumo de kWh, cada empresa distribuidora tiene una estructura tarifaria conformada por diferentes bloques de consumo, según la prestación del servicio.

Para efectos de la investigación, se enfatiza en las tarifas residenciales, que como se mencionó anteriormente, son las tarifas que se cobran a los hogares por el suministro de energía eléctrica, por tanto, son de interés para el análisis de mecanismos que puedan ayudar a grupos en condición de pobreza que están sujetos a esta tarifa.

El Estado es el ente encargado de la creación de subsidios o de la modificación del objetivo de estos, por tanto, implementa políticas públicas enfatizadas en mejorar la aplicación de estos beneficios, con el propósito de que los entes competentes apliquen mecanismos eficientes que aseguren que el subsidio sea percibido por los hogares que lo requieren.

Para efectos de lo anterior, en el decreto N°40508 del Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE, 2017) el Estado declaró de interés público la aplicación de mecanismos de apoyo a grupos en condición de pobreza por medio de ajustes en los modelos de tarifas eléctricas.

A nivel nacional, la aplicación de los subsidios a los servicios públicos regulados es competencia de la Aresp, al ser la entidad encargada de la regulación y prestación óptima de estos servicios.

El tipo de subsidio que se aplica en el suministro eléctrico residencial es indirecto, debido a que los hogares no perciben una cantidad de dinero para pagar el consumo de electricidad, sino que reciben el subsidio dependiendo del bloque que consuman, pagando una tarifa diferenciada menor al costo promedio de producción.

Este subsidio se basa en el cobro de una tarifa reducida a los hogares usuarios que consumen dentro de un determinado bloque, buscando favorecer a hogares en condición de pobreza y pobreza extrema.

Según Otoyá (2004), el sector eléctrico ha pasado por un proceso de creación de subsidios, con el objetivo de beneficiar a grupos socioeconómicos de bajos ingresos, menciona que se han realizado modificaciones en los pliegos tarifarios, pero sin hacer explícitos estos subsidios.

Asimismo, hay estudios que han evidenciado la necesidad de ajustes en las tarifas para reducir los subsidios no funcionales, Barrantes (2000) propone mecanismos de convergencia tarifaria, de manera que las tarifas se aproximen a los costos de suministro, eliminando la existencia de subsidios injustificados y poco funcionales.

Según Barrantes (2006) desde los años ochenta las decisiones de política sectorial y los esfuerzos realizados por reducir la pobreza han tenido presente la implementación de subsidios en las tarifas del servicio de energía eléctrica. Precisamente a raíz de la crisis económica de dicha década, se implementaron las primeras políticas sociales que pretendían establecer subsidios a las tarifas del sector eléctrico, mediante la creación de

un pliego tarifario muy complejo, que incorporaba subsidios cruzados entre las diferentes tarifas del servicio, sectores de consumo y bloques de demanda.

En la década de los noventa, con la aprobación de la *Ley de la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos N°7593*, se inició un proceso de reestructuración del pliego tarifario, que según Barrantes (2006) consistió en:

(...) la aplicación de un proceso que se ha denominado de “convergencia tarifaria”, mediante el cual los precios de las diferentes tarifas se han ajustado, aproximándolas a sus propios costos de suministro, de tal forma que se eliminen, se disminuyan o se racionalicen, según corresponda, los subsidios existentes. (p.5)

Como parte de esta convergencia tarifaria, el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) pasó de tener 13 tarifas diferentes en 1996 a una estructura de sólo 9 tarifas al consumidor final en 2006, como resultado de una redefinición de la estructura tarifaria del servicio, que buscaba la elaboración de tarifas más acordes con los costos de suministro (Barrantes, 2006).

Este proceso de convergencia tarifaria permitió que algunas tarifas del servicio eléctrico fueran eliminadas y otras simplificadas, generando racionalización de los subsidios y la creación de tarifas más acordes con la realidad del servicio (Barrantes, 2006).

No obstante, estas modificaciones a la estructura tarifaria no evitaron que se siguieran aplicando subsidios, como es el caso del subsidio por nivel de consumo que se implementa en la tarifa residencial del servicio eléctrico, investigaciones como la de Otoyá (2004) demuestran la importancia de mantener este subsidio eléctrico residencial, al evidenciar que, si se elimina este beneficio, los hogares pobres serían los más perjudicados.

De igual forma investigaciones de la DSE (2009) han recomendado que se realicen cambios en la estructura tarifaria, con el propósito de cobrar una tarifa acorde con el consumo de los hogares, pero manteniendo la aplicación de un subsidio para hogares de pobreza y pobreza extrema. Incluso, se ha recomendado la focalización de los beneficios en lugar de subsidios generalizados y la implementación de una tarifa social única subsidiada para los servicios que se brindan a los hogares identificados en condición de pobreza.

Otros sectores como el empresarial también han apoyado la iniciativa de subsidiar el servicio eléctrico residencial, Núñez (2017) explica que los empresarios reconocen la importancia de este beneficio para los hogares en condición de pobreza y pobreza extrema, porque esperan que con el subsidio tengan más recursos disponibles para cubrir sus necesidades básicas, pero destacan la necesidad de crear controles estrictos para evitar filtraciones de otros grupos.

Organismos internacionales, como la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) han colaborado con la ARESEP para analizar la forma de aplicar el subsidio en la tarifa eléctrica residencial, señalando la ineficiencia del subsidio actual porque se asigna por nivel de consumo. La estructura tarifaria vigente establece la tarifa por bloques diferenciados para cada empresa distribuidora, por tanto, la CEPAL sugiere

actualizar el primer bloque del subsidio hasta 100 kWh para tratar de garantizar una mejor asignación del beneficio para aquellos hogares que realmente lo necesitan.

En este contexto, el Plan Nacional de Desarrollo 2015-2018 (PND) titulado *Alberto Cañas Escalante*, estableció como parte de sus objetivos centrales combatir la pobreza y reducir el nivel de desigualdad. Estos objetivos son parte de los propósitos que se asumieron sin dilación y que convirtieron al PND en la base para la elaboración de políticas sectoriales que contribuyan a un adecuado desarrollo del país.

Según el MINAE (2015), el PND establece los lineamientos para la política energética del VII Plan Nacional de Energía 2015-2030 (PNE), el cual tiene como parte de sus principales orientaciones, mejorar los métodos de cálculo de las tarifas, modificar las estructuras tarifarias para consumidores finales del servicio de electricidad y elevar la eficiencia de la gestión de las entidades públicas, evidenciando la importancia que tiene realizar un análisis acerca de la asignación y distribución del subsidio que se aplica por nivel de consumo en la tarifa residencial del sector eléctrico.

En 2015, mediante el Decreto Ejecutivo N°39219-MINAE el PNE fue declarado de interés público y con rango de política pública, convirtiéndose en un mecanismo fundamental para las decisiones que se tomen respecto de la aplicación de los subsidios en el sector de electricidad, en especial los subsidios por nivel de consumo de la tarifa residencial que buscan beneficiar a hogares en condición de pobreza y pobreza extrema.

Según MIDEPLAN (2015), el acceso al servicio de electricidad es de los temas principales que han sido considerados para la elaboración de políticas nacionales que buscan reducir los niveles de pobreza en el país, por lo que se han establecido subsidios en el sector residencial, ya que se pretende proteger a los grupos sociales de menores recursos, aunque se ha evidenciado que los subsidios por nivel de consumo no garantizan que el beneficio llegue exclusivamente a los hogares que lo requieren.

Como parte de su objetivo de proteger el acceso de los grupos sociales de menores ingresos al servicio eléctrico, el PNE establece la importancia de rediseñar la estructura tarifaria para el servicio de electricidad en el sector residencial, de tal forma que se cree un esquema con subsidios para los hogares de menores ingresos, pero que tome en cuenta que los beneficiarios deberán ser identificados mediante una política social selectiva.

En otros países se han realizado propuestas e implementado mecanismos para la aplicación de subsidios focalizados en las tarifas del servicio eléctrico. Según el *Fondo de Inclusión Social Energética* (FISE, 2015), países como Brasil, Colombia, Chile y Perú han tenido la experiencia de implementar un subsidio focalizado en el servicio de energía eléctrica.

Brasil es uno de los países que implementa una tarifa residencial social, para lo cual sus beneficiarios deben cumplir con una serie de requisitos, Colombia ha propiciado la creación de esquemas de subsidios basados en la estratificación socioeconómica de los hogares residenciales, mientras que Chile aplica un subsidio focalizado en el sector eléctrico, tomando en consideración diferentes criterios para determinar el puntaje de vulnerabilidad señalados en el plan *Bajo el Sistema Chile Solidario* el cual establece que

la población objetivo debe estar conformada fundamentalmente por aquellas personas que se encuentren en situación de extrema pobreza (FISE, 2015).

En el caso de Perú, el mecanismo que se utiliza para la aplicación del subsidio canaliza los recursos aportados por los grandes consumidores de electricidad y otros servicios energéticos, para direccionarlos hacia los hogares usuarios del sector que se encuentran en condiciones de pobreza y vulnerabilidad (FISE, 2015). El programa de subsidios al consumo de electricidad de este país es en realidad una tarifa social que tiene como objetivo beneficiar a los consumidores de bajos ingresos.

Estos países que han implementado sistemas de subsidios focalizados en las tarifas del servicio eléctrico muestran los mecanismos que han utilizado para su aplicación, así como los beneficios de optimizar la asignación de subsidios y las mejoras regulatorias que se podrían aplicar.

Costa Rica ha realizado esfuerzos por mejorar la asignación del subsidio energético, como resultado de las propuestas planteadas en el PND y el PNE, en 2017 se creó el Plan Intersectorial para la Aplicación de Mecanismos de Apoyo a Grupos Sociales Vulnerables desde el Sector Eléctrico, que tiene como meta principal contribuir de manera efectiva en las políticas estatales para disminuir los niveles de pobreza en Costa Rica mediante la revisión del esquema de tarifas eléctricas (MINAE e IMAS, 2017).

Este plan intersectorial se oficializó mediante el Decreto Ejecutivo N°40508–MINAE y establece las acciones que se deben ejecutar para beneficiar del pago de la factura eléctrica (mediante un subsidio) a aquellos hogares en condición de pobreza y pobreza extrema, que se encuentran incluidos en el programa vigente de reducción de pobreza desarrollado por el Instituto Mixto de Ayuda Social (IMAS), conocido como la Estrategia Nacional de Puente al Desarrollo.

Mediante el Decreto Ejecutivo N°38954-MTSS-MDHIS-MIDEPLAN del 2015, la Estrategia Nacional Puente al Desarrollo se convirtió en un mecanismo de articulación de los programas y proyectos que buscan garantizar el acceso a los bienes y servicios que ofrecen las instituciones públicas y privadas a nivel nacional, dirigidos a hogares en condición de pobreza.

Todo esto forma parte de una serie de esfuerzos que se han implementado para reducir los índices de pobreza y asegurar que los subsidios del sector eléctrico lleguen a su población objetivo, lo que implica una labor conjunta entre diferentes instituciones públicas en sus respectivos campos de acción.

La Ley N°7593 establece, en su artículo 1, que la ARESEP estará sujeta al plan nacional de desarrollo, a los planes sectoriales correspondientes y a políticas sectoriales que dicte el poder ejecutivo; además, el artículo 31 indica que los criterios de equidad social, sostenibilidad ambiental, conservación de la energía y eficiencia económica definidos en el plan nacional de desarrollo deberán ser elementos centrales para fijar tarifas y precios de los servicios públicos.

Por lo que, en 2017, en un proceso de mejora continua, la ARESEP en el *Plan Estratégico Institucional (PEI) 2017-2022* estableció como objetivo estratégico 1 profundizar un enfoque de regulación centrado en los hogares usuarios que procure la protección de sus derechos y el acceso equitativo a los servicios.

Lo anterior evidencia los esfuerzos que han realizado diversas instituciones nacionales para mejorar el tema de los subsidios y estructura tarifaria del servicio de energía eléctrica, en especial en el sector residencial, ya que el servicio de electricidad es una necesidad básica de la población y es responsabilidad de las autoridades gubernamentales velar porque las decisiones que se tomen en búsqueda del bienestar de la población cumplan el objetivo por el cual se crearon.

1.2. Justificación y planteamiento del problema

En Costa Rica, los encargados de la política regulatoria nacional deben velar porque la estructura tarifaria del servicio cumpla criterios de eficiencia, sostenibilidad y equidad, esta última característica hace referencia a temas que se han establecido en el PND y planes sectoriales, como el PNE 2015-2030 que señala:

El acceso al servicio eléctrico ha sido parte de la política nacional para contribuir a la erradicación de la pobreza, por tal motivo se han mantenido subsidios dentro de la tarifa del sector residencial que pretenden proteger a los grupos sociales de menores recursos. Sin embargo, el mecanismo utilizado ha sido el subsidio al bajo consumo (sobre el primer bloque de consumo tarifario), lo cual no garantiza que el beneficio llegue específicamente a los grupos de interés ya que existen grupos de medio y alto ingreso que se ven beneficiados debido a su bajo consumo. (p. 56)

Lo anterior evidencia la importancia que tiene realizar un estudio que analice la distribución y asignación del subsidio por nivel de consumo, así como analizar cómo implementar un mecanismo de focalización del beneficio, se pretende proponer una alternativa de aplicación que resulte más eficiente, con el objetivo de que el beneficio sea percibido por hogares que realmente lo requieren.

Los subsidios en las tarifas eléctricas se han establecido con base en el consumo de los hogares usuarios, beneficiando a los hogares que consumen en el primer bloque sin diferenciar por nivel de ingreso y condición económica; por este motivo, el análisis que se pretende realizar en la presente investigación plantea que la eficiencia distributiva del subsidio al servicio de energía eléctrica residencial se puede mejorar mediante la implementación de un esquema de focalización, que considere la situación económica del hogar.

En el país, la política pública energética ha formado parte de un proceso participativo de diversos sectores e instituciones nacionales, que han evidenciado el papel primordial que tiene el acceso al servicio eléctrico en la lucha por reducir la pobreza, por eso se ha planteado la importancia de implementar un mecanismo de focalización del subsidio incorporado en la tarifa residencial del sector eléctrico con el fin de asegurar que el beneficio sea percibido por los hogares que realmente lo necesitan (MINAE e IMAS, 2017).

Según la CEPAL (2009), mantener un acceso eficiente y efectivo de los hogares al servicio eléctrico, contribuye a los objetivos de desarrollo. El papel prioritario de la energía eléctrica en los hogares se basa en promover el acceso a una calidad de vida digna y asegurar los derechos de sus ciudadanos, permitiendo el alcance a servicios

energéticos para cubrir necesidades básicas, lo que convierte al servicio eléctrico en un factor clave en la lucha contra la pobreza.

El acceso al servicio de energía eléctrica tiene un papel primordial en el entorno económico nacional y en los esfuerzos que se realizan para reducir el nivel de pobreza, por eso es importante que se realicen estudios más completos y rigurosos que analicen temáticas de interés colectivo.

Por tal motivo, se pretende realizar un análisis de la eficiencia distributiva del subsidio por nivel de consumo aplicado en la tarifa residencial del servicio de energía eléctrica en Costa Rica, durante el período 2019-2022 para proponer un mecanismo que permita focalizar el subsidio.

1.2.1 Delimitación espacio temporal

El desarrollo de la investigación se delimita geográficamente para todo el territorio nacional de la República de Costa Rica mientras que los datos para análisis corresponden al período del 2019 y 2022.

1.2.2 Relevancia de la investigación

La importancia de realizar un estudio que analice la eficiencia distributiva del subsidio por nivel de consumo en la tarifa residencial del servicio de energía eléctrica se fundamenta en el valor que tiene este servicio para la sociedad y en la relevancia de contar con mecanismos adecuados de focalización de este beneficio, ya que el servicio de energía eléctrica es una necesidad básica y su suministro representa un elemento clave para reducir la pobreza, promover la salud, educación y bienestar de la población.

En la investigación se pretende demostrar la importancia de mantener la eficiencia distributiva del beneficio para los hogares usuarios del servicio eléctrico residencial, enfatizado en los hogares en condición de pobreza. Los datos de la ENAHO 2022, registraron que el 23,1 % de los hogares costarricenses se encuentran en pobreza medida por la línea de pobreza, mientras que, según el Índice de Pobreza Multidimensional, la pobreza se ubica en 17,4 %, respecto al coeficiente de Gini es de 0,503, lo anterior evidencia que hay un desafío para reducir la pobreza y desigualdad en el país.

La transformación del subsidio vigente a uno focalizado es un mecanismo que puede ayudar a mejorar la asignación, alcance y cobertura del subsidio en beneficio de estos hogares, contribuyendo a tener una tarifa reducida para cubrir esta necesidad básica.

1.2.3 Pertinencia de la investigación

Diferentes estudios fundamentan que la forma en que se aplica el subsidio vigente, por nivel de consumo, no es eficiente porque permite que hogares que no requieren del beneficio paguen una tarifa inferior por su nivel de consumo. La DSE (2009) afirma:

En tales bloques de 0 a 50 y de 50 a 100 kWh/mes, podrían estar ubicados abonados que disponen además de su vivienda principal, una en la playa, y que hay trabajadores que pueden tener un apartamento que sólo usan para pasar parte de la tarde y la noche, quizá realizando las comidas fuera, lo mismo que el lavado de ropa, y por consiguiente sus consumos medios de electricidad mensual podrían ser bajos, por lo tanto un subsidio

generalizado a todos los abonados de menores consumos sería contraproducente. (p. 47)

Es necesario realizar un cambio en el mecanismo vigente de asignación del subsidio; no obstante, la falta de información para determinar y localizar los hogares en condición de pobreza ha contribuido a que el sistema tarifario no aplique de forma adecuada el beneficio, la estructura tarifaria actual no cuenta con los datos necesarios para aplicar un subsidio focalizado por lo que se aplica de forma universal, beneficiando a toda la población que consume en un rango determinado subsidiado (MINAE e IMAS, 2017).

Se pretende analizar otros factores, no sólo el nivel de consumo de energía, para determinar si un hogar requiere el otorgamiento del subsidio, ya que la clasificación debe realizarse tomando en cuenta elementos adicionales que focalicen sus necesidades.

La pertinencia de esta investigación reside en proponer un método para identificar los hogares en condición de pobreza y pobreza extrema para que se pueda focalizar el subsidio de la tarifa eléctrica residencial y así brindar un mecanismo de asignación eficiente y equitativa en la política de precios de la energía.

1.2.4 Relación con el desarrollo

En la Asamblea General del 2015, la Organización de las Naciones Unidas aprobó la resolución “Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible”, según la ONU (2019) “la Agenda 2030 es un plan de acción cuyo fin último es erradicar la pobreza y la desigualdad, proteger al planeta contra la degradación y los efectos del cambio climático, y garantizar los derechos humanos para todas las personas”.

Esta agenda incluye 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en tres dimensiones: económica, social y ambiental. El análisis de la presente investigación se relaciona con los objetivos 1 y 7.

De acuerdo con la ONU (2019) el objetivo 1 propone poner fin a la pobreza en todas sus formas a nivel mundial y enfatiza en que la pobreza no es solo la falta de ingresos y recursos para garantizar medios de vida sostenible, sino que incluye el hambre, el acceso limitado a la educación y servicios básicos.

Asimismo, la entidad señala en el objetivo 7 que se debe garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos, este objetivo enfatiza en que la energía es primordial para casi todos los grandes desafíos y oportunidades que se presentan mundialmente y que el acceso a la energía es esencial para todos.

Estos objetivos se asocian con la investigación ya que la aplicación de un subsidio generalmente busca satisfacer objetivos de carácter social, económico o ambos, como el subsidio de la tarifa residencial eléctrica que busca beneficiar a hogares en condición de pobreza y pobreza extrema, no obstante, este propósito no siempre se cumple porque los beneficios no llegan a los grupos que lo requieren (Mastronardi y Mayer, 2015)

Esta problemática, evidencia la necesidad de contar con estudios que analicen la eficiencia de los mecanismos que se utilizan para asignar los subsidios, en especial el subsidio al consumo de energía eléctrica residencial, con el fin de asegurar que el beneficio alcance a hogares pobres sin que exista una asignación inadecuada que beneficie a grupos que no lo necesiten. Además, la modificación del método de aplicación

del subsidio por nivel de consumo a un subsidio focalizado puede contribuir a alcanzar los ODS 1 y 7.

1.2.5 Pregunta de investigación y sub-preguntas de investigación

Se plantean la siguiente interrogante como problema de investigación:

¿Cómo mejorar la eficiencia distributiva del subsidio aplicado en la tarifa residencial del servicio de energía eléctrica en Costa Rica?

De igual forma, la presente investigación pretende responder las siguientes sub-preguntas:

1. ¿Cómo es la estructura de mercado y la regulación económica del servicio eléctrico residencial en el país?
2. ¿Cuál es el impacto del subsidio eléctrico residencial en los hogares en condición de pobreza y pobreza extrema?
3. ¿Hay eficiencia distributiva en el método actual de aplicación del subsidio eléctrico residencial?
4. ¿Qué mecanismo se puede implementar para la focalización del subsidio eléctrico residencial?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Analizar la eficiencia distributiva del subsidio por nivel de consumo aplicado en la tarifa residencial del servicio público de energía eléctrica en Costa Rica, durante el período 2019-2022.

1.3.2 Objetivos específicos

1. Caracterizar la estructura de mercado y la regulación económica del servicio público de energía eléctrica residencial en Costa Rica, en el período 2019-2022.
2. Estimar el impacto del subsidio eléctrico residencial en los hogares en condición de pobreza y pobreza extrema.
3. Determinar la eficiencia distributiva del subsidio por nivel de consumo de las tarifas del suministro del servicio eléctrico residencial.
4. Proponer un mecanismo de focalización del subsidio en la tarifa residencial del servicio de energía eléctrica para hogares costarricenses en condición de pobreza y pobreza extrema.

Capítulo 2: Marco Teórico

En este capítulo inicialmente se explica la teoría microeconómica haciendo énfasis en los tipos y fallas de mercado, seguido de la teoría del bienestar específicamente en el enfoque de la distribución y finalmente la regulación económica y sus mecanismos regulatorios, estas teorías son necesarias para el desarrollo de la investigación.

La teoría microeconómica brinda los aportes que sustentan el presente marco teórico, sin embargo, para complementar y robustecer los aspectos teóricos se recurre a las teorías de la regulación y del bienestar.

En la microeconomía se estudia la conducta de unidades económicas individuales, como el comportamiento del consumidor, los tipos de mercados, fallos de mercado y el término de elasticidad.

El comportamiento del consumidor se sustenta en la teoría de la conducta de los consumidores, Pindyck y Rubinfeld (2009) explican que es una “descripción de cómo asignan los consumidores su renta a los diferentes bienes y servicios para maximizar su bienestar” (p.76).

Los consumidores basan la asignación de su ingreso según sus preferencias, restricciones presupuestarias y elecciones que maximicen su satisfacción, para esto es necesario conocer la curva de demanda y oferta de un bien o servicio. Pindyck y Rubinfeld (2009) definen la curva de demanda (oferta) como una relación entre la cantidad que los consumidores (productores) están dispuestos a comprar (vender) de un bien y su precio.

Como parte del comportamiento de un consumidor es importante analizar el tipo de bien o servicio a consumir, en el caso de la energía eléctrica, este se considera un servicio esencial, como lo explica la Organización Internacional de Trabajo (OIT, s.f) “utilities (water, electricity and gas) are essential services that play a vital role in economic and social development” [Los servicios públicos (agua, electricidad y gas) son servicios esenciales que desempeñan un papel vital en el desarrollo económico y social] (párr.1).

Si un servicio se considera esencial esto significa que, cuando su precio aumente, los individuos disminuyen su demanda, pero no lo pueden eliminar o sustituir completamente porque es un servicio que cubre una necesidad básica; el comportamiento del consumidor también depende en gran medida del ingreso de los hogares, pero también de aspectos propios de los diferentes sectores, por ejemplo, en el caso del sector eléctrico depende del precio de los servicios de energía.

En el caso de la energía eléctrica, es común que exista un solo oferente y muchos demandantes, como lo explica Steiner (2002):

La imposibilidad de almacenar la electricidad reduce el tamaño del mercado en su dimensión temporal; el tamaño del mercado está determinado por la demanda instantánea de electricidad y no por la demanda en periodos largos. En consecuencia, es más factible que una sola empresa pueda abastecer a los consumidores en un mercado dado a una escala eficiente. (p.5)

Otoya (2004) menciona que “la demanda eléctrica es más difícil de especificar que la de otros bienes, dado que la tarifa marginal depende del nivel de consumo” (p.23). Un factor importante para analizar es el tipo de mercado al que pertenece la energía eléctrica, que permite conocer cómo se comporta el consumidor, la demanda y la oferta.

En la teoría microeconómica se explican los tipos de mercado que pueden generarse, como es el caso del mercado perfectamente competitivo, el monopolio y el oligopolio, el primer tipo es un mercado con muchos compradores y vendedores, por lo que no se puede influir significativamente en el precio (Pindyck & Rubinfeld, 2009).

El monopolio se refiere a la estructura de industria en la que sólo hay una empresa (Varian, 2006). Por lo tanto, puede influir en el precio y elegir el nivel de precios y de producción que maximice sus beneficios, pero la elección del precio está condicionada a la demanda de los consumidores, el precio se determina según lo que el mercado pueda absorber y la cantidad son los consumidores los que deciden cuánto consumir.

Un oligopolio sucede cuando existen algunos competidores, pero no tantos como para poder afirmar que cada uno de ellos tiene un efecto despreciable sobre el precio (Varian, 2006). En el caso de algunos mercados oligopolísticos, algunas o todas las empresas obtienen considerables beneficios a largo plazo porque las barreras a la entrada dificultan o impiden la competencia (Pindyck y Rubinfeld, 2009).

Como se explica en Pindyck y Rubinfeld (2009), si las economías de escala hacen que el monopolio sea deseable, como es el caso de las compañías locales de energía eléctrica, los gobiernos pueden aumentar la eficiencia regulando el precio del monopolista.

Varian (2006) explica que cuando una empresa tiene unos costes fijos grandes y unos costes marginales pequeños, se puede establecer un monopolio natural, mientras que Pindyck y Rubinfeld (2009) mencionan que en el caso que más se regulan los precios es en el de los monopolios naturales, como las compañías locales de servicios públicos.

Como lo explica Steiner (2002) el suministro de electricidad tiene características de monopolio natural, esto se debe a las economías de escala, como lo mencionan Pindyck y Rubinfeld (2009) pueden ser tan grandes que sea más eficiente que una sola empresa abastezca a todo el mercado, propiciando un monopolio natural, en el cual una empresa puede generar toda la producción del mercado con menos costes que si hubiese varias empresas.

Sin embargo, Steiner (2002) explica que algunos de los segmentos de energía eléctrica no tienen las características de monopolio natural, estos segmentos se pueden dividir en generación, transmisión, distribución y suministro; la generación es la producción de electricidad y consiste en transformar en electricidad otras formas de energía, la transmisión es el transporte de electricidad de alto voltaje, la distribución es el transporte de electricidad de bajo voltaje y el suministro de electricidad es la venta de electricidad a los usuarios finales.

La Academia de Centroamérica (2015) señala que como “los flujos de corriente eléctrica viajan a la velocidad de la luz, la generación, transmisión, distribución y el consumo de la energía eléctrica son procesos simultáneos. Por esta razón, la industria eléctrica presenta típicamente una estructura de integración vertical” (pp.3-4).

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, 1993) en *Glossary of Industrial Organisation Economics and Competition Law* define la integración vertical como “the ownership or control by a firm of different stages of the production process” [la propiedad o control, por parte de una empresa, de las diferentes fases del proceso productivo] (p.84).

La energía eléctrica tiene segmentos en los que opera el monopolio natural, pero también puede operar en competencia. Como lo explica Zipitría (2016) en la provisión de los servicios públicos se observan sectores de monopolio natural que conviven con segmentos potencialmente competitivos, tal es el caso del servicio de energía eléctrica que presenta comúnmente un monopolio natural en su segmento de transmisión mientras que la generación y la distribución son segmentos donde puede operar la competencia.

La oferta de la energía eléctrica es más sencilla de comprender, al existir uno o varios oferentes, mientras que la demanda es más difícil, para esto es necesario comprender un aspecto relevante de la teoría microeconómica que es la elasticidad de la demanda.

La elasticidad indica la variación porcentual que experimentará una variable en respuesta a un cambio de otra de un 1 por ciento. Por ejemplo, la elasticidad-precio de la demanda mide la sensibilidad de la cantidad demandada a las variaciones del precio. (Pindyck y Rubinfeld, 2009).

La elasticidad precio de la demanda es la variación porcentual que experimenta la cantidad demandada de un bien cuando su precio sube un 1 por ciento (Pindyck y Rubinfeld, 2009). Representada por:

$$E_p = \frac{(\% \Delta Q)}{(\% \Delta P)}$$

Donde:

E_p = elasticidad precio de la demanda

$\% \Delta Q$ = variación porcentual de la cantidad (Q)

$\% \Delta P$ = variación porcentual del precio (P)

Pindyck y Rubinfeld (2009) explican que la demanda de un bien depende de que existan bienes sustitutos, conforme mayor sea la cantidad de este tipo de bienes más elástica es la demanda del bien o servicio.

Si un bien tiene una elasticidad mayor que 1 en valor absoluto, entonces tiene una demanda elástica, si tiene una elasticidad menor que 1 en valor absoluto, tiene una demanda inelástica y si tiene una elasticidad igual a 1 en valor absoluto, tiene una demanda de elasticidad unitaria (Varian, 2006).

Como lo explica Otoyá (2004):

En el sector eléctrico residencial la elasticidad precio de la demanda tiende a ser muy inelástica, y las variaciones de la demanda vía cambios en precios tiende a desaparecer en un período relativamente corto de tiempo, de no ser posible que se acompañen de otro tipo de políticas. Así mismo,

los efectos de cambios en el precio se perciben del lado de la demanda de manera rezagada, es decir, el cambio en la cantidad demanda[sic] no ocurre de manera inmediata ante cambios en los precios. (p.23)

Debido a que el mercado de la energía eléctrica no es competitivo en todos sus segmentos y presenta fallos, se justifica la intervención del Estado. Como lo explica Zipitría (2016) no existen motivos para intervenir en mercados perfectamente competitivos ya que estos consiguen una asignación eficiente de los recursos; no obstante, en algunos casos se producen fallas de mercado y se justifica la intervención por parte del Estado.

Los monopolios naturales no son eficientes por sí solos, por lo tanto, no pueden asignar eficientemente los recursos, este proceso se analiza dentro de la economía del bienestar.

Una de las cuestiones de la economía del bienestar es cómo gestionar, qué producir, cómo debe producirse, para quién, y quién debe tomar estas decisiones, para esto se define el criterio de eficiencia en el sentido de Pareto. Las asignaciones de recursos que tienen la propiedad de que no es posible mejorar el bienestar de ninguna persona sin empeorar el de alguna otra, se dice que son eficientes en el sentido de Pareto u óptimas en el sentido de Pareto (Stiglitz, 2000).

Stiglitz (2000) explica que la eficiencia en el sentido de Pareto es individualista porque se ocupa del bienestar de cada persona, no del bienestar relativo de las diferentes personas, no le preocupa explícitamente la desigualdad, lo que cuenta es la percepción que tiene cada persona de su bienestar.

Dentro de la economía del bienestar hay teoremas fundamentales, el primero argumenta que si la economía es competitiva es eficiente en el sentido de Pareto, el segundo se enfoca en la distribución, ya que hay muchas distribuciones eficientes, implica que todas y cada una de las asignaciones eficientes en el sentido de Pareto pueden alcanzarse por medio de un mecanismo de mercado descentralizado.

Como lo explica Herrera (2013) el segundo teorema de la economía del bienestar es importante debido a su implicación en temas de eficiencia y justicia distributiva o equidad. La intervención del Estado puede aumentar la eficiencia de los mercados utilizando como instrumentos los impuestos, subvenciones, transferencias, la legislación básica, la regulación y la provisión de bienes y servicios públicos.

Asimismo, Herrera (2013) explica que también la equidad distributiva es una justificación de la intervención del Estado. A esto se relaciona la eficiencia distributiva, que es una medida de la eficacia para conocer si los bienes y servicios son distribuidos a aquellos que los necesitan.

El fallo del mercado más importante que ha llevado a la producción pública de bienes privados es la inexistencia de competencia en los mercados, justificando la razón por la que el Estado produce servicios de correos, telecomunicaciones, agua, puertos, electricidad, etc. (Stiglitz, 2000).

Pindyck y Rubinfeld (2009) definen estas fallas de mercado como una situación en la que un mercado competitivo no regulado es ineficiente porque los precios no transmiten las señales correctas a los consumidores y los productores. Lo que provoca que no se pueda asignar eficientemente los recursos.

Las fallas de mercado pueden ser por externalidades, bienes públicos, poder de mercado y asimetrías de información. Pindyck y Rubinfeld (2009) explican que la externalidad es una acción de un productor o de un consumidor que afecta a otros productores o consumidores, pero no se tiene en cuenta en el precio de mercado.

Mientras que un bien público es uno que no es excluyente ni rival, es decir, el coste marginal de provisión a un consumidor adicional es cero y no es posible impedir a nadie consumirlo (ídem). Varian (2006) explica que “los bienes públicos constituyen un ejemplo de un determinado tipo de externalidad en el consumo: todo el mundo debe consumir la misma cantidad” (p.702).

Las últimas fallas de mercado corresponden al poder de mercado y asimetrías de información, Pindyck y Rubinfeld (2009) los definen, respectivamente, como la “capacidad de un vendedor o de un comprador de influir en el precio de un bien” (p.396) y “la situación en la que un comprador y un vendedor tienen información diferente sobre una transacción” (p.714).

Estas fallas de mercado son las que justifican la intervención del Estado para suministrar servicios como la electricidad, lo que implica la necesidad de regular el servicio. Dentro de la teoría de la regulación se brindan las justificaciones y formas en que se pueden regular diferentes servicios, lo importante es conocer ¿qué se entiende por regulación, sus mecanismos y por qué es necesaria?

Según Zipitría (2016) la regulación se traduce en las limitaciones impuestas a los agentes respecto de las decisiones que pueden tomar, utilizando instrumentos legales y estableciendo sanciones. Los gobiernos tienen el monopolio del poder de coerción, de hacer cumplir las normas que ellos mismos dictan.

También, Samuelson y Nordhaus (1990) explican que la regulación es un conjunto de reglas gubernamentales e incentivos de mercado que tienen como objetivo controlar el precio, las ventas o las decisiones de producción de las empresas.

Cuando se regula un mercado, su resultado en términos de asignar y producir eficiencia está co-determinado por las fuerzas del mercado y el proceso administrativo (Zipitría, 2016). Se acostumbra a distinguir entre dos tipos de regulación, la regulación económica y la social. “La regulación económica comprende el control de precios, de condiciones de entrada y salida y de estándares de servicios. Esta regulación tiene mayor importancia en las industrias que constituyen monopolios naturales.” (Samuelson y Nordhaus, 1990, p. 332).

Para el caso de actividades que presentan características de un monopolio natural, como es el servicio de electricidad, se utilizan dos instrumentos: la regulación de la tasa de retorno y la fijación de un precio techo.

Estos conceptos son definidos por Zipitría (2016) quien indica que la regulación de la tasa de retorno consiste en fijar un precio que asegure a la empresa un retorno justo por las inversiones realizadas mientras que la fijación de un precio techo establece un máximo al incremento de precios promedio que puede fijar la empresa a lo largo de un período.

Según Zipitría (2016) las regulaciones económicas se pueden dividir entre las regulaciones de estructura que incluyen normas que alteran la estructura del mercado como afectar la libre entrada y salida de empresas o agentes y las regulaciones de conducta o comportamiento que afectan variables como el precio, la calidad de los productos, entre otros.

Otoya (2004) explica que:

Los gobiernos tienen a disposición dos mecanismos básicos de intervención, uno es los precios, imponiendo impuestos en actividades económicas o en productos con el objeto de influenciar en el comportamiento de los agentes económicos y el otro es mediante el control directo del comportamiento de los agentes económicos, donde la regulación forma parte de este último grupo. (p. 21)

De acuerdo con Samuelson y Nordhaus (1990), la regulación se basa en tres principales justificaciones de interés público, la primera es regular la conducta de las empresas para evitar abusos de poder de mercado mediante monopolios u oligopolios, la segunda es subsanar las fallas de información y, la tercera, es corregir externalidades como la contaminación que es materia de regulación social.

Las principales justificaciones de la regulación económica provienen de la teoría del interés público que se basa en que hay situaciones en las cuales los mercados no conducen al máximo bienestar social, cuando se producen fallas de mercado, la regulación persigue ese bienestar general cuando se presentan estas fallas para corregirlas (Zipitría, 2016).

Otras de las justificaciones se derivan de la teoría de la captura regulatoria, en la cual la regulación es un instrumento utilizado por los grupos de poder para redistribuir renta a su favor y la última justificación son los impuestos a la regulación, que vincula la interrelación entre el Estado y el sector privado, en particular la forma que tiene el Estado de controlar la convivencia social (ídem).

Según Lasheras (1999) la decisión de regular ciertas actividades económicas involucra la aplicación de mecanismos de regulación que consisten en poner restricciones a la evolución de los precios, ingresos o beneficios de las empresas reguladas. Estos mecanismos de regulación “buscan como objetivos combinar los incentivos a la eficiencia en la gestión de las empresas con la cobertura de los costes en los que han incurrido las empresas siempre que sean necesarios para la prestación del servicio” (Lasheras, 1999, p.80).

La regulación interviene también para propiciar la eficiencia en el mercado, debido a que el servicio de energía eléctrica es esencial, se utilizan mecanismos para propiciar que las personas puedan acceder a ellos, como lo son los subsidios.

La Organización Latinoamericana de Energía (Olade, 2007) explica que “un subsidio es el gasto o la exoneración que realiza un gobierno en dinero o en especie en beneficio de empresarios o consumidores, sin que paralelamente el gobierno reciba una compensación equivalente” (p.9).

Mientras que la ARESEP dentro de su *Diccionario de Términos Regulatorios utilizados en Costa Rica* los define como una transferencia que hace el Estado a ciertos agentes

económicos o a ciertas actividades productivas y que el objetivo de otorgar un subsidio puede ser alguna meta social, fomento para el desarrollo de ciertas actividades industriales o para corregir distorsiones en el mercado; además, pueden ser directos (beneficio identificado) o indirectos.

Los subsidios otorgados a los diferentes bienes y servicios se definen de acuerdo con sus características y su estructura de mercado. El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP, 2002) explica que, en el caso de la energía eléctrica, un subsidio es cualquier acción del gobierno que reduce el costo de producción de energía, aumenta el precio recibido por los productores de energía o disminuye el precio pagado por los consumidores.

Es importante comprender la naturaleza de creación del subsidio, el Banco Mundial (BM) en su documento *Agua, electricidad y pobreza. Quién se beneficia de los subsidios a los servicios públicos* publicado en 2006, explica que son generalizados los subsidios a los servicios públicos creados para mejorar el bienestar social de los pobres, facilitándoles el acceso a este tipo de servicios y su uso, redistribuyendo los recursos con el fin de aumentar su poder adquisitivo.

Los subsidios a servicios públicos como el de energía eléctrica, contribuyen a mejorar la eficiencia distributiva. Como parte de las medidas que se implementan para observar mejoras en la distribución del ingreso se señala el coeficiente de Gini y la curva de Lorenz.

El coeficiente de Gini es una medida de la desigualdad, comúnmente utilizada para analizar la distribución del ingreso, este coeficiente varía entre 0 y 1, mientras más cerca de 1 se ubique, significa que hay mayor desigualdad. Como lo explica la CEPAL (2001) esta medida es una referencia que se utiliza comúnmente en los debates sobre el bienestar y la equidad, se basa en la suma de las diferencias $(P_i - Y_i)$ para estandarizar su recorrido al intervalo $[0,1]$ la expresión se divide entre $\sum_{i=1}^{n-1} P_i$, siendo su fórmula para datos no agrupados:

$$\frac{\sum_{i=1}^{n-1}(P_i - Y_i)}{\sum_{i=1}^{n-1} P_i}$$

Donde:

P_i = Población total

Y_i = Ingreso total

Por su parte, la curva de Lorenz corresponde a la forma más habitual de representar la desigualdad. La CEPAL (2001) indica que la “curva de Lorenz representa el porcentaje acumulado de ingreso ($\%Y_i$) recibido por un determinado grupo de población ($\%P_i$) ordenado en forma ascendente de acuerdo con la cuantía de su ingreso ($y_1 \leq y_2 \leq \dots, \leq y_n$) (p. 14).

Al establecer un subsidio es necesario que los mecanismos sean revisados con el objeto de que los beneficios lleguen a los grupos de interés. En el caso de un subsidio en la

energía eléctrica, es necesario revisar constantemente que se cumplan los objetivos de su establecimiento, por lo general, estos tipos de subsidio buscan garantizar el acceso al servicio eléctrico para contribuir a la erradicación de la pobreza y pretenden proteger a los grupos sociales vulnerables. (MINAE, 2015).

Adicionalmente, el MINAE e IMAS (2017) explican el papel primordial que tiene el acceso al servicio eléctrico en la lucha contra la pobreza y la necesidad de focalizar de una mejor forma los subsidios para el sector residencial, de manera que se asegure que el beneficio sea para aquellas poblaciones que realmente lo necesiten y así cumplir con el objetivo por el cual fueron creados.

Es necesario comprender que dentro del servicio de energía eléctrica se pueden implementar diferentes tipos de subsidios, ya sea por nivel de consumo o focalizados, lo importante es asegurar que estos cumplan con la necesidad por la cual fueron creados que comúnmente corresponde a contribuir a que la población pueda acceder a este servicio esencial.

La Olade (2017) explica que los subsidios por nivel de consumo están dirigidos a toda la población en general, el beneficio está en el consumo del bien, puesto que se paga un precio mucho menor del real y está al alcance de toda la población.

Respecto de los subsidios focalizados indica que “existen subsidios que están dirigidos a determinados estratos de la sociedad y son de determinada cobertura” (p. 7). Por eso es necesario establecer un subsidio focalizado dentro de la estructura tarifaria de la energía. El beneficio se debe asignar tomando en cuenta elementos como la focalización individualizada, la cantidad de energía consumida y la situación socioeconómica que lo ubique por debajo de la línea de pobreza (MINAE e IMAS, 2017).

El BM (2006) señala que:

Los subsidios a los servicios públicos representan un mecanismo eficaz para ampliar la cobertura y garantizar que los pobres pueden utilizar los servicios públicos, se le une otra perspectiva que plantea que los subsidios a los servicios públicos constituyen un componente importante de una agenda más amplia de políticas sociales: la redistribución de los recursos hacia los pobres. (p.6)

El BM (2006) explica que “el aumento de la productividad y del nivel de vida está asociado a mejores servicios de suministro de agua, saneamiento y electricidad” (p.2). Asimismo, señala que la electricidad tiene un aporte en la reducción de la pobreza y el mejoramiento del nivel de vida, por ejemplo, indica que permite conservar adecuadamente los medicamentos y alimentos que se guardan en el hogar, también que hay una relación estrecha con una mayor alfabetización.

Los subsidios focalizados llevan a la utilización de una tarifa social que corresponde a “una tarifa reducida cuyo fin es disminuir el gasto energético a las familias de menores ingresos y en consecuencia facilitar el acceso a las energías modernas para estos sectores” (Olade, 2013, p.14).

Marchionni, Sosa y Alejo (2008) en referencia al mecanismo de focalización, explican que es un diseño administrativo en el que se determinan cuáles hogares son elegibles como beneficiarios de cierto programa, como lo son las tarifas sociales.

Dentro de los subsidios que se pueden implementar dentro del servicio de energía eléctrica, se destacan los directos y cruzados, la Olade (2007) explica que “existen subsidios directos y subsidios cruzados destinados a reducir las tarifas eléctricas en diferentes segmentos de la sociedad, así como incrementar la cobertura de electrificación rural” (p.13).

El subsidio puede ser directo, quedando a cargo del Estado o las empresas prestadoras cubrir la diferencia entre el precio y el costo de un bien energético o cruzado, cuando una reducción en ciertas tarifas o precios menores al costo son compensadas por otras tarifas o precios superiores al costo (Olade, 2013).

Los subsidios y tarifas sociales son una herramienta poderosa para la inclusión social, que actualmente contribuyen a mejorar el poder adquisitivo de los hogares que se encuentran en la indigencia y en la pobreza en la mayoría de los países. Pero como toda medida, los subsidios y tarifas sociales deben combinar eficiencia y control, a fin de reducir los errores de inclusión y exclusión que se han analizado (ídem, 2013).

El BM (2006) explica que la focalización explícita “constituye un intento consciente de reducir el costo del servicio o el costo de la conexión para consumidores con una característica especial (por ejemplo, hogares pobres, hogares en asentamientos informales u hogares con poco uso de electricidad)” (p.11).

Asimismo, el BM (2006) explica que hay varias formas de focalización explícita, siendo uno de los enfoques la selección administrativa, basada en que “el gobierno o la empresa de servicios públicos decide quién será el usuario que recibirá el subsidio” (p.15), indica que hay tres formas de focalización:

1. Categórica: Grupo que merezca el subsidio en particular, como los pensionados.
2. Geográfica: Consumidores residenciales que viven en una región o vecindario determinado.
3. A través de la comprobación previa de medios de vida: Hogares que se ha establecido que son pobres.

Marchionni et al., (2008) explican que “la implementación práctica de un mecanismo de focalización está sujeta a dos tipos de errores de clasificación: identificar como beneficiario a un hogar no pobre o identificar como no beneficiario a un hogar pobre” (p.4).

Para cuantificar la magnitud de los errores de clasificación, Marchionni et al., (2008) definieron dos medidas, el error de inclusión (porcentaje de no pobres en el total de beneficiarios) y el error de exclusión (porcentaje de pobres que no son beneficiarios), el primer error mide “filtraciones” de beneficios hacia hogares que no forman parte de la población objetivo, mientras que el segundo, es una medida de desempeño del mecanismo en términos de su eficacia para alcanzar a los hogares de la población objetivo.

Por lo tanto, para el desarrollo de la investigación, se utilizan elementos de la teoría microeconómica, bienestar y de regulación económica, asimismo, se hace énfasis en el método de focalización de comprobación previa de medios de vida.

Capítulo 3: Metodología de la investigación

3.1 Enfoque de la investigación

Se define que el enfoque que adopta la investigación es mixto, como lo explican Hernández et al., (2014) “la investigación mixta es un enfoque relativamente nuevo que implica combinar los métodos cuantitativo y cualitativo en un mismo estudio” (p.30). Hernández y Mendoza (citados en Hernández, Fernández y Baptista, 2014) explican que:

Los métodos mixtos representan un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implican la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos, así como su integración y discusión conjunta, para realizar inferencias producto de toda la información recabada (metainferencias) y lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio. (p. 534)

Existen diferentes métodos mixtos, para el caso de la investigación según lo señalado por Hernández et al., (2014) analizando por la prioridad o peso de los métodos, se determinó que el estudio adopta un enfoque cuantitativo mixto (CUAN-Cual) con preponderancia cuantitativa, esto porque el enfoque cuantitativo es el más relacionado con la investigación, pero se recurren a factores cualitativos con el propósito de caracterizar una serie de aspectos necesarios para poder explicar y lograr los objetivos.

Asimismo, Hernández y Mendoza (2018) explican que los métodos mixtos pueden implementarse de acuerdo con diversas secuencias, en ocasiones lo cuantitativo precede a lo cualitativo o viceversa, pueden desarrollarse de manera simultánea o en paralelo, desde el inicio o conforme se desarrolla el proceso de investigación.

Hernández et al., (2014) señalan una serie de métodos y diseños, para este estudio la secuencia para ejecutar el método se define de manera concurrente (simultánea) y se adopta un diseño anidado o incrustado concurrente de modelo dominante (DIAC), en el que se recolectan simultáneamente datos cuantitativos y cualitativos, pero con un método predominante cuantitativo, esto porque se analizará la incidencia distributiva del subsidio en la tarifa residencial del servicio de energía eléctrica en los hogares en condición de pobreza y pobreza extrema.

3.2 Tipo de investigación

El estudio por realizar posee un alcance descriptivo y explicativo. Según Hernández, Fernández y Baptista (2014) en un estudio descriptivo se especifican las características del proceso o fenómeno que se somete a análisis, mientras que un estudio explicativo se enfoca en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta, o por qué se relacionan dos o más variables.

En la investigación se realizará una descripción de la estructura de mercado y la regulación del servicio público de energía eléctrica, se determinará la eficiencia del subsidio por nivel de consumo y se realizará una propuesta de mecanismo de focalización del subsidio.

3.3 Universo de la investigación

Según Hernández et al., (2014) el universo de la investigación es el conjunto de los casos que concuerda con determinadas especificaciones. Por tanto, en los siguientes subapartados se especifican los sujetos, fuentes de información y población que componen el presente estudio.

3.3.1 Sujetos y fuentes de información

Para el análisis de la eficiencia del subsidio por nivel de consumo se utiliza la información generada por el Instituto Nacional de Estadística y Censos a través de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH) realizada en el período 2018-2019, que recopila información de datos económicos de los hogares para conocer las diversas fuentes de ingresos y su utilización en la adquisición de bienes y servicios.

La encuesta se realiza por muestreo, siendo su unidad de análisis el hogar particular permanente en el país, su universo de estudio es el conjunto de todas las viviendas individuales y sus ocupantes, así como los residentes permanentes en esas viviendas dentro del territorio nacional en el período de recolección de la información y su cobertura es a nivel nacional.

Para fines del estudio se considera la totalidad de hogares que se genera a partir de la información de la ENIGH, esto para poder determinar si el subsidio por nivel de consumo es percibido por hogares que no lo deberían recibir, también para medir el impacto de la aplicación de un subsidio focalizado en la tarifa residencial del servicio eléctrico en los hogares en condición de pobreza y pobreza extrema.

Para realizar el presente análisis se aplican mecanismos de estadística inferencial y modelos multivariantes, para esto se utiliza la fuente primaria que, según Hernández et al., (2014) proporciona datos de primera mano. Como fuente primaria se utilizarán los datos de la ENIGH y las estadísticas que genera la ARESEP, así como la información del modelo de fijación tarifaria ordinaria basado en la metodología tarifaria ordinaria para el servicio de distribución de energía eléctrica brindado por operadores públicos y cooperativas de electrificación rural del 2015 (vigente).

Asimismo, se realizarán reuniones con expertos en el campo de la regulación del sector eléctrico, para conocer su criterio respecto de la necesidad de transformar el subsidio actual y el proceso de regulación. Como fuente secundaria se utilizarán informes, tesis y estudios internacionales.

3.3.2 Población

La población se define como el conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones. (Hernández et al., 2014), delimitar la población es un aspecto relevante dentro de una investigación. Para el estudio se realizan diferentes análisis que caracterizan la población de estudio por variables como los operadores del servicio y la ubicación (zona geográfica).

Como se explicó anteriormente, aunque la investigación se centra en los hogares en condición de pobreza y pobreza extrema, siendo estos el objeto de estudio principal es

necesario realizar análisis con la totalidad de los hogares recopilados en la ENIGH para brindar datos y resultados más robustos.

Por lo tanto, la población de estudio corresponde a todos los hogares considerados en la ENIGH, ya que la encuesta recopila datos de una muestra de hogares de Costa Rica, caracterizada por mostrar información social y económica necesaria para los parámetros utilizados en el presente análisis. Es importante destacar que la encuesta permite hacer inferencia poblacional, es decir, la población total del país es representada por la ENIGH.

Asimismo, se utiliza como insumo la ENAHO, que recopila información de los hogares para crear estadísticas sobre los niveles de pobreza del país, y establecer los umbrales que delimitan la línea de pobreza, por tanto, pueden ser utilizados como parámetros dentro de la información que se recopila en la ENIGH.

3.4 Técnicas e instrumentos de investigación

Para caracterizar la estructura de mercado del servicio de energía eléctrica se utilizarán los datos generados por la ARESEP, como el modelo tarifario que incluye variables como el ingreso total de los operadores, costos y gastos de operación, tasa de rédito y base tarifaria, elementos fundamentales para analizar y conocer cómo se establecen las tarifas del servicio de energía eléctrica.

También, se realizarán cálculos y estadísticas a partir de esa misma información, como la elasticidad precio de la demanda, que permitirá conocer qué tan sensible es la demanda ante los cambios de su precio, y así caracterizar la demanda del servicio de energía eléctrica, su fórmula corresponde a la siguiente:

$$E_p = \frac{(\% \Delta Q)}{(\% \Delta P)}$$

Donde:

E_p = elasticidad precio de la demanda

$\% \Delta Q$ = variación porcentual de la cantidad (Q)

$\% \Delta P$ = variación porcentual del precio (P)

Como parte de la eficiencia distributiva, se realizará el cálculo del coeficiente de Gini y la curva de Lorenz para evaluar el impacto en los ingresos de los hogares con el subsidio por nivel de consumo, para el cálculo de Gini se aplica la siguiente fórmula:

$$\frac{\sum_{i=1}^{n-1} (P_i - Y_i)}{\sum_{i=1}^{n-1} P_i}$$

Donde:

P_i = Población total

Y_i = Ingreso total

Respecto a la definición de los hogares que necesitan la aplicación de un subsidio, se realizará un análisis estadístico multivariante. Peña (2002) explica que tienen como

objetivo el estudio estadístico de múltiples variables medidas en elementos de una población y permiten conocer cuántas variables indicadoras o factores son necesarias para determinar una estructura.

Para esto, se analizarán los hogares que se encuentran en condición de pobreza o pobreza extrema tomando como referencia la línea de pobreza, utilizando el análisis multivariante se definirán cuáles son las características de estos hogares.

El mecanismo por utilizar para identificar si un hogar es pobre, sus características y así crear la propuesta de focalización del subsidio de energía eléctrica residencial, corresponde a los árboles de decisión, Breiman et al (1984) desarrollaron el método *Classification and Regression Trees (CART)* que extrae reglas de decisión, a partir de un árbol binario con propósitos de predicción.

Para la creación del árbol de decisión, se analizará si es balanceado o no, la precisión del modelo y la probabilidad de ser pobre, de acuerdo con las variables que brinda la ENIGH 2018-2019. También se utilizarán los datos de aprendizaje (training data) y datos de prueba (testing data), es decir, los datos de aprendizaje para entrenar el modelo, mientras que los testing data se utilizarán para validar el buen funcionamiento del modelo.

De acuerdo con lo anterior, en el estudio se utilizarán como técnicas e instrumentos de recolección diferentes combinaciones como lo son el análisis documental, que permite consultar documentos y bases de datos, así como reuniones con expertos para que brinden una breve caracterización del sector eléctrico, su regulación, así como la perspectiva de la necesidad de transformar el subsidio y los esfuerzos realizados para efectuar los cambios. También los métodos predictivos, como los árboles de decisión.

3.5 Alcance y limitaciones

El estudio se concentra en determinar la eficiencia de la aplicación del subsidio actual en el servicio de energía eléctrica residencial y la propuesta de focalizar el subsidio para tener un mayor alcance e impacto en los hogares en condición de pobreza y pobreza extrema.

Además, el alcance de la investigación es proponer un mecanismo de focalización del subsidio que funcione para determinar los hogares pobres, que puede utilizarse por la Autoridad Reguladora para la implementación de un mecanismo de focalización del subsidio, también, dicho mecanismo puede ser complementario con otros criterios que así los establezca la entidad reguladora.

Respecto de la modificación de la estructura tarifaria, la ARESEP al ser el ente encargado de regular y fijar tarifas, es el que debe materializar, implementar, desarrollar la propuesta y metodología para incorporar un subsidio focalizado que no sea por bloque de consumo sino por condición de pobreza y pobreza extrema dentro de la tarifa residencial. La forma de financiar el subsidio queda a criterio de la entidad reguladora.

Los resultados de la investigación son un insumo para los tomadores de decisiones, se pretende brindar un mecanismo para que la institución competente considere otras perspectivas en sus modelos tarifarios y en la manera en que se aplican los subsidios en la fijación de tarifas de los servicios públicos.

Como parte de las limitaciones de la investigación, se puede mencionar la manera en que se publica la información del suministro de energía eléctrica en la ENIGH, la revisión de la base de datos evidenció que la ESPH y JASEC están agrupadas dentro de la encuesta, lo mismo sucede para la información de las cooperativas de electrificación rural, lo que limita que se pueda diferenciar a cada empresa distribuidora, no es correcto analizarlo de manera conjunta porque tienen costos medios de producción diferentes y los datos no son comparables.

Otra limitante, es que la empresa distribuidora COOPEALFARORUIZ no tiene información de estudios tarifarios ordinarios recientes al año en estudio, por tanto, se debe excluir de algunos análisis dado que no se cuenta con datos de ventas y costos para la prestación del servicio de energía eléctrica residencial.

3.6 Matriz metodológica

Tabla 1
Matriz metodológica.

Objetivo general: Analizar la eficiencia distributiva del subsidio por nivel de consumo aplicado en la tarifa residencial del servicio público de energía eléctrica en Costa Rica, durante el período 2019-2022						
Objetivos específicos	Variables	Indicador	Fuentes de información	Instrumentos	Preguntas de investigación	
Caracterizar la estructura de mercado y la regulación económica del servicio público de energía eléctrica residencial en Costa Rica, en el período 2019-2022	Estructura del servicio de energía eléctrica residencial	<ul style="list-style-type: none"> • Cadena de valor del servicio eléctrico • Empresas distribuidoras del servicio eléctrico • Leyes y decretos de la ARESEP 	<ul style="list-style-type: none"> • Documentos e informes sobre regulación económica de la ARESEP • Bases de datos de la ARESEP 	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión documental • Análisis de bases de datos de la ARESEP 	¿Cómo es la estructura de mercado y la regulación económica del servicio eléctrico residencial en el país?	
Estimar el impacto del subsidio eléctrico residencial en los hogares en condición de pobreza y pobreza extrema.	Eficiencia distributiva del subsidio por nivel de consumo	<ul style="list-style-type: none"> • Costo medio del servicio eléctrico residencial • Coeficiente de Gini y curva de Lorenz • Gasto de los hogares en electricidad 	<ul style="list-style-type: none"> • Estudios tarifarios de la ARESEP • ENIGH, INEC 	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión documental • Análisis de bases de datos de la ARESEP y ENIGH 	¿Cuál es el impacto del subsidio eléctrico residencial en los hogares en condición de pobreza y pobreza extrema?	
Determinar la eficiencia distributiva del subsidio por nivel de consumo de las tarifas del suministro del servicio eléctrico residencial.	Subsidio eléctrico	<ul style="list-style-type: none"> • Subsidio por nivel de consumo 	<ul style="list-style-type: none"> • Bases de datos de la ARESEP • ENIGH, INEC 	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de bases de datos de la ARESEP y ENIGH 	¿Hay eficiencia distributiva en el método actual de aplicación del subsidio eléctrico residencial?	
Proponer un mecanismo de focalización del subsidio en la tarifa residencial del servicio público de energía eléctrica para hogares costarricenses en condición de pobreza y pobreza extrema	Focalización del subsidio eléctrico	<ul style="list-style-type: none"> • Mecanismos de focalización 	<ul style="list-style-type: none"> • ENIGH, INEC 	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de bases de datos de la ENIGH 	¿Qué mecanismo se puede implementar para la focalización del subsidio eléctrico residencial?	

Fuente: elaboración propia.

3.7 Cronograma

Tabla 2

Cronograma. Fases, actividades, plazo y responsables de la investigación.

Fases	Actividad	Plazo	Responsable
Anteproyecto	Elaboración de los capítulos: <ul style="list-style-type: none"> • Contextualización • marco teórico • Marco metodológico 	Julio – noviembre 2019	Fabiola Rojas y Noelia Vargas
Envío del anteproyecto	Revisión anteproyecto tutor	Enero - febrero 2020	Christian González
	Envío del anteproyecto a la Comisión Trabajo Final de Graduación	Febrero 2020	Fabiola Rojas y Noelia Vargas
Incorporar observaciones de la Comisión Trabajo Final de Graduación	Cambio de los capítulos enviados	Marzo - abril 2020	Fabiola Rojas y Noelia Vargas
Revisión de los cambios por parte del tutor	Lectura de anteproyecto y observaciones	Mayo 2020	Christian González
Aprobación del anteproyecto	Ratificación de acuerdo de aprobación del anteproyecto	Junio – julio 2020	Comisión Trabajo Final de Graduación
Revisión bases de datos	Revisión de información de la ENIGH Revisión de información de tarifas ARESEP	Agosto 2020	Fabiola Rojas y Noelia Vargas
Procesamiento de la información	Creación de base de datos	Setiembre – octubre 2020	Fabiola Rojas y Noelia Vargas
	Tabulación y análisis Sistematizar y analizar estadísticas generales del servicio eléctrico residencial		
Resultados	Capítulo 1: caracterización de la estructura de mercado del servicio de energía eléctrica residencial	Noviembre 2020 – marzo 2021	Fabiola Rojas y Noelia Vargas
	Capítulo 2: estimar el impacto del subsidio eléctrico residencial en los hogares en condición de pobreza y pobreza extrema.	Abril 2021 – agosto 2021	Fabiola Rojas y Noelia Vargas
	Capítulo 3: determinar la eficiencia distributiva del subsidio	Setiembre 2021 – febrero 2022	Fabiola Rojas y Noelia Vargas
	Capítulo 4: propuesta de mecanismo de focalización	Marzo 2022 – junio 2022	Fabiola Rojas y Noelia Vargas
Revisión de resultados	Lectura de resultados y observaciones	Julio-agosto 2022	Christian González
Conclusiones y recomendaciones	Realización de las conclusiones y recomendaciones del proyecto	Setiembre-noviembre 2022	Fabiola Rojas y Noelia Vargas
Incorporación de observaciones de resultados	Agregar observaciones por parte del tutor	Marzo 2023	Fabiola Rojas y Noelia Vargas
Lectura del documento final	Revisión del documento por parte del tutor y lectores	Abril – mayo 2023	Christian González y lectores
Envío del Trabajo Final de Graduación	Presentación del Trabajo Final de Graduación	Mayo 2023	Fabiola Rojas y Noelia Vargas

Fuente: elaboración propia.

Capítulo 4: Análisis de Resultados

En el presente capítulo se analiza la eficiencia distributiva del subsidio por nivel de consumo aplicado en la tarifa eléctrica residencial, con el propósito de identificar si el subsidio es recibido por los grupos socioeconómicos que lo requieren.

Para lo cual se realiza una caracterización de la estructura de mercado del servicio eléctrico, mediante la identificación de los segmentos que conforman el servicio y que constituyen la tarifa eléctrica. También, como parte de la caracterización del mercado, se estima la elasticidad precio de la demanda del sector eléctrico residencial, para obtener resultados sobre los cambios en la demanda del servicio ante variaciones en el precio.

Seguidamente, se analiza la eficiencia distributiva del subsidio, para lo cual se calcula el monto de este beneficio por empresa distribuidora, considerando los costos medios y las ventas anuales. Con la estimación del subsidio se procede a identificar los bloques de consumo que reciben directamente el subsidio, según la estructura tarifaria de cada empresa distribuidora.

Este cálculo permite elaborar diferentes escenarios como la identificación del impacto que tiene la asignación del subsidio y su eficiencia en términos del efecto que genera sobre la distribución del ingreso de los hogares, para esto se calcula el Coeficiente de Gini y la curva de Lorenz mediante el uso de los datos de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH) realizada en el período 2018-2019.

Finalmente, se procede a realizar un validar la eficiencia distributiva del método actual de aplicación del subsidio por nivel de consumo, con el fin de demostrar si se cumple que sólo los hogares en condición de pobreza y pobreza extrema reciben este beneficio. Además, como parte de la investigación se realiza una propuesta de focalización del subsidio, mediante la elaboración de un modelo estadístico multivariado (modelo predictivo) que permita identificar las características de los hogares que se deben considerar como beneficiarios.

4.1 Caracterización de la estructura de mercado del sector eléctrico

La regulación económica de los servicios públicos es el mecanismo mediante cual el Estado costarricense trata de garantizar armonía entre los usuarios y los prestadores de los servicios, buscando garantizar una competencia transparente y sin asimetrías de información.

La ARESEP es la institución responsable de regular y fiscalizar la prestación de los servicios públicos, así se establece en el artículo 5 de la Ley N°7593 Ley de la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos. Como parte de sus funciones, la ARESEP regula el suministro de energía eléctrica en todas sus etapas, las cuales se pueden observar en la figura 1.

Figura 1

Estructura del mercado eléctrico en Costa Rica: fases de la energía eléctrica.



Fuente: elaboración propia con información de la ARESEP.

Las cuatro fases mencionadas, forman la cadena de valor del servicio y caracterizan la estructura de mercado.

La generación es la etapa mediante la cual las empresas transforman energía primaria en electricidad; a nivel nacional existen diversas empresas que participan de este proceso, entre estas el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), la Compañía Nacional de Fuerza y Luz (CNFL), la Junta Administrativa de Servicios Eléctricos de Cartago (JASEC), la Empresa de Servicios Públicos de Heredia (ESPH) y cuatro cooperativas de electrificación rural, Cooperativa de Electrificación de San Carlos (COOPELESCA), la Cooperativa de Electrificación Rural de Guanacaste (COOPEGUANACASTE), la Cooperativa de Alfaro Ruiz (COOPEALFARO) y la Cooperativa de Electrificación Rural Los Santos (COOPESANTOS); además, existen empresas de generación privada.

Cabe resaltar que, el ICE tiene una participación preponderante en la fase de generación de energía eléctrica, sin que se pueda clasificar el mercado como monopolio natural, ya que de los 11 208,9 gigavatio-hora (GWh) de electricidad promedio producidos a nivel nacional en 2019, sólo el 63,6 % correspondió a la generación del ICE.

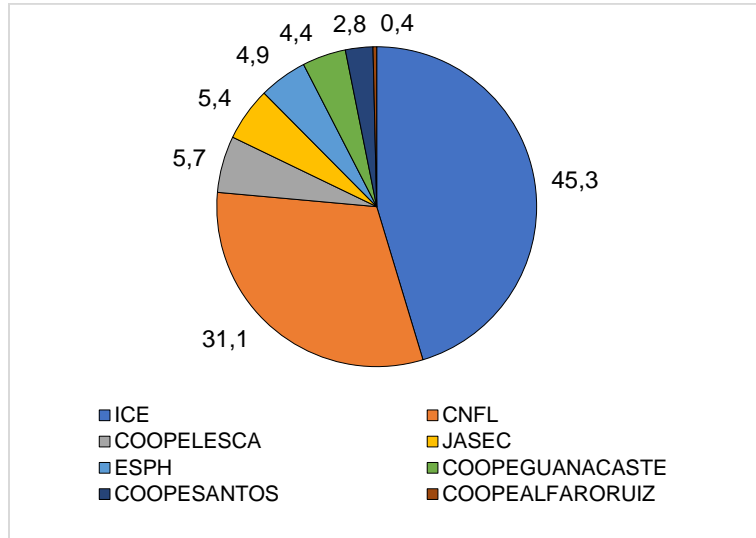
Por otro lado, la fase de transmisión consiste en un sistema para transportar a grandes distancias la electricidad generada en las centrales eléctricas. En Costa Rica, el ICE es el ente encargado de construir, operar y mantener la red de transmisión eléctrica nacional, lo que convierte este mercado en un monopolio natural.

Las fases de distribución y comercialización son las que más se relacionan con los consumidores, ya que se encargan de suministrar la energía eléctrica a los hogares usuarios. En esta etapa participan el ICE, la CNFL, ESPH, JASEC y las cuatro cooperativas de electrificación rural, el porcentaje de participación de cada empresa distribuidora en el mercado costarricense depende de elementos como las ventas totales, el territorio servido y los hogares usuarios.

Como se puede observar en la figura 2, en el proceso de distribución y comercialización el ICE y la CNFL son los entes con mayores hogares abonados, en conjunto suplen aproximadamente al 76 % de los hogares abonados.

Figura 2

Costa Rica. Distribución relativa de los hogares usuarios según empresas distribuidoras, 2022.

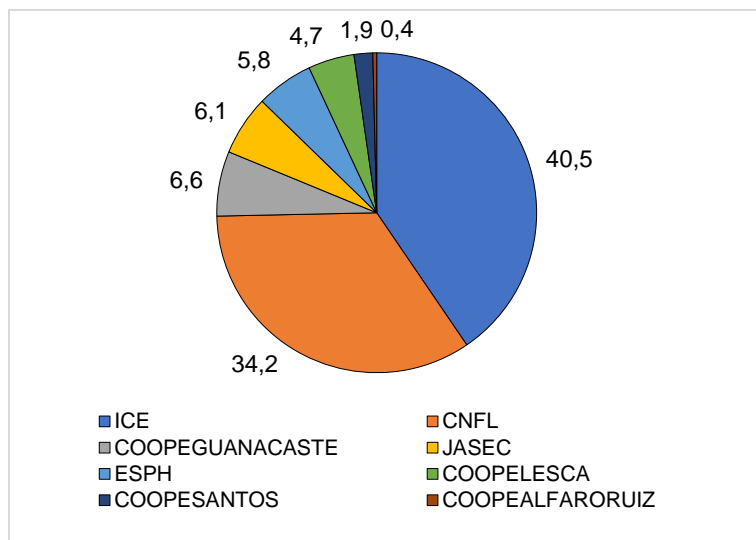


Fuente: elaboración propia con datos de la ARESEP.

Asimismo, en la figura 3 se muestra que las operadoras con mayores ventas son el ICE con 40,5 % y la CNFL con 34,1 %, comportamiento similar al presentado en los hogares abonados.

Figura 3

Costa Rica. Distribución relativa de las ventas según empresas distribuidoras, 2022.



Fuente: elaboración propia con datos de la ARESEP.

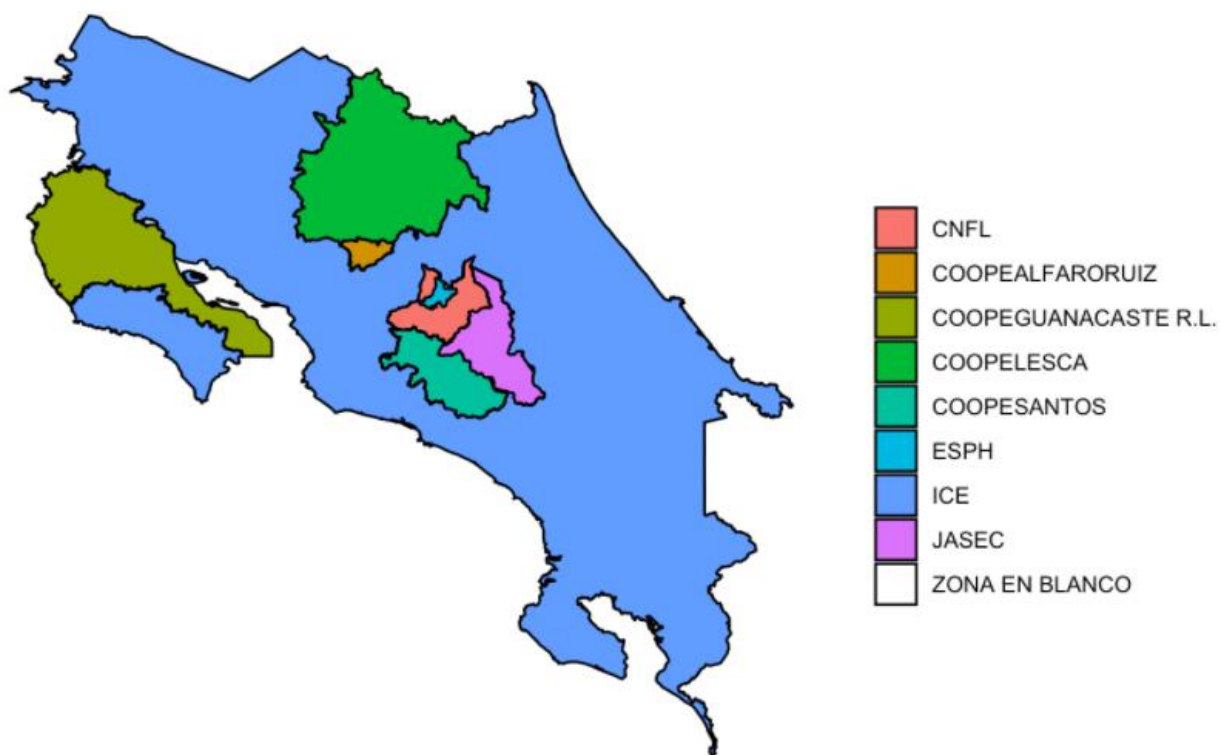
Respecto al territorio servido, se puede observar en la figura 4 como el ICE es la operadora con mayor presencia a nivel territorial, la cobertura representa el 76,0 %, que equivalen a aproximadamente 39 600 Km².

De la información referente a la figura 4, se desprende que el ICE es la operadora con mayor participación en el mercado eléctrico costarricense, cabe destacar que el ICE tiene concesión para operar en todo el territorio nacional, así lo dicta la Ley 449 “Ley de Creación del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE)”.

Respecto a las demás prestadoras tienen un territorio específico para su concesión. En el caso de la CNFL, aunque no tiene presencia en gran parte del país, su importancia se debe a que brinda servicio a casi toda el Gran Área Metropolitana.

Figura 4

Costa Rica. Zonas de concesión según empresas distribuidoras de electricidad, 2019³.



ICE	COOPE LESCA	COOPE GUANACASTE	COOPE SANTOS	JASEC	CNFL	COOPE ALFARORUIZ	ESPH	ZONA EN BLANCO ⁴
76,0	9,1	7,2	2,8	2,3	1,8	0,4	0,2	0,1

Fuente: elaboración propia con datos de la ARESEP.

³ La última información disponible corresponde al 2019.

⁴ Son zonas sin cobertura de servicio eléctrico debido a que no lo requieren por ser zonas montañosas, ríos, lagos, entre otros.

El sistema de distribución eléctrica se caracteriza por las redes y subestaciones que llevan el servicio de energía eléctrica hasta los usuarios finales, esto permite que el sistema se asocie con consumidores residenciales, de industria, comercios y servicios, a los cuales se les aplica una tarifa regulada por tipo de consumidor y diferenciada por bloques de consumo. Es importante mencionar que algunos de los operadores que participan del sistema de distribución también cumplen con la función de comercialización que implica el cobro, facturación del servicio y atención al usuario.

Una parte esencial del sistema de distribución son las tarifas, en la presente investigación se enfatiza en la estructura y cobro de la tarifa residencial del servicio de energía eléctrica, ya que es en esta tarifa donde se aplica el subsidio por nivel de consumo a usuarios domiciliarios. La tarifa residencial se aplica mediante un modelo tarifario elaborado por la ARESEP, que contempla el cobro del servicio por bloques o segmentos de consumo.

Este modelo implica el cobro de diferentes tarifas establecidas según el bloque de consumo de un hogar residencial, en donde cada segmento representa el cobro progresivo del servicio, es decir, conforme mayor cantidad de energía eléctrica se consume, mayor será el precio por pagar. En Costa Rica siete de las ocho empresas distribuidoras emplean una estructura tarifaria que contempla segmentos de consumo.

Esta estructura permite que el cobro del servicio se realice con base al consumo de los hogares abonados, por lo que se cobra un cargo fijo en el primer bloque de consumo y del segundo bloque en adelante se cobra una tarifa diferenciada de acuerdo con los kWh que consuman los usuarios residenciales. Además, se cobran otros servicios de cargo fijo como el impuesto al cuerpo de bomberos, el costo variable de generación (CVG) que retribuye los costos de generar energía térmica con combustibles derivados petróleo y el servicio de alumbrado público.

A partir de enero 2022 se aplica una nueva estructura tarifaria para el ICE, la cual contiene una mayor desagregación de los bloques de consumo. En la tabla 3 se presenta un ejemplo del cobro de la tarifa residencial del ICE con los nuevos bloques, se puede observar que no hay gran variación con el monto total a pagar si un hogar consume 100 kWh.

Aunque hay un cambio en la estructura tarifaria la aplicación del subsidio no sufrió variación, debido a que se sigue implementando el mismo método, por nivel de consumo.

Tabla 3 Costa Rica. Ejemplo del cobro en colones de la tarifa residencial del ICE para un hogar que consume en promedio 100 kWh, marzo 2022.

Bloque	Tarifa mensual promedio		Monto del pago por electricidad		
	Cargo fijo	Cargo por kWh	Cargo fijo	Cargo por kWh	Total
0-140 kWh	1.292,4	63,2	1.292,4	6.320,0	7.612,4
141-195 kWh	2.437,1	71,5	-	-	-
196-250 kWh	3.613,4	83,1	-	-	-
251-370 kWh	4.441,6	96,6	-	-	-
Mayor a 371 kWh	8.925,4	112,3	-	-	-
Subtotal					7.612,4
Impuesto Cuerpo de Bomberos (1,75%)					133,2
Servicio Alumbrado Público 4,25 ¢/kWh					425,0
Total					8.170,6

Fuente: elaboración propia con datos de la página web de la ARESEP.

Como lo afirma Otoya (2004), en términos económicos la fijación de una tarifa residencial implica la cobertura de costos administrativos, operación, mantenimiento e inversiones en las que incurren las empresas para prestar el servicio, más una rentabilidad que garantice la estabilidad financiera del prestador. No obstante, en términos sociales las tarifas también deben considerar la capacidad de pago de los hogares usuarios, de manera que cualquier beneficio o subsidio que se aplique se dirija exclusivamente a hogares que realmente lo requieran.

4.1.1 Elasticidad precio de la demanda del sector eléctrico residencial

La elasticidad precio de la demanda del sector eléctrico residencial permite conocer el efecto que tiene un aumento o reducción de la tarifa en la demanda del servicio, es decir, la variación en el consumo explicada por el cambio en el precio. Para el cálculo de esta elasticidad es necesario conocer el comportamiento de la demanda, los factores que explican el consumo eléctrico y las variables que influyen en el precio, por tanto, se elabora un modelo de regresión considerando estos elementos.

La estimación del modelo incorpora variables que explican el consumo eléctrico, derivadas de la teoría así como de investigaciones previamente realizadas, como es el caso del estudio elaborado por la DSE denominado “Las Elasticidades de la Energía Comercial en Costa Rica”, también, la tesis académica de Otoya (2004) denominada “Evaluación del impacto económico, social y ambiental del subsidio eléctrico del ICE en Costa Rica” y la tesis realizada por Orozco (2011) titulada “Efecto de las reformas del sector eléctrico sobre la elasticidad precio de la demanda de los sectores residencial e industrial en América Latina y el Caribe: un ejercicio empírico”.

La demanda del servicio eléctrico residencial, medida por las ventas de energía eléctrica del sector residencial, se establece como la variable endógena del modelo, ya que refleja el consumo de los hogares usuarios. Mientras que, las variables exógenas que se han supuesto como explicativas de la demanda son los hogares usuarios o abonados del

servicio, el ingreso per cápita medido por el PIB per cápita y el precio de la energía eléctrica residencial.

La variable hogares usuarios o abonados del servicio eléctrico residencial se espera tenga una relación positiva con las ventas de energía eléctrica, ya que conforme incrementa la población que consume energía eléctrica, mayor se espera sea la demanda por el servicio, por tanto, tendrá coeficiente con signo positivo.

El PIB per cápita es una variable que aproxima el ingreso de los usuarios, permitiendo estimar la relación que existe entre el ingreso y las ventas de energía. Se espera un coeficiente con signo positivo, ya que un aumento del ingreso incrementa la capacidad de pago de los hogares usuarios generando un mayor consumo o ventas de energía, dado que el servicio eléctrico es considerado un bien normal.

El precio de la energía eléctrica residencial es un elemento esencial para estimar la elasticidad precio de la demanda, dado que su resultado permitirá evidenciar el comportamiento de las ventas de energía o demanda ante cambios en el precio de la electricidad. Se espera que ante un incremento del precio los consumidores disminuyan su demanda, generando un coeficiente de signo negativo dada la relación inversa entre el precio y la cantidad demanda.

Estas variables permiten explicar el comportamiento de la demanda de energía eléctrica, por lo cual forman parte del modelo de regresión que se elabora para el cálculo de la elasticidad precio de la demanda del sector eléctrico residencial, dicho modelo se especifica como un modelo logarítmico. Según Gujarati (2009) estos modelos se conocen como modelos log-log, en los cuales, los coeficientes calculados miden la elasticidad de la variable independiente con respecto a las variables dependientes, es decir, estima el cambio porcentual de la variable exógena con respecto a un cambio porcentual de las variables endógenas.

La especificación del modelo a calcular se plantea de la siguiente forma:

$$\log(\text{ventener}) = \beta_1 + \beta_2 \log(\text{abonados}) + \beta_3 \log(\text{pib}) - \beta_4 \log(\text{precioelect}) + e$$

Donde:

$\log(\text{ventener})$ = logaritmo de las ventas de electricidad del sector eléctrico residencial

$\log(\text{abonados})$ = logaritmo de la cantidad de hogares abonados

$\log(\text{pib})$ = logaritmo del producto interno bruto per cápita

$\log(\text{precioelect})$ = logaritmo de la tarifa residencial del servicio eléctrico

e = término de error estocástico

Para la estimación del modelo se utilizó una base de datos proporcionada por la ARESEP, de la cual se extraerán los hogares abonados y el precio de la energía eléctrica residencial; además, del sitio web del Banco Central de Costa Rica se extraerá la información del PIB per cápita en colones costarricenses.

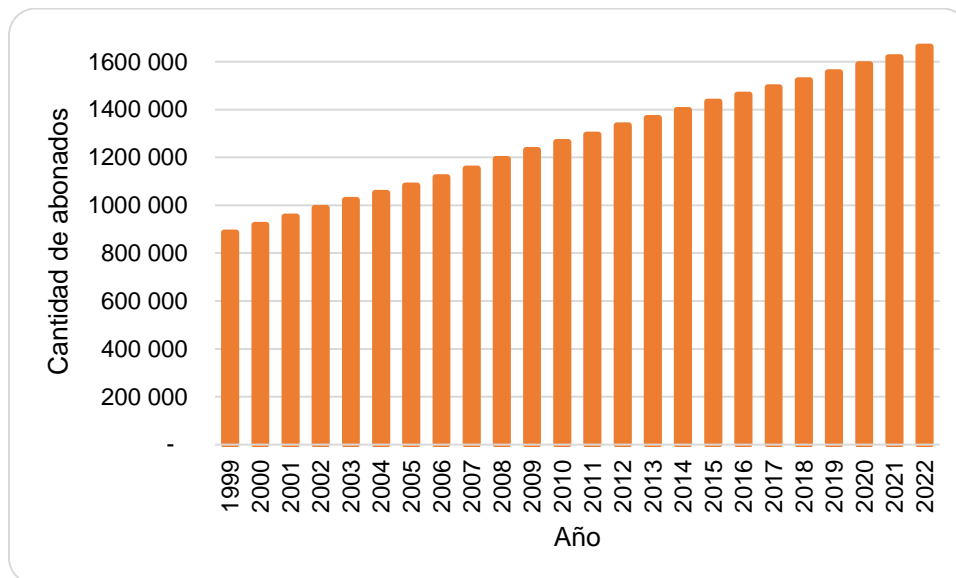
Para el cálculo del modelo de regresión se usaron datos del período 1999-2022, este período se considera apto para la obtención de los resultados esperados, porque se

cuenta con la información necesaria para la elaboración del modelo; se utiliza una periodicidad anual en las series de tiempo de las variables, los abonados residenciales y los precios corresponderán a promedios simples anuales y se convertirán los precios a datos reales tomando en cuenta la inflación de cada año medida por el Índice de Precios al Consumidor (IPC).

Con la información recopilada de ambas entidades, se realiza el modelo, que incluye todas las variables que se utilizan teóricamente para especificar la elasticidad precio de la demanda del sector eléctrico residencial. Sin embargo, con el primer modelo no fue posible cumplir con los niveles de significancia y los signos esperados. Por tanto, se planteó el siguiente modelo: Se realizaron diferentes modelos y se evidenció que excluyendo a los abonados residenciales en el modelo se soluciona los problemas de significancia y signos, debido a que esta variable no presenta mayor variabilidad cada año, como lo muestra la figura 5 su comportamiento es creciente, pero es esperado y normal respecto del servicio de energía eléctrica residencial, aproximadamente cada año crece en 33 000 usuarios residenciales.

Figura 5

Costa Rica. Total de hogares abonados del servicio eléctrico residencial según año, 1999-2022.



Fuente: elaboración propia con datos de la ARESEP.

Por tanto, se planteó el siguiente modelo:

$$\log(\text{ventener}) = \beta + \beta_2 \log(\text{pib}) - \beta_3 \log(\text{precioelect}) + \beta_4 \log(\text{ventener}(-1)) + e$$

Como se confirma en otras investigaciones realizadas, como el caso de Otoyá (2004) este es el modelo que mejor estima la elasticidad en el sector eléctrico residencial. De este modelo (ver anexo 1) se obtiene como resultado que la demanda por electricidad del sector residencial tiene una relación inversa al precio, siendo que un aumento del 1

% en el precio promedio del kWh implica una disminución de aproximadamente 0,9 % de la demanda eléctrica.

Por su parte, el coeficiente de elasticidad-ingreso de la demanda tiene una relación positiva, siendo este de 0,5, lo que indica que ante un aumento del 1 % en el PIB per cápita, la demanda por electricidad del sector residencial incrementa en un 0,5 %.

4.2 Estimación del subsidio eléctrico residencial y sus efectos distributivos

Para validar la eficiencia distributiva del subsidio es necesario estimar el monto que representa este beneficio, para lo cual se utilizó el precio promedio ponderado de la electricidad para el año 2022. Este precio es un promedio ponderado por el consumo, ya que se asigna según los bloques de consumo establecidos en la estructura tarifaria de cada empresa distribuidora.

Inicialmente, se procedió a estimar el costo medio de brindar el servicio para cada empresa, para lo cual se tomó como referencia la información publicada en los estudios tarifarios ordinarios más recientes al año en estudio (2022), ya que estos contienen información relevante sobre los costos totales de la prestación del servicio.

Se revisaron los estudios tarifarios para obtener la información de ventas de energía eléctrica por sector y empresa distribuidora, estos datos provienen de las hojas de cálculo que realiza la ARESEP en cada fijación tarifaria, dentro de la cual se incluyen los datos reales y estimados.

Con esta información, se calculó el costo medio de prestar el servicio por empresa distribuidora, el cual permite la estimación del subsidio mediante el cálculo de la diferencia entre precio promedio ponderado de cada bloque de consumo del sector residencial y el costo medio estimado por empresa.

El monto del subsidio varía según la estructura de costos, ya que los precios de cada bloque de consumo se asignan según los requerimientos y necesidades de las empresas para prestar el servicio eléctrico. Además, las ventas de energía eléctrica son diferentes para cada empresa distribuidora, ya que dependen de diferentes variables como el territorio servido, la demanda de los hogares usuarios, entre otros.

Con base en esta información, se puede identificar hasta qué bloque de consumo los usuarios del sector residencial reciben directamente el subsidio, debido a que el costo medio de prestar el servicio es superior al precio promedio ponderado de la electricidad por nivel de consumo. Además, con la información de las ventas de energía eléctrica y el subsidio por bloque, se estima el valor en miles de colones del subsidio en cada empresa distribuidora.

En el caso del ICE, en la tabla 4 se muestra que el subsidio está siendo recibido por el 80,0 % de los clientes del sector residencial quienes demandan aproximadamente el 83,7 % del total de energía eléctrica del sector. Con base en el cálculo realizado, se puede visualizar que el subsidio representa cerca del 22,0 % del precio promedio establecido

para consumos de hasta 250 kWh; además, en la tabla 5 las ventas de energía eléctrica muestran que el subsidio del sector residencial representó cerca de 27 000 millones de colones.

Como se observa en la tabla 5, el cálculo del subsidio utilizando el costo medio evidencia que este beneficio en su mayoría es percibido por los hogares que tienen consumos mensuales inferiores a los 200 kWh. En el caso de las empresas distribuidoras ICE, ESPH y COOPELESCA, que recientemente modificaron su estructura tarifaria, se puede observar que los hogares del tercer bloque de consumo, con datos superiores a los 200 kWh, de igual forma reciben el subsidio.

En la CNFL, el 51,4 % de los clientes residenciales reciben el subsidio, los cuales consumen aproximadamente el 25,2 % de la demanda de energía eléctrica. El beneficio se aplica a las tarifas del bloque de 31-200 kWh, por lo que se puede evidenciar que el subsidio ronda el 27,4 % del precio promedio establecido para este bloque de consumo.

Por otro lado, en la ESPH los usuarios residenciales que se benefician del subsidio representan el 80,5 % del total de clientes del sector, donde la demanda de energía es de aproximadamente el 59,9 %. De acuerdo con la estimación de la tabla 5, aproximadamente el 12,5 % del precio promedio establecido para consumos de hasta 360 kWh equivale al monto del subsidio.

En JASEC, los clientes que se benefician con el subsidio corresponden al 44,9 % de los usuarios residenciales, su demanda representa un 22,4 % del sector. Además, la estimación de este beneficio evidencia que el 15,8 % del precio promedio del bloque de consumo de 31-200 kWh equivale al monto del subsidio.

En el caso de Coopelesca el 82,7 % de los clientes residenciales reciben el subsidio, su demanda de energía eléctrica ronda el 59,5 %. Además, las ventas de energía muestran en la tabla 5 que el monto en colones del subsidio fue de 2000 millones de colones, este beneficio según la tabla 4 equivale al 32,6 % del precio promedio establecido para consumos de hasta 270 kWh.

En Coopeguanacaste el 52,3 % de los usuarios residenciales se benefician del subsidio, la demanda de estos clientes representa el 19,7 % del total de energía eléctrica del sector. El método de estimación utilizado para el cálculo muestra que el subsidio representa el 33,6 % del precio promedio.

Los datos de Coopesantos muestran que los clientes del sector residencial representan el 78,4 %, con una demanda de energía eléctrica del 56,7 %. Además, el 25,2 % del precio promedio cobrado en el bloque de consumo de 41-200 kWh equivale al subsidio.

Tabla 4

Estimación del subsidio por nivel de consumo para el sector eléctrico residencial según empresa distribuidora y bloques de consumo, 2022.

Empresa	Porcentaje de clientes que reciben el subsidio	Porcentaje de demanda subsidiada	Porcentaje promedio del subsidio respecto al precio medio
ICE	80,0	83,7	21,6
CNFL	51,4	25,2	27,4
ESPH	80,5	59,9	12,5
JASEC	44,9	22,4	15,8
COOPELESCA	82,7	59,5	32,6
COOPEGUANACASTE	52,3	19,7	33,6
COOPESANTOS	78,4	56,7	25,2

Fuente: elaboración propia con datos de los estudios tarifarios de ARESEP.

Tabla 5

Estimación del subsidio por nivel de consumo para el sector eléctrico residencial según empresa distribuidora y bloques de consumo, 2022.

Empresa	Bloques de consumo	Promedio de clientes	Energía (kWh)	Precio promedio	Costo medio	Subsidio (colones)	Subsidio (miles de colones)
ICE	Bloque 0-140 kWh	327 241	1 018 936 043	60,7	83,7	23,0	23 443 529
	Bloque 141-195 kWh	163 296	223 466 696	68,6	83,7	15,1	3 365 754
	Bloque 196-250 kWh	110 061	132 109 397	79,8	83,7	3,9	516 583
	Bloque 251-370 kWh	97 285	128 749 752	92,7	83,7	-9,0	-1 163 905
	Bloque mayor a 371 kWh	52 511	139 263 063	107,8	83,7	-24,1	-3 358 252
CNFL	Bloque 0-30 kWh	34 208	2 881 893	2 109,1	2 687,4	578,3	1 666 549
	Bloque 31-200 kWh	230 603	357 419 727	70,3	89,6	19,3	6 889 655
	Bloque 201-300 kWh	131 063	386 102 935	107,9	89,6	-18,3	-7 067 191
	Bloque mayor a 300 kWh	119 134	683 931 843	111,5	89,6	-21,1	-15 015 347
ESPH	Bloque 0-200 kWh	34 230	47 302 384	63,6	77,5	13,9	658 436
	Bloque 201-275 kWh	17 557	49 166 356	68,4	77,5	9,2	450 585
	Bloque 276-360 kWh	13 245	49 264 423	75,8	77,5	1,8	87 466
	Bloque 361-500 kWh	10 006	49 654 003	83,9	77,5	-6,4	-317 198
	Bloque mayor a 501 kWh	5 753	47 852 884	92,1	77,5	-15,4	-738 795
JASEC	Bloque 0-30 kWh	4 831	446 965	1 996,9	2 313,3	316,4	143 641
	Bloque 31-200 kWh	35 400	56 612 677	66,6	77,1	10,6	598 602
	Bloque mayor a 200 kWh	49 325	197 498 034	81,5	77,1	-4,4	-874 241
COOPELESCA	Bloque 0-145 kWh	44 525	38 531 153	53,1	81,7	27,7	1 066 974
	Bloque 146-200 kWh	18 441	36 911 493	61,7	81,7	19,1	736 254
	Bloque 201-270 kWh	15 331	41 465 047	71,6	81,7	10,1	417 307
	Bloque 271-390 kWh	10 464	38 767 207	83,1	81,7	-1,4	-53 814
	Bloque mayor a 391 kWh	5 924	40 880 380	96,4	81,7	-14,7	-600 237
COOPEGUANACASTE	Bloque 0-30 kWh	5 951	515 318	1 986,1	2 653,7	666,7	343 547
	Bloque 31-200 kWh	32 215	52 798 663	66,2	88,5	22,2	1 173 310

	Bloque mayor a 200 kWh	34 873	217 836 364	93,4	88,5	-4,9	-1 073 686
COOPE SANTOS	Bloque 0-40 kWh	7 045	990 644	3 180,2	3 981,6	801,4	793 870
	Bloque 41-200 kWh	28 999	44 006 440	79,5	99,5	20,0	881 633
	Bloque mayor a 200 kWh	9 937	34 388 556	128,7	99,5	-29,1	-1 001 034

Fuente: elaboración propia con datos de los estudios tarifarios de ARESEP.

Es importante mencionar que la empresa COOPEALFARORUIZ no se incluye en el estudio debido a que no tenía publicados estudios tarifarios ordinarios recientes al año en estudio (2022), por lo que no fue posible obtener información actualizada de los costos totales para la estimación del subsidio por bloque de consumo.

Al analizar la estructura de mercado de las empresas distribuidoras, se evidencian los bloques de consumo que perciben el subsidio que se brinda al sector eléctrico residencial; este método se realiza según el consumo del hogar; sin embargo, su aplicación no implica necesariamente que el subsidio esté siendo percibido por los hogares que realmente lo requieren, ya que la asignación por nivel de consumo no considera otras variables importantes como la condición socioeconómica de los hogares.

Se evidencia que los hogares que consumen más de 200 kWh pagan un precio más elevado que el costo medio del suministro de energía eléctrica, demostrando una estructura progresiva de la tarifa.

4.2.1 Análisis del gasto en electricidad

En esta sección se estudia el impacto que tiene el gasto en electricidad sobre el ingreso disponible, para lo cual se revisa la estructura del gasto de los hogares según quintil de ingreso. Además, se determina la importancia que tiene el subsidio por nivel de consumo de las tarifas eléctricas residenciales sobre el gasto en electricidad.

Para esto se utilizó la información de la ENIGH 2018-2019, ya que esta base es la única que contiene datos actualizados sobre los ingresos y gastos de los hogares costarricenses, especialmente el gasto en electricidad y la empresa distribuidora que brinda el servicio.

Durante el proceso de revisión, se identificó que la base de la ENIGH contiene información agrupada de algunas empresas distribuidoras que brindan el servicio eléctrico residencial, de tal forma que los hogares que reciben electricidad de la ESPH o JASEC tienen asignado como empresa distribuidora la categoría ESPH-JASEC, lo cual impide identificar cuál de las dos empresas brindan el servicio a cada hogar, dado que la base no tiene información geográfica como provincia, cantón o distrito y por temas de confidencialidad no se pudo obtener dicha información, lo que imposibilitó separar los distribuidores.

Lo mismo sucede con los hogares que reciben el servicio eléctrico de una cooperativa (COOPESANTOS, COOPEGUANACASTE, COOPELESCA y COOPEALFARORUIZ) ya que se les asigna que la empresa distribuidora es una cooperativa, lo cual impide identificar el proveedor específico del servicio a cada hogar.

Por tal motivo la ESPH, JASEC y las Cooperativas no se incluirán en este apartado, ya que no existe forma de diferenciar cuál de estas empresas brinda el servicio a cada hogar y no es correcto realizar un análisis con la información agrupada, ya que cada empresa tiene costos medios de producción diferentes, lo que hace que los datos no sean comparables. De manera que la investigación se enfocó en realizar el estudio con la información de los hogares que reciben el servicio eléctrico del ICE y la CNFL.

Para estudiar el impacto del gasto en electricidad sobre el ingreso de los hogares, se estima el consumo promedio de electricidad según quintil de ingreso. Seguidamente, se procede a multiplicar el consumo de cada quintil por el precio promedio ponderado de la electricidad, con el objetivo de calcular cuánto gastan aproximadamente los hogares costarricenses en energía eléctrica, considerando el subsidio por nivel de consumo (ver anexo 2 y 3).

Además, se determina el impacto de la eliminación del subsidio sobre la estructura del gasto en electricidad, para lo cual se supone que los hogares usuarios del servicio eléctrico residencial están dispuestos a pagar al menos el costo medio. De esta forma, se multiplica el consumo promedio según el quintil de ingreso por el costo medio de la electricidad.

Con base en lo anterior, se calcula para cada quintil, la representatividad del gasto en electricidad de los hogares respecto a su ingreso disponible (ver anexo 4 y 5).

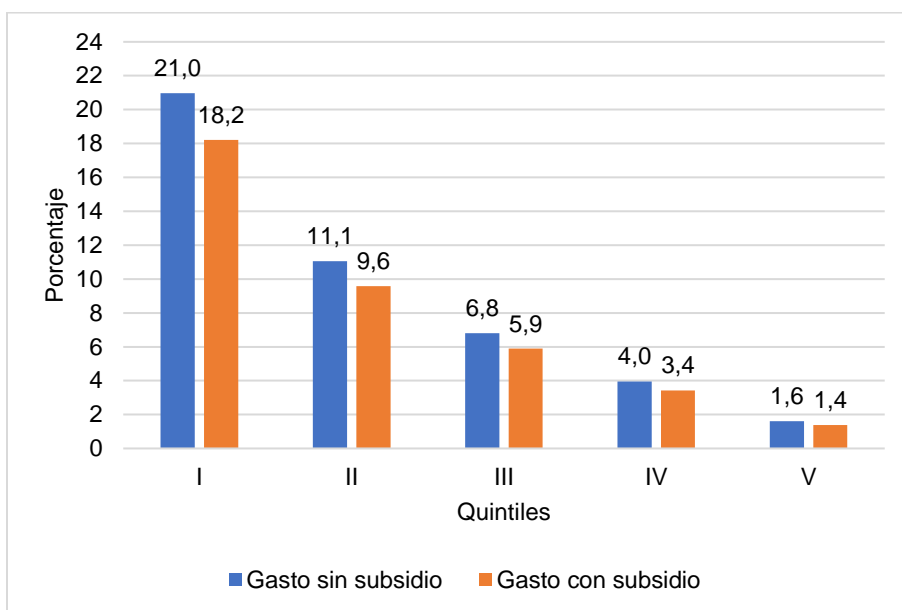
Para los hogares usuarios del ICE, al analizar el gasto en electricidad como porcentaje del ingreso familiar, se evidencia que este es más relevante en los quintiles de menores ingresos.

En la figura 6, se muestra que los hogares ubicados en el I, II y III quintil son los que gastan mayor porcentaje de su ingreso en el pago de la factura del suministro de electricidad, con porcentajes entre 18,2 % y 5,9 %, mientras que en los quintiles IV y V el porcentaje disminuye, representando el 3,4 % y 1,4 %, respectivamente. Esto evidencia que conforme mayor es el ingreso menos significativo es el gasto que hacen los hogares en electricidad.

Si se calcula el gasto en electricidad sin subsidio y se estima cuánto representa con respecto al ingreso per cápita de los hogares, se obtiene un incremento generalizado pero que es mayor en los hogares que se ubican en los primeros quintiles. El porcentaje adicional de los ingresos que tendrían que destinar al pago de electricidad los hogares del quintil I es aproximadamente 2,8 % mientras que los hogares del quintil V sólo tendrían un impacto del 0,2 %.

Figura 6

Costa Rica. Distribución porcentual del gasto en electricidad con y sin subsidio de los hogares usuarios del servicio eléctrico del ICE según quintil de ingreso per cápita, 2019.



Fuente: elaboración propia con datos de la ENIGH 2018-2019.

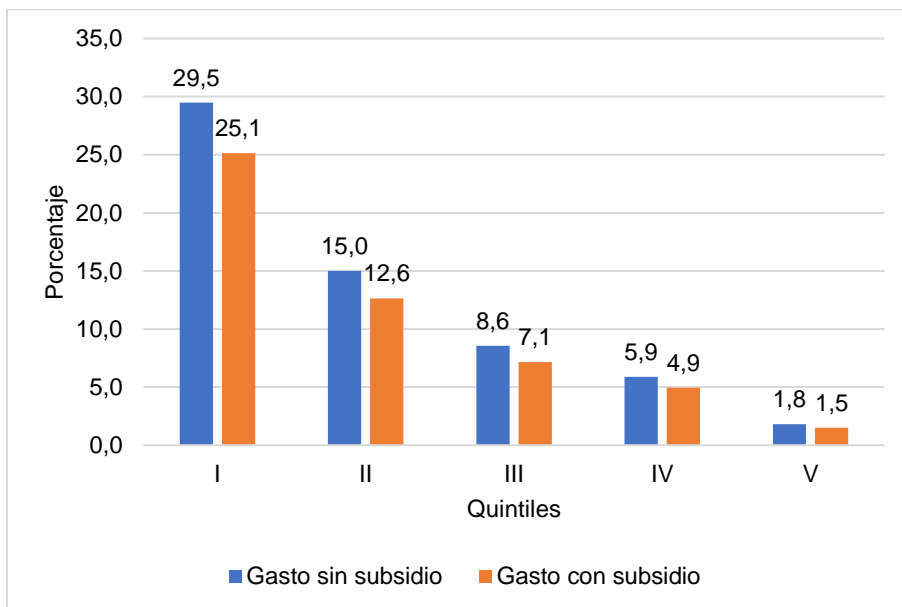
En la figura 7, se puede visualizar la situación en el caso de la CNFL, para la cual se reitera que en los hogares de menores ingresos (quintiles I, II y III) el gasto en electricidad es un componente importante del ingreso per cápita del hogar, ya que el porcentaje del gasto con subsidio para estos hogares es de 25,1 %, 12,6 % y 7,1 %, respectivamente; mientras que en los quintiles de ingresos más altos (IV y V) es de 4,9 % y 1,5 %.

La eliminación del subsidio evidencia que el porcentaje del gasto en electricidad con respecto al ingreso se incrementa entre 4,4 % y 1,5 %, dando como resultado que en los hogares ubicados en los quintiles I, II y III la proporción del gasto se incrementa 29,5 %, 15,0 % y 8,6 %, respectivamente. En los quintiles más altos la eliminación del subsidio es menor, ya que sin subsidio el gasto aumenta entre 1,0 % y 0,3 %.

En consideración de la información anterior, un aumento de la tarifa eléctrica derivado de la eliminación del subsidio generaría una variación del gasto que afectaría en mayor medida a los hogares de ingresos más bajos, ya que los quintiles de ingreso más alto se ven poco perjudicados ante la eliminación de este beneficio.

Figura 7

Costa Rica. Distribución porcentual del gasto en electricidad con y sin subsidio de los hogares usuarios del servicio eléctrico de la CNFL según quintil de ingreso per cápita, 2019.



Fuente: elaboración propia con datos de la ENIGH 2018-2019.

4.2.2 Efectos distributivos del subsidio sobre el ingreso de los hogares

En este apartado se estudia el efecto que tiene la aplicación del subsidio eléctrico por nivel de consumo sobre el ingreso de los hogares costarricenses, para lo cual se utiliza la información proveniente de la ENIGH 2018-2019.

Inicialmente, se estiman el ingreso agregado promedio de los hogares por quintil, así como el monto agregado del subsidio, utilizando los datos del consumo de energía eléctrica, lo que permite obtener la estructura del gasto en electricidad; además, el monto estimado del subsidio se agregó al ingreso promedio de los hogares por quintil, con el fin de mostrar el impacto sobre el ingreso disponible (ver anexo 6 y 7).

Con la información obtenida, se calculó el Coeficiente de Gini, el cual se considera uno de los índices más aceptados para cuantificar los niveles de desigualdad en el ingreso, permitiendo valorar los efectos del subsidio. Según Melina (2001), el valor mínimo que puede asumir este indicador es 0, lo cual implicaría que existe plena igualdad en la distribución de los ingresos de la población, mientras que si asume el valor de 1 indica que un sólo individuo posee la totalidad de los ingresos (desigualdad).

El cálculo de este indicador se realiza con base en los datos del ingreso per cápita de los hogares por quintil, considerando los escenarios con y sin subsidio, como se muestra en la tabla 6. Se elaboró un Coeficiente de Gini para el total del país y por región de planificación, para cada empresa distribuidora (ICE y CNFL).

Según los resultados obtenidos para el total del país y por región de planificación, el subsidio no tiene un impacto positivo sobre la distribución del ingreso de los hogares. Al comparar los datos con y sin la aplicación del subsidio, la diferencia es mínima, esto se debe a que el monto promedio del subsidio es tan bajo que no genera variaciones importantes en el ingreso para afectar el Coeficiente de Gini.

Si se analizan los datos por región de planificación, se observa que la Huetar Norte tiene la mejor distribución del ingreso en comparación con las otras regiones debido a que el Coeficiente de Gini es más cercano a 0, por el contrario, la región Huetar Atlántica es la que presenta el indicador más alto, lo que muestra que existe mayor desigualdad en los ingresos de los hogares.

Tabla 6

Costa Rica. Coeficiente de Gini con y sin subsidio eléctrico residencial para el total país y por región de planificación de los hogares usuarios del ICE, 2019.

Región	Con subsidio	Sin subsidio
Costa Rica	0,37334	0,37551
Brunca	0,36570	0,36786
Central	0,38888	0,39096
Chorotega	0,38287	0,38503
Huetar Atlántica	0,39731	0,39941
Huetar Norte	0,33294	0,33516
Pacífico Central	0,36255	0,36476

Fuente: elaboración propia con datos de la ENIGH 2018-2019.

Como se observa en la tabla 7, los coeficientes de Gini estimados para el total país y por región de planificación son iguales, esto debido a que la CNFL sólo brinda servicio eléctrico en la región Central. Los resultados evidencian que el subsidio no afecta la distribución del ingreso de los hogares, ya que el subsidio como proporción del ingreso representa un monto tan pequeño que no provoca cambios relevantes en el ingreso.

Tabla 7

Costa Rica. Coeficiente de Gini con y sin subsidio eléctrico residencial para el total país y por región de planificación de los hogares usuarios del CNFL, 2019.

Región	Con subsidio	Sin subsidio
Costa Rica	0,40265	0,40595
Central	0,40265	0,40595

Fuente: elaboración propia con datos de la ENIGH 2018-2019.

Para representar mejor estos resultados, se procedió a graficar la curva de Lorenz, la cual permite visualizar la mayor o menor concentración de la distribución del ingreso per cápita de los hogares por quintil. Según Melina 2001, si la curva de Lorenz se aproxima a la línea de perfecta igualdad (diagonal) existe una situación de mayor igualdad en la distribución de los ingresos, mientras que si se aleja la desigualdad se incrementa.

También, el autor explica que la inclinación de la curva muestra la proporción de ingreso que retiene cada grupo en que se segmenta la población; es decir, si la curva se encuentra por debajo de la línea de perfecta igualdad, los hogares reciben menos

ingresos que el peso poblacional, lo que implica mayor afectación para las familias más pobres debido a que reciben una cantidad de recursos menores, si la curva se ubica por encima de la diagonal la estructura del gasto es progresiva, ya que los quintiles más pobres reciben una cantidad de recursos mayores que los quintiles más ricos.

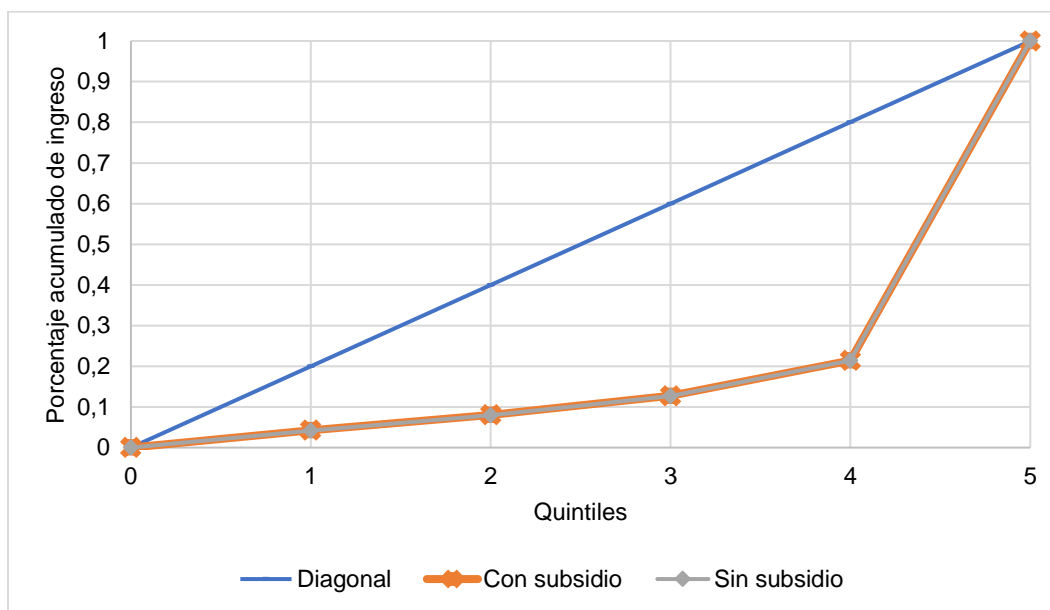
La curva de Lorenz se graficó para los datos del total del país y por región de planificación para el ICE y la CNFL, con el fin de comparar los datos de los ingresos con subsidio versus la información sin la aplicación del subsidio, para lo cual se utilizaron los datos del ingreso bruto corriente per cápita del hogar sin valor locativo⁵ publicado en la ENIGH 2018-2019.

Según la figura 6, la curva por debajo de la diagonal de color gris muestra cómo se distribuyen el ingreso por quintil sin la aplicación del subsidio, lo cual evidencia que existe desigualdad en la distribución del ingreso, afectando de forma más marcada a los primeros quintiles. Si se adiciona el subsidio, como se muestra en la curva de color naranja, se evidencia que no existe mayor cambio, ya que no hay mejoras en la distribución del ingreso de los hogares.

Es importante mencionar, que en la figura 8 sólo se presenta la curva de Lorenz para el total del país; no obstante, en el anexo 8 se pueden encontrar las curvas por región de planificación, las cuales presentan resultados muy similares al que se obtuvo para el total del país.

Figura 8

Costa Rica. Curva de Lorenz de la distribución del ingreso con y sin subsidio de los hogares usuarios del servicio eléctrico del ICE, 2019.



Fuente: elaboración propia con datos de la ENIGH 2018-2019.

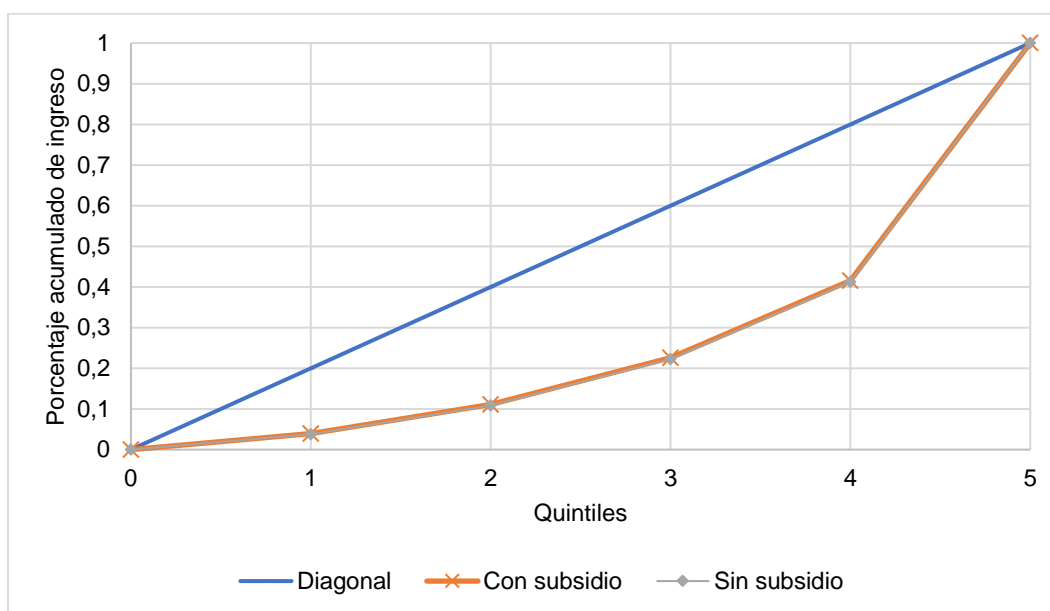
⁵ Corresponde a la suma del total de ingreso corriente bruto per cápita sin valor locativo y al ingreso por transacciones de capital para cada miembro del hogar.

En la figura 9, se observa la curva de Lorenz de la distribución del ingreso de los hogares que reciben el servicio eléctrico de la CNFL, la cual muestra resultados muy similares a los obtenidos para el ICE, ya que ambas curvas (con y sin la aplicación del subsidio) se encuentran por debajo de la línea de perfecta igualdad demostrando que existe desigualdad en la distribución de los ingresos y que aún con la asignación del subsidio no se evidencian mejoras en la distribución del ingreso.

Es importante recalcar, que la CNFL sólo brinda el servicio de electricidad a hogares ubicados en la región central, por lo que la figura para el total país también representa la curva de Lorenz que se visualizaría para la región central.

Figura 9

Costa Rica. Curva de Lorenz de la distribución del ingreso con y sin subsidio de los hogares usuarios del servicio eléctrico del CNFL, 2019.



Fuente: elaboración propia con datos de la ENIGH 2018-2019.

4.3 Eficiencia distributiva del subsidio eléctrico residencial

En esta sección se estudia la eficiencia distributiva del subsidio eléctrico residencial, primero se evalúa la asignación del subsidio por nivel de consumo que se aplica actualmente en las tarifas eléctricas residenciales y se identifica si cumple con el supuesto de eficiencia distributiva.

4.3.1 Subsidio por nivel de consumo del sector eléctrico residencial

En esta sección se muestran los resultados de la aplicación del subsidio a la tarifa de electricidad del grupo residencial por nivel de consumo para el año 2022, a fin de determinar si existe eficiencia en el método de asignación y si el subsidio está siendo recibido por los hogares que lo requieren.

Para este resultado se utilizó la información publicada en la ENIGH 2018-2019 y ENAHO 2022, estas dos encuestas contienen información válida para el estudio que se pretende

desarrollar. La ENIGH proporciona información sobre los ingresos y gastos de los hogares costarricenses por quintil de ingreso; además, contiene datos sobre el gasto en electricidad que tuvieron los hogares para el período en estudio.

La ENAHO contiene información sobre la realidad socioeconómica nacional y las condiciones de vida de la población, entre estas las características y servicios de las viviendas, educación, seguridad social, entre otros. Además, la encuesta enfatiza en la situación de pobreza de los hogares, para lo cual el INEC utiliza dos mediciones distintas: la línea de pobreza (unidimensional) y la pobreza multidimensional.

Para la investigación se utilizó la medición de la pobreza monetaria según el método de la línea de pobreza, ya que esta técnica utiliza la información relacionada con los ingresos de los hogares de tal forma que establece umbrales para clasificar un hogar como pobre o no pobre, representando el monto mínimo requerido para que un hogar pueda satisfacer las necesidades básicas alimentarias y no alimentarias.

Los datos de la ENAHO hacen una diferenciación entre los umbrales de pobreza y pobreza extrema, según la zona de residencia (urbana y rural). En la tabla 9, se puede visualizar esa desagregación por zona para el año 2022, así como los respectivos montos de ingresos sobre los cuales se considera que un hogar se encuentra en condición de pobreza y pobreza extrema de acuerdo con el método de la línea de pobreza.

Esta información se utilizó como base para realizar el análisis de los hogares que reciben el subsidio eléctrico residencial por nivel de consumo, con el fin de evidenciar si existe eficiencia distributiva en el método de aplicación. Inicialmente, se utilizó la información del ingreso per cápita sin valor locativo para agrupar a los hogares según la condición socioeconómica, de tal forma que se pudiera identificar si el hogar se encuentra en situación de pobreza, pobreza extrema y no pobre.

La revisión de los datos de cada empresa distribuidora se realizó por zona, dado que el método de la línea de pobreza proporciona distintos umbrales para que un hogar se encuentre en condición de pobreza y pobreza extrema.

Tabla 8

Costa Rica. Línea de pobreza según la zona de residencia, 2022.

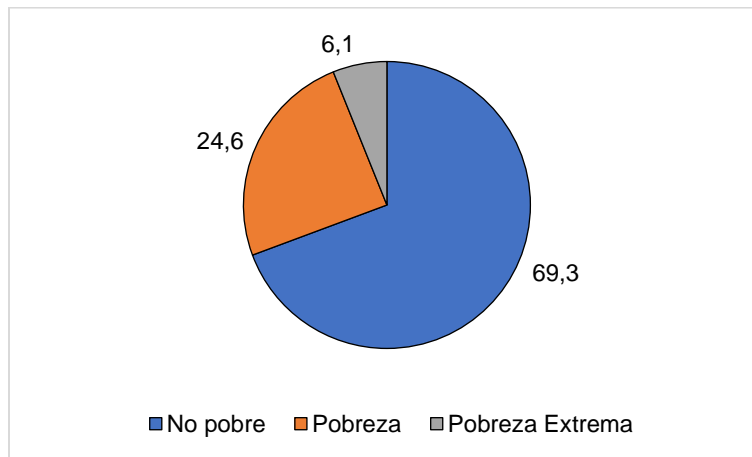
Línea de pobreza	Umbrales de ingreso
Pobreza urbana	128 406
Pobreza rural	99 140
Pobreza extrema urbana	59 744
Pobreza extrema rural	49 913

Fuente: elaboración propia con datos de ENAHO 2022.

Como se observa en las figuras 10 y 11, para la zona urbana y rural más del 65,0 % de los hogares a los que el ICE brinda el servicio eléctrico se catalogan como no pobres, más del 20,0 % son pobres y, aproximadamente, el 6,0% se clasifican en pobreza extrema. Lo cual implica que la mayoría de los hogares no requerirían el subsidio eléctrico residencial, ya que según el método de la línea de pobreza son no pobres.

Figura 10

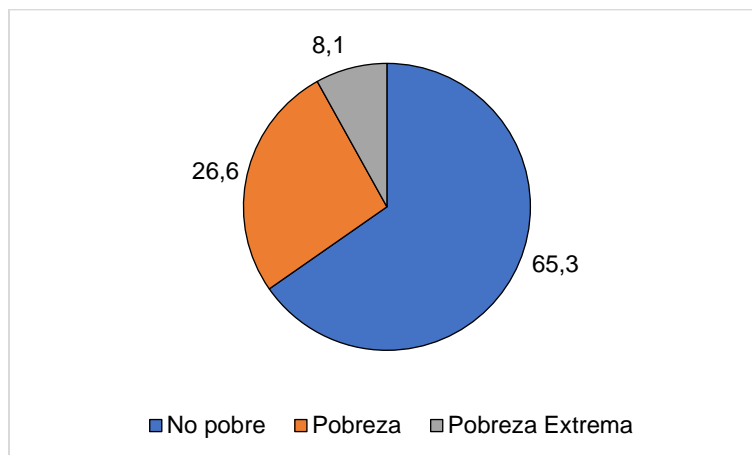
Costa Rica. Porcentaje de hogares de la zona urbana que reciben electricidad del ICE según condición socioeconómica, 2022.



Fuente: elaboración propia con datos de la ENIGH 2018-2019, ENAHO 2022.

Figura 11

Costa Rica. Porcentaje de hogares de la zona rural que reciben electricidad del ICE según condición socioeconómica, 2022.



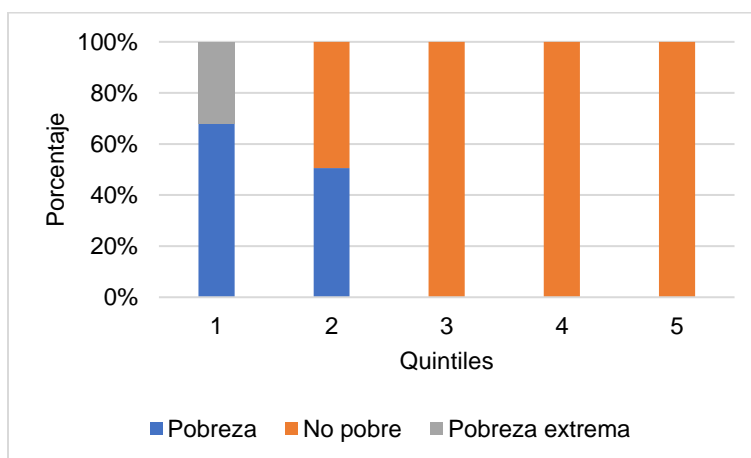
Fuente: elaboración propia con datos de la ENIGH 2018-2019, ENAHO 2022.

Para identificar si la mayoría de los hogares no requerían el subsidio en la tarifa del servicio eléctrico residencial por ser no pobres, se realizó un estudio de la información desagregando los datos por zona, quintil de ingreso y condición socioeconómica.

Al analizar los resultados de la figura 12, se observa que en la zona urbana en el primer quintil aproximadamente el 70,0 % de los hogares son pobres y el restante 30,0 % está en situación de pobreza extrema, en el segundo quintil menos del 50,0 % de los hogares son no pobres y más del 50,0 % son pobres y, del tercer al último quintil, todos los hogares se categorizan como no pobres.

Figura 12

Costa Rica. Porcentaje de hogares de la zona urbana que reciben electricidad del ICE por quintil de ingreso, según la condición socioeconómica, 2019.

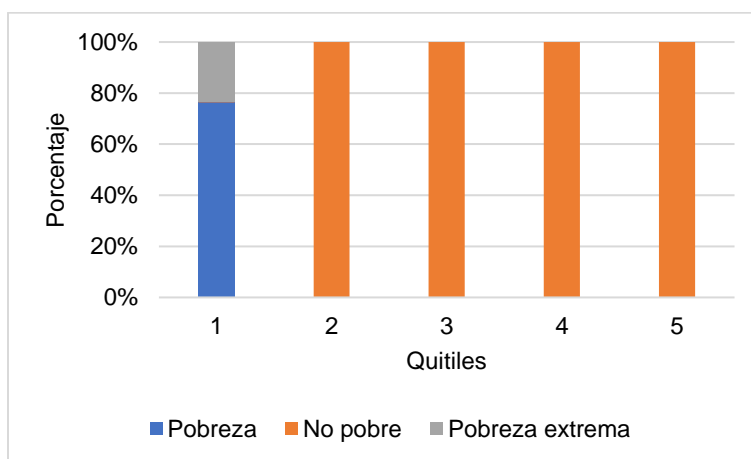


Fuente: elaboración propia con datos de la ENIGH 2018-2019, ENAHO 2022.

En la figura 13 se muestra que, en la zona rural, sólo en el primer quintil se registran hogares en condición de pobreza y pobreza extrema, en este grupo más del 76,0 % de los hogares son pobres, cerca del 1,0 % son no pobres y el 23,0 % están en situación de pobreza extrema. Además, se puede visualizar que del segundo al último quintil los hogares reciben ingresos suficientes para ser catalogados como no pobres.

Figura 13

Costa Rica. Porcentaje de hogares de la zona rural que reciben electricidad del ICE por quintil de ingreso, según la condición socioeconómica, 2019.



Fuente: elaboración propia con datos de la ENIGH 2018-2019, ENAHO 2022.

Según la tabla 9, los hogares ubicados en los primeros quintiles de ingreso deberían ser los que se consideren como beneficiarios de una tarifa por el servicio de electricidad subsidiada, ya que en los restantes quintiles los hogares son catalogados como no

pobres. Para demostrar si este supuesto se cumple, se realizó un análisis de los datos según la condición socioeconómica y los bloques de consumo.

Según los resultados obtenidos, en la zona urbana en el primer quintil de ingreso cerca del 70,0 % de los hogares en condición de pobreza y pobreza extrema consumen 250 kWh o menos al mes, por lo que pagan una tarifa subsidiada; no obstante, el 30,0 % de estos hogares no se benefician del subsidio, dado que su consumo es superior a los 250 kWh.

Por otro lado, en el segundo quintil de ingreso no se registran hogares en condición de pobreza extrema y del total de hogares pobres el 72,0 % reciben el subsidio por su rango de consumo, mientras que el restante 28,0 % no pagan una tarifa subsidiada. En el caso de los hogares no pobres, se puede visualizar que aproximadamente el 60,0 % pagan una tarifa reducida por el subsidio, a pesar de que estos hogares podrían no requerirlo en consideración de sus ingresos.

Este mismo comportamiento de los hogares no pobres se refleja del tercer al último quintil, ya que en estos grupos aproximadamente el 58,0 % de los hogares paga una tarifa subsidiada dado el bloque de consumo en el que se mantienen.

En la zona rural, sólo en el primer quintil de ingreso hay hogares en condición de pobreza y pobreza extrema, de los cuales cerca del 82,0 % consumen en los bloques subsidiados de hasta 250 kWh, mientras que el resto de los hogares no se benefician por el subsidio dado su rango de consumo. En el caso de los hogares no pobres, el 80,5 % paga una tarifa subsidiada.

Del segundo al último quintil de ingreso en la zona rural, se puede observar que cerca del 72,0 % de los hogares no pobres reciben el subsidio al pagar una tarifa reducida dado el rango de consumo en el que están.

Tabla 9

Costa Rica. Porcentaje de hogares de la zona urbana y rural que reciben electricidad del ICE por quintil de ingreso y bloques de consumo según la condición socioeconómica, 2019-2022.

Quintiles	Bloques de consumo en kWh	Urbana			Rural		
		Pobreza extrema	Pobreza	No pobre	Pobreza extrema	Pobreza	No pobre
I	Total	100,0	100,0	-	100,0	100,0	100,0
	0-140	16,5	14,7	-	27,6	15,3	0,0
	141-195	20,9	21,3	-	22,8	29,1	0,0
	196-250	36,3	33,4	-	34,9	35,2	0,0
	251-371	24,2	24,6	-	14,1	18,0	0,0
	Mayor a 371	2,0	6,0	-	0,6	2,5	0,0
II	Total	-	100,0	100,0	-	-	100,0
	0-140	-	13,7	10,8	-	-	16,3
	141-195	-	25,2	17,6	-	-	24,2
	196-250	-	33,0	33,2	-	-	38,8
	251-371	-	24,9	29,8	-	-	17,5
	Mayor a 371	-	3,1	8,5	-	-	3,2
III	Total	-	-	100,0	-	-	100,0
	0-140	-	-	13,6	-	-	15,7
	141-195	-	-	17,3	-	-	20,9
	196-250	-	-	28,3	-	-	39,4
	251-371	-	-	30,0	-	-	19,3
	Mayor a 371	-	-	10,8	-	-	4,7
IV	Total	-	-	100,0	-	-	100,0
	0-140	-	-	14,1	-	-	18,2
	141-195	-	-	16,7	-	-	20,2
	196-250	-	-	33,0	-	-	29,6
	251-371	-	-	27,8	-	-	27,0
	Mayor a 371	-	-	8,5	-	-	5,1
V	Total	-	-	100,0	-	-	100,0
	0-140	-	-	12,3	-	-	18,6
	141-195	-	-	18,4	-	-	25,3
	196-250	-	-	20,8	-	-	21,9
	251-371	-	-	27,9	-	-	18,1
	Mayor a 371	-	-	20,6	-	-	16,0

Fuente: elaboración propia con datos de la ENIGH 2018-2019.

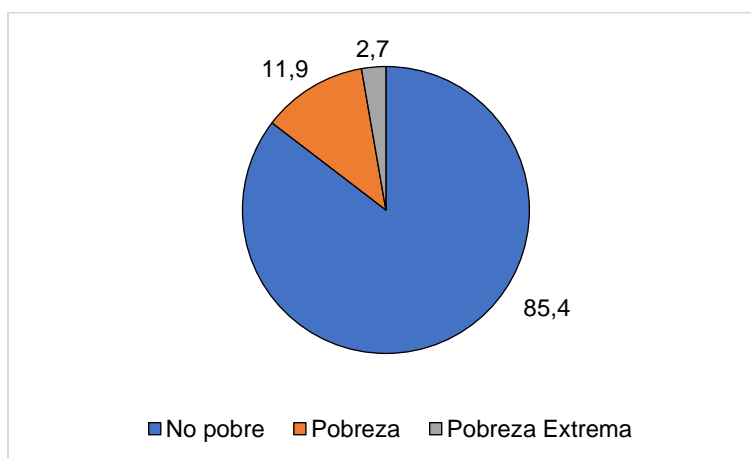
Esto evidencia que de los hogares que reciben electricidad del ICE, existe un porcentaje importante de familias no pobres que se benefician del subsidio eléctrico residencial, ya que consumen 250 kWh o menos al mes, recibiendo a una tarifa reducida dado el método de aplicación del subsidio. Además, hay hogares en condición de pobreza y pobreza extrema que, debido a su nivel de consumo, no se encuentran dentro del rango subsidiado, por lo que no reciben directamente el beneficio.

También, se realizó la estimación de los datos de los hogares que reciben electricidad de la CNFL, el cual se realizó por zona y condición socioeconómica.

Según los datos de la figura 14, en la zona urbana la mayoría de los hogares son no pobres ya que el 85,4 % se encuentran en esta condición, mientras que el 11,9 % se catalogan como pobres y el 2,7 % en pobreza extrema.

Figura 14

Costa Rica. Porcentaje de hogares de la zona urbana que reciben electricidad del CNFL según condición socioeconómica, 2022.

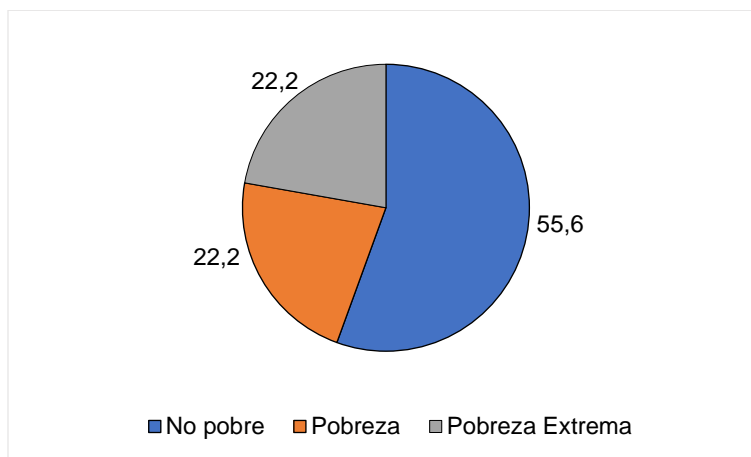


Fuente: elaboración propia con datos de la ENIGH 2018-2019, ENAHO 2022.

Mientras que la figura 15 muestra que, en la zona rural, el 55,6 % son hogares no pobres, el 22,2 % están en condición de pobreza y el restante 22,2 % son hogares en pobreza extrema, lo cual evidencia que existe mayor vulnerabilidad de los hogares en esta zona.

Figura 15

Costa Rica. Porcentaje de hogares de la zona rural que reciben electricidad del CNFL según condición socioeconómica, 2022.

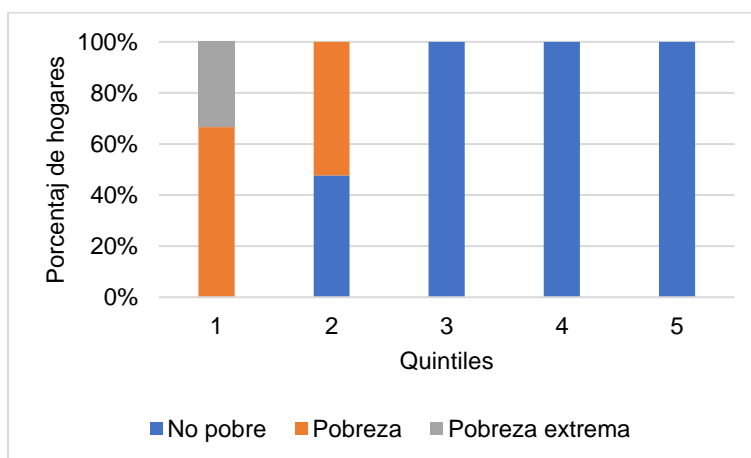


Fuente: elaboración propia con datos de la ENIGH 2018-2019, ENAHO 2022.

Al analizar los resultados por zona y quintil de ingreso de la figura 16, se observa que en la zona urbana los hogares en situación de pobreza y pobreza extrema se encuentran en el primer y segundo quintil, en el primer grupo cerca del 70,0 % de los hogares son pobres y el 30,0 % se encuentra en condición de pobreza extrema, en el segundo quintil el 48,0 % son no pobres y el 52,0 % se encuentra en situación de pobreza; en los restantes quintiles de ingreso sólo se registran hogares catalogados como no pobres.

Figura 16

Costa Rica. Porcentaje de hogares de la zona urbana que reciben electricidad del CNFL por quintil de ingreso, según la condición socioeconómica, 2022.

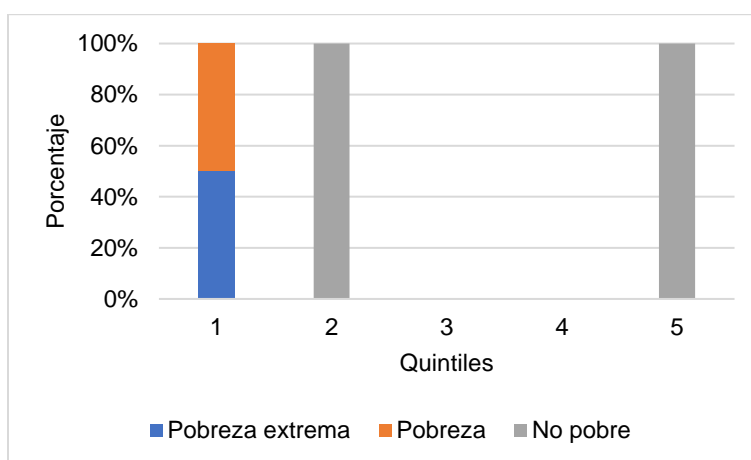


Fuente: elaboración propia con datos de la ENIGH 2018-2019, ENAHO 2022.

En la zona rural, la figura 17 muestra que sólo en el primer quintil se registran hogares en pobreza y pobreza extrema, el 50,0 % son pobres y el restante 50,0 % están pobreza extrema. En el caso del segundo y último quintil los hogares ubicados en estos grupos son clasificados como no pobres. En el tercer y cuarto quintil no hay hogares ubicados en esos grupos.

Figura 17

Costa Rica. Porcentaje de hogares de la zona rural que reciben electricidad del CNFL por quintil de ingreso, según la condición socioeconómica, 2022.



Fuente: elaboración propia con datos de la ENIGH 2018-2019, ENAHO 2022.

En ambas zonas se puede observar que sólo los hogares de los primeros quintiles de ingreso deberían recibir el beneficio de pagar una tarifa eléctrica residencial subsidiada.

En la tabla 10, se presenta el detalle de la información de los hogares por bloque de consumo y condición socioeconómica. En la zona urbana, en el primer quintil, cerca del 20,0 % de los hogares en pobreza y pobreza extrema consumen en el rango subsidiado de 0-200 kWh, mientras que el resto de los hogares en estas condiciones no se benefician del subsidio dado que consumen en un bloque diferente.

En el segundo quintil, cerca del 24,0 % de los hogares pobres pagan una tarifa subsidiada mientras que el restante 76,0 % no se beneficia del subsidio a pesar de necesitarlo. Además, se puede visualizar que del tercer al último quintil aproximadamente el 24,0 % de los hogares no pobres pagan una tarifa eléctrica subsidiada debido al método de aplicación del subsidio, el cual permite que estos hogares se beneficien por consumir en los bloques de 0-200 kWh.

En la zona rural en el primer quintil de ingreso, ningún hogar en condición de pobreza y pobreza extrema recibe el subsidio, ya que estas familias consumen en bloques que no poseen una tarifa eléctrica subsidiada lo que impide que se beneficien del subsidio a pesar de requerirlo.

En el segundo quintil, el 100 % de los hogares de ese grupo son no pobres y consumen en el bloque de 31-200 kWh lo que implica que pagan una tarifa menor por el subsidio. Además, en el último quintil el 50,0 % de los hogares no pobres también reciben el subsidio vía tarifa, a pesar de poseer los recursos necesarios para pagar una tarifa no subsidiada.

Tabla 10

Costa Rica. Porcentaje de hogares de la zona urbana y rural que reciben electricidad de la CNFL por quintil de ingreso y bloques de consumo según la condición socioeconómica, 2019.

Quintiles	Bloques de consumo en kWh	Urbana			Rural		
		Pobreza extrema	Pobre	No pobre	Pobreza extrema	Pobre	No pobre
	Total	100,0	100,0	-	100,0	100,0	-
I	0-31	0,0	0,0	-	0,0	0,0	-
	31-200	20,4	20,9	-	0,0	0,0	-
	201-300	51,7	42,8	-	50,0	100,0	-
	Mayor a 300	27,9	36,3	-	50,0	0,0	-
	Total	-	100,0	100,0	-	-	100,0
II	0-31	-	0,0	0,0	-	-	0,0
	31-200	-	23,6	25,8	-	-	100,0
	201-300	-	51,8	48,3	-	-	0,0
	Mayor a 300	-	24,6	25,9	-	-	0,0
	Total	-	-	100,0	-	-	-
III	0-31	-	-	0,0	-	-	-
	31-200	-	-	29,7	-	-	-
	201-300	-	-	36,5	-	-	-
	Mayor a 300	-	-	33,8	-	-	-
	Total	-	-	100,0	-	-	-
IV	0-31	-	-	0,7	-	-	-
	31-200	-	-	20,5	-	-	-
	201-300	-	-	40,6	-	-	-
	Mayor a 300	-	-	38,2	-	-	-
	Total	-	-	100,0	-	-	100,0
V	0-31	-	-	0,6	-	-	0,0%
	31-200	-	-	21,9	-	-	50,0
	201-300	-	-	32,6	-	-	25,0
	Mayor a 300	-	-	44,9	-	-	25,0

Fuente: elaboración propia con datos de la ENIGH 2018-2019.

4.4 Propuesta de focalización: comprobación previa de medios de vida

El subsidio por nivel de consumo se aplica con el objetivo de beneficiar a los hogares pobres, sin embargo, se ha demostrado que beneficia a toda la población, sin diferenciar la condición económica de cada hogar.

Como resultado de lo anterior se utiliza el mecanismo de focalización explícita de comprobación previa de medios de vida, es decir, hogares que se definen como pobres.

Para determinar si un hogar es pobre, se pueden utilizar diferentes mecanismos, como la línea de pobreza, pero es necesario identificar las características de un hogar en condición de pobreza o pobreza extrema, para evitar filtraciones o sesgos en la recopilación de la información.

Esto permite tener validaciones, contrarrestar información y así no utilizar únicamente una variable para definir si el hogar debe o no recibir el subsidio, además, se utilizan los árboles de decisión para caracterizar a los hogares pobres.

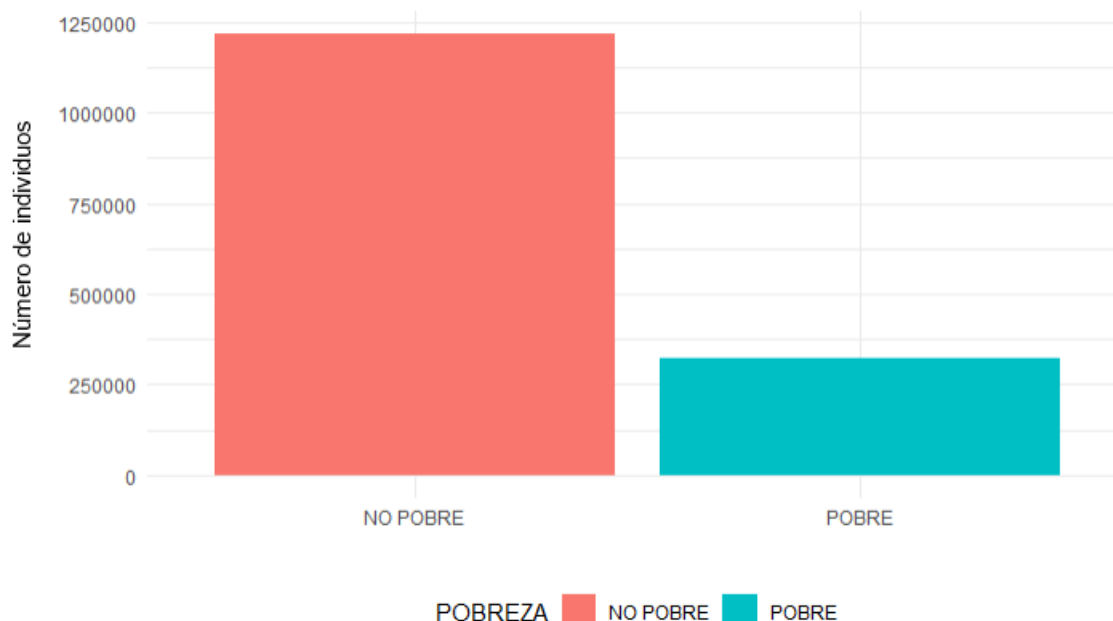
4.4.1 Árbol de decisión

Para realizar el cálculo del árbol de decisión se utilizaron las últimas publicaciones disponibles de la ENIGH y de la ENAHO. Con la información de la ENIGH, se obtuvieron los datos que caracterizan a los hogares y por medio de la ENAHO, se creó la variable “pobreza”, en la que se determina, por la línea de pobreza, si un hogar tiene esta condición (incluye los hogares en pobreza y pobreza extrema), considerando si se ubica en una zona rural o urbana.

Inicialmente, se realizó una validación para determinar si las categorías de la variable “pobreza” se encuentran distribuidas en proporciones similares, en la figura 18 se puede observar que los datos no tienen la misma proporción, lo que evidencia que hay mayor cantidad de datos de no pobres, por tanto, la variable a predecir es desbalanceada.

Figura 18

Costa Rica. Distribución de la variable pobreza, 2022.



Fuente: elaboración propia con datos de la ENIGH 2018-2019, ENAHO 2022.

Cuando la variable a predecir es desbalanceada, se procede a realizar el árbol de decisión modificando los valores de sus parámetros para calibrarlo e identificar la combinación que permite obtener los resultados óptimos. Para lograr esto se utiliza el parámetro “minsplitt”, que es en el número mínimo de observaciones que deben existir en un nodo para que pueda o intente realizar una división.

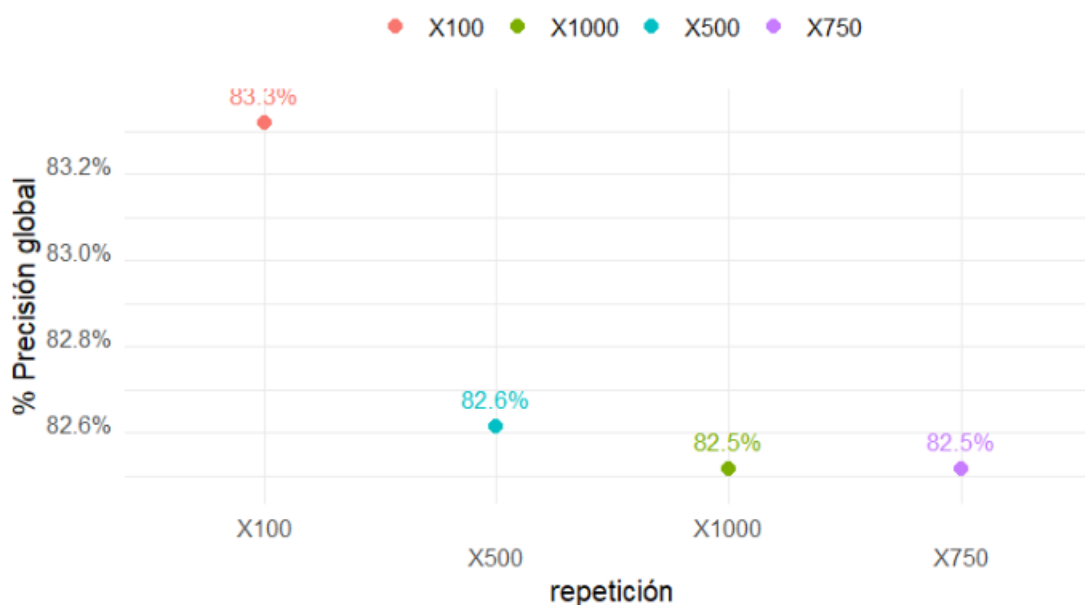
Para seleccionar el “minsplit” se identifica que los valores pequeños convergen hacia las mismas precisiones, mientras que los valores altos, generan reglas específicas que no permiten generalizar la interpretación de las reglas de decisión.

Por lo tanto, en el caso del “minsplit” se utilizaron distintos valores: 100, 500, 750 y 1000, como lo muestra la figura 19, el mejor “minsplit” para estos datos corresponde a 100, con una precisión global del 83,3%. La figura 20 evidencia que la precisión de no pobres es de 89,5 %, mientras que en la figura 21 se puede observar una precisión de pobres aproximadamente del 70,0 %.

Cuando los modelos son desbalanceados, la evidencia empírica muestra que se espera obtener precisiones mayores o iguales al 60,0 % en la categoría de interés, que en la presente investigación corresponde a los hogares pobres. Por lo tanto, a nivel de precisión de la categoría el modelo logra cumplir con lo esperado.

Figura 19

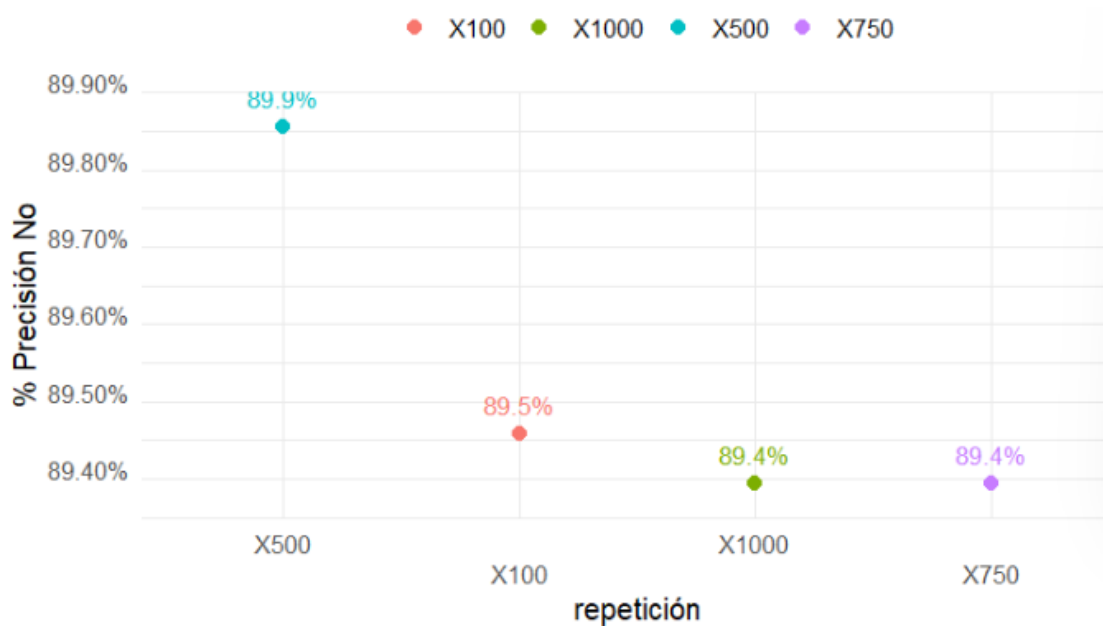
Costa Rica. Precisión global según “minsplit”.



Fuente: elaboración propia con datos de la ENIGH 2018-2019, ENAHO 2022.

Figura 20

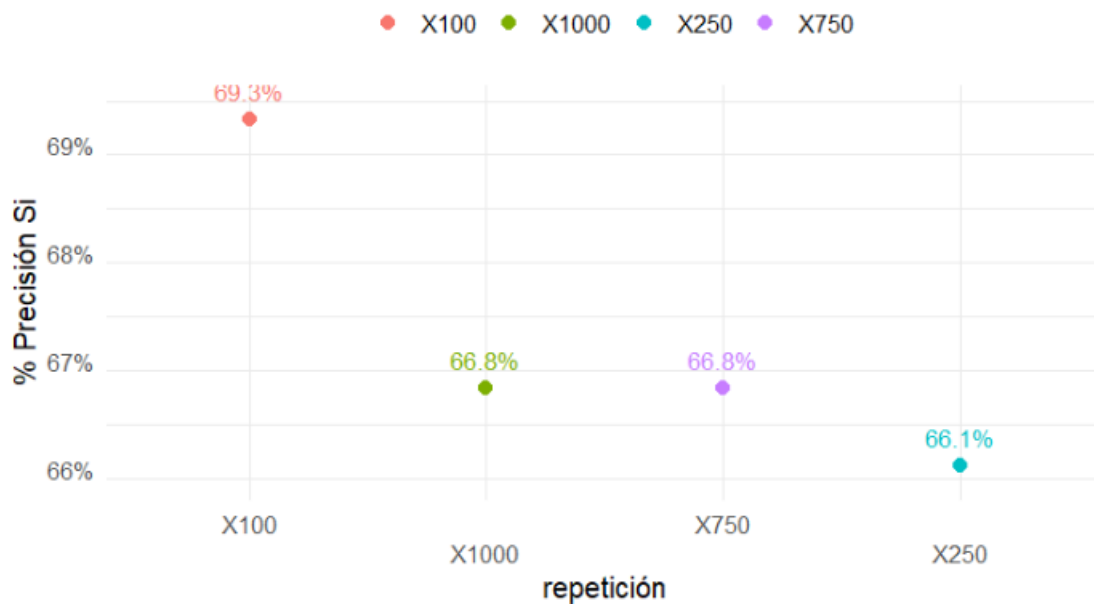
Costa Rica. Precisión de no pobres según “minsplit”.



Fuente: elaboración propia con datos de la ENIGH 2018-2019, ENAHO 2022.

Figura 21

Costa Rica. Precisión de pobres según “minsplit”.



Fuente: elaboración propia con datos de la ENIGH 2018-2019, ENAHO 2022.

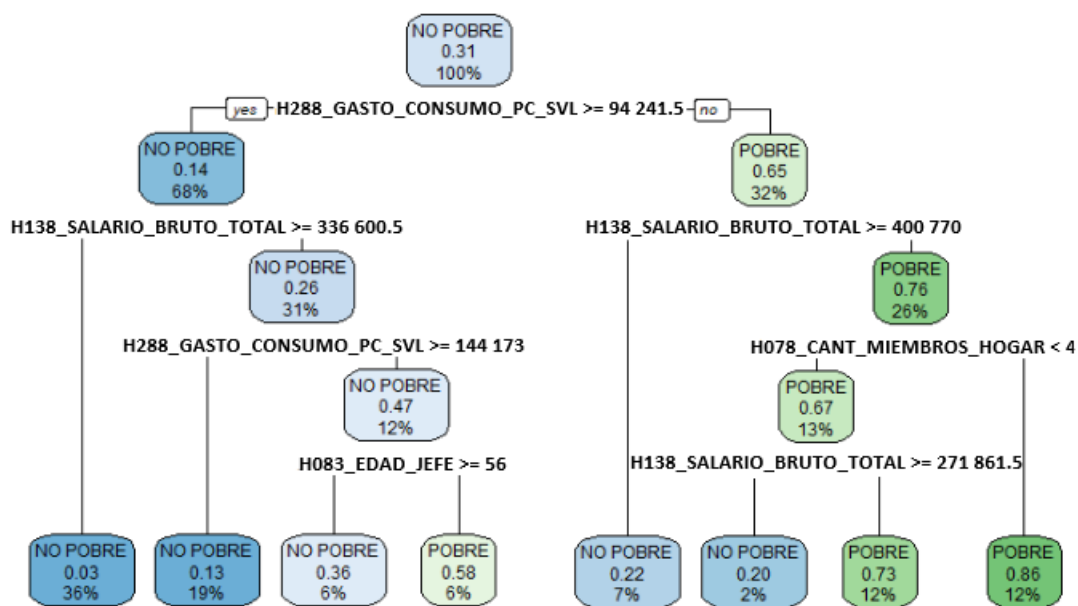
A partir la figura 22 del árbol de decisión, se obtienen reglas que indican si un hogar es pobre o no, en este caso se seleccionaron las reglas que indican si un hogar es pobre, y

que su probabilidad de ocurrencia sea igual o mayor al 65,0 % en los nodos intermedios o terminales:

- Regla 1 (probabilidad del 86,0 %): Cuando su gasto mensual de consumo per cápita sin valor locativo es menor a ₡94 241,5, el salario bruto total (suma de los salarios de todos los miembros del hogar) es menor a ₡400 770, y la cantidad de miembros es menor a 4.
- Regla 2 (probabilidad del 67,0 %): Cuando su gasto mensual de consumo per cápita sin valor locativo es menor a ₡94 241,5, el salario bruto total (suma de los salarios de todos los miembros del hogar) es menor a ₡400 770, y la cantidad de miembros es mayor a 4.
- Regla 3 (probabilidad del 73,0 %): Cuando su gasto mensual de consumo per cápita sin valor locativo es menor a ₡94 241,5, el salario bruto total (suma de los salarios de todos los miembros del hogar) es menor a ₡271 861,5, y la cantidad de miembros es mayor a 4. Se considera una regla más estricta.

Figura 22

Costa Rica. Árbol de decisión.



Fuente: elaboración propia con datos de la ENIGH 2018-2019, ENAHO 2022.

A través de las reglas de decisión se pueden caracterizar los hogares que se deben beneficiar del subsidio focalizado, por lo tanto, se pueden seleccionar las reglas que mejor se adapten al objetivo de cada investigación, en este caso se determina que un hogar es pobre cuando:

- Su gasto mensual de consumo per cápita sin valor locativo es menor a ₡94 241,5, el salario bruto total es menor a ₡400 770. Cabe destacar que implícitamente incorpora la cantidad de miembros del hogar en las reglas.

Por lo tanto, se propone que el subsidio se brinde a los hogares que cumplan con esas condiciones, lo que permitiría evitar filtraciones de hogares que no requieren el beneficio,

el criterio final para seleccionar y recopilar la información de esos hogares es competencia del Estado y las instituciones encargadas de velar por el bienestar social. En el caso de la ARESEP le corresponde definir la tarifa del servicio eléctrico residencial y se sugiere que en el pliego tarifario haga referencia a que esa tarifa se aplique a los hogares que cumplan las características para recibir el beneficio.

Cabe destacar que el esfuerzo para una correcta aplicación del subsidio proviene de una coordinación interinstitucional del Estado, instituciones de bienestar social, Aresep y las empresas distribuidoras encargadas del cobro de la tarifa del servicio eléctrico residencial. En el anexo 10, se realizó un árbol de decisión alternativo, que no considera los ingresos ni gastos de los hogares, con una precisión menor, pero que puede ser de utilidad para el Estado e instituciones de bienestar social, ya que obtener información de ingresos o gastos, en ocasiones, puede ser costoso a nivel operativo.

Capítulo 5: Conclusiones y recomendaciones

En este capítulo se presentan las conclusiones y recomendaciones obtenidas de la investigación, considerando los resultados del estudio realizado y los entes involucrados en el estudio.

De acuerdo con el primer objetivo, relacionado con la caracterización de la estructura de mercado y regulación económica del servicio eléctrico residencial, el Estado costarricense aplica la regulación económica para garantizar el acceso óptimo a los servicios públicos.

En el ámbito nacional, la ARESEP es el ente encargado de regular y fiscalizar la prestación de los servicios públicos, como parte de sus funciones debe elaborar metodologías, normas y reglamentos que establecen los parámetros a seguir por los operadores de cada servicio público, así como las responsabilidades de los usuarios de estos servicios. Su marco legal le brinda la potestad para fijar precios y tarifas, así como establecer la estructura tarifaria de cada servicio público regulado.

La Ley N°7593 Ley de la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos, establece su ámbito de competencia y funciones, como regular el suministro de energía eléctrica en las etapas de generación, transmisión, distribución y comercialización.

La distribución y comercialización de la energía eléctrica son las etapas más relacionadas con los hogares usuarios, ya que la distribución es la encargada del transporte de electricidad de bajo voltaje y la comercialización es la venta de electricidad a los usuarios finales.

En la fase de distribución participan 8 empresas distribuidoras: ICE, la CNFL, ESPH, JASEC y las cuatro cooperativas de electrificación rural, el ICE es el ente que tiene mayor participación en el mercado eléctrico costarricense, al tener las ventas totales más altas, gran porcentaje de territorio servido y la mayor cantidad de hogares abonados.

La CNFL, es la segunda empresa distribuidora con mayor cantidad de abonados residenciales y ventas, mientras que su territorio servido es muy importante ya que brinda servicio a casi todos los hogares abonados del Gran Área Metropolitana.

La energía eléctrica es un servicio regulado basado en una metodología tarifaria, que corresponde al cobro del servicio por bloques de consumo, donde cada uno representa el cobro progresivo del servicio.

La CNFL mantienen una estructura tarifaria de cuatro bloques de consumo, mientras las cooperativas de electrificación rural poseen una estructura de tres bloques, en el caso del ICE, en enero del 2022 se modificó su estructura tarifaria a cinco bloques de consumo. Sin embargo, la variación en la estructura tarifaria no afectó la aplicación del subsidio, por tanto, se sigue implementando por nivel de consumo.

En la investigación, se estimó la elasticidad precio de la demanda del servicio de energía eléctrica residencial, al ser un servicio esencial se considera necesario conocer cómo reacciona la cantidad demandada ante un aumento en el precio, para este servicio el resultado obtenido es de -0,9, por tanto, ante un aumento del 1 % en el precio promedio del kWh hay una disminución cercana al 0,9 % de la demanda eléctrica.

Como resultado de lo anterior, un aumento del precio del servicio eléctrico residencial genera que los hogares usuarios disminuyan su demanda, no obstante, no lo pueden eliminar o sustituir por ser un servicio que cubre una necesidad básica.

De igual forma, se calculó la elasticidad-ingreso de la demanda, de la cual se obtuvo como resultado 0,5, lo cual muestra una relación positiva, ante un aumento del 1 % en el PIB per cápita, la demanda energía eléctrica residencial incrementa en 0,5 %.

Se realizó el cálculo del costo medio de prestar el servicio por empresa distribuidora y se aproximó el monto del subsidio por bloque de consumo y operador, permitiendo identificar que en el ICE el subsidio por nivel de consumo se percibe hasta el bloque de 250 kWh, en la ESPH hasta los 360 kWh, COOPELESCA lo percibe hasta los 270 kWh y el resto de las empresas distribuidoras el beneficio se recibe hasta el bloque de los 200 kWh.

Respecto de los hogares que consumen más de 200 kWh pagan un precio mayor por el consumo de electricidad que el costo medio de producirla, por tanto, se trata de mantener una estructura tarifaria progresiva.

En el caso del ICE, ESPH, COOPELESCA y COOPESANTOS más del 75,0 % de los clientes percibieron el subsidio, en la CNFL y COOPEGUANACASTE los beneficiados son aproximadamente el 50,0 %, finalmente, en JASEC más del 40,0 % de los hogares abonados reciben subsidio vía tarifa eléctrica. COOPEALFARORUIZ no se incluye dentro del estudio porque no tiene datos recientes disponibles.

El método de aplicación del subsidio por nivel de consumo supone que los hogares más pobres se ubican en un consumo inferior o igual a los 200 kWh, sin embargo, no necesariamente el subsidio está siendo percibido por los hogares en condición de pobreza y pobreza extrema, ya que la asignación por nivel de consumo no considera de forma explícita la condición socioeconómica de los hogares.

Como parte de los resultados se determinó el efecto que tiene el gasto en electricidad sobre el ingreso disponible de los hogares y la importancia del subsidio por nivel de consumo sobre el gasto en electricidad de los hogares.

El estudio se enfoca en los hogares que reciben el servicio eléctrico residencial del ICE y la CNFL, ya que la información de suministro de energía eléctrica para las demás empresas distribuidoras se encuentra agrupada dentro de la ENIGH.

En el caso de los hogares abonados del ICE, los hogares ubicados en los primeros quintiles son los que gastan mayor porcentaje de su ingreso en el pago del servicio de electricidad, respecto a los últimos quintiles los resultados evidencian que conforme mayor es el ingreso menos significativo es el gasto en electricidad.

Para la CNFL se obtiene un resultado similar al del ICE, dado que el pago del servicio de electricidad es un gasto más representativo para los hogares ubicados en los primeros quintiles, por el contrario, en los últimos quintiles este gasto es menos importante.

De igual forma, se realizó la estimación del cálculo del gasto en electricidad sin subsidio con la información del ICE y la CNFL, en ambos casos se obtuvo un incremento generalizado en el porcentaje del gasto siendo mayor en los hogares ubicados en los primeros tres quintiles de ingreso.

En el ICE los resultados mostraron que los hogares más pobres deben destinar un 2,8% adicional al pago del servicio de electricidad, mientras que los hogares ubicados en el último quintil, el efecto de la eliminación del subsidio tan solo es de un 0,2 % en el gasto.

En la CNFL los hogares ubicados en el primer quintil tendrían que pagar un 4,4 % adicional por la electricidad, mientras que en los hogares con mayor poder adquisitivo el gasto sería de 0,3 %.

Por lo tanto, un incremento de la tarifa eléctrica residencial provocada por la eliminación del subsidio causa un aumento generalizado en el pago del servicio de electricidad, pero afectaría en mayor proporción a los hogares más pobres.

Como complemento, se analizaron los efectos distributivos que tiene el subsidio sobre los ingresos de los hogares, se realizó el cálculo del coeficiente de Gini para el total del país y por región de planificación, para el ICE y la CNFL. Los resultados mostraron que el subsidio es tan bajo que no genera variaciones importantes en el ingreso para afectar el Coeficiente de Gini.

Las estimaciones del Coeficiente de Gini para el ICE evidenciaron que la región Huetar Norte tiene el coeficiente de Gini más cercano a 0, siendo de un 0,33, lo cual indica una mejor distribución del ingreso, por el contrario, la Huetar Atlántica tiene el Coeficiente más alto, lo que genera que esta región sea la de mayor desigualdad respecto al resto de regiones de planificación.

La CNFL brinda el servicio eléctrico residencial únicamente en la región Central, por tanto, el único cálculo realizado es para esta región, el resultado obtenido con o sin subsidio del Coeficiente de Gini corresponde a un 0,40, este coeficiente evidencia que el subsidio no afecta la distribución del ingreso de los hogares.

Para complementar los cálculos del Coeficiente de Gini, se graficó la curva de Lorenz para los datos del total del país y por región de planificación para el ICE y la CNFL.

En el ICE la curva de Lorenz para el total país y las regiones de planificación, evidencian que hay desigualdad con o sin subsidio, porque no existe un mayor cambio cuando se aplica el subsidio dado que no hay mejoras en la distribución del ingreso de los hogares.

La figura de la curva de Lorenz de la CNFL demostró resultados similares a los obtenidos con la información del ICE, ambas curvas están por debajo de la línea de perfecta igualdad, indicando que existe desigualdad en la distribución de los ingresos, aun aplicando el subsidio por nivel de consumo no hay mejoras en su ingreso.

Para evaluar la eficiencia distributiva por nivel de consumo, se realizó una validación utilizando la información del ENIGH y los umbrales de ingreso de la ENAHO, para clasificar los hogares en no pobres, pobres y pobreza extrema.

De los hogares que reciben energía eléctrica del ICE de la zona rural y urbana, la mayoría se clasifican como no pobres, demostrando que, según el método de la línea de pobreza, la mayor parte de los hogares no requieren el subsidio eléctrico residencial.

Por otra parte, los hogares que reciben el servicio eléctrico de la CNFL y que residen en la zona urbana son en su mayoría no pobres, mientras que en la zona rural el porcentaje de hogares se distribuye más proporcionalmente entre pobres (incluye pobreza extrema) y no pobres.

Para complementar el cálculo por la línea de pobreza, se realizó una revisión de la información desagregada por zona, quintil de ingreso y condición socioeconómica por empresa distribuidora.

Para el ICE y la CNFL la desagregación por zona, quintil de ingreso y condición socioeconómica, evidenció que los hogares en situación de pobreza y pobreza extrema de la zona urbana se encuentran en el primer y segundo quintil; en la zona rural únicamente en el primer quintil de ingresos se identifican hogares en condición de pobreza y pobreza extrema.

Adicionalmente, se hizo una desagregación por bloques de consumo, ya que el subsidio se aplica según el rango de consumo de los hogares, por lo que se requiere identificar la condición socioeconómica de los hogares que reciben el subsidio.

En el ICE, se evidenció que los hogares de los primeros quintiles en condiciones de pobreza, en la zona urbana y rural, no reciben el subsidio por el suministro de electricidad residencial en la tarifa dado el bloque de consumo en el que se encuentran. Además, del segundo al quinto quintil se identificaron hogares no pobres que pagaron un servicio eléctrico residencial subsidiado, aunque tenían una condición socioeconómica que les permitía pagar una tarifa sin subsidio.

Respecto de los resultados de la CNFL, en la zona urbana se obtuvo que hay hogares en situación de pobreza que no se benefician del subsidio porque tienen un consumo eléctrico mensual superior a los 200 kWh. Además, hogares no pobres que se ubican en los últimos quintiles pagan una tarifa subsidiada debido a que registran un consumo inferior a los 200 kWh.

En la zona rural ninguno de los hogares en situación de pobreza y pobreza extrema, ubicados en el primer quintil reciben el subsidio eléctrico vía tarifa, porque mantienen un consumo por encima del rango subsidiado. También, se evidenció que la mitad de los hogares del último quintil de ingreso, que no requieren el subsidio, pagan una tarifa subsidiada dado el consumo mensual que registran estos hogares.

Respecto de la propuesta de focalización se evidenció que se pueden caracterizar los hogares pobres (incluye hogares en condición de pobreza y pobreza extrema) de acuerdo con su gasto mensual de consumo per cápita sin valor locativo, el salario bruto total de los miembros del hogar y la cantidad de miembros.

A partir, de estas tres variables se puede obtener información para determinar si un hogar debe o no obtener el subsidio, se propone que el subsidio se brinde a los hogares que cumplan con un gasto mensual de consumo per cápita sin valor locativo menor a ₡94 241,5 y un salario bruto total menor a ₡400 770, y se solicite la cantidad de miembros del hogar para hacer validaciones de las variables como clasificar a los hogares según el tipo de miembros de hogar (menores de edad, adultos mayores, personas con discapacidad, otros) que sirvan de insumo para la toma de decisiones, dicha propuesta puede complementarse con criterios que así lo establezca el Estado y las instituciones de bienestar social.

Se creó una propuesta alternativa, que no incluye ingresos ni gastos, con el fin de brindar otro mecanismo que permita reducir costos operativos, a pesar de que su precisión no es muy elevada, es relevante de analizar por lo sensible que es solicitar información de

ingresos y gastos, se propone que el subsidio se brinde a los hogares que cumplan con las siguientes características: escolaridad del jefe de hogar menor a 11 años, cantidad de miembros del hogar mayor a 4 y miembros ocupados del hogar menor a 2.

Es relevante aclarar que para seleccionar y recopilar la información de esos hogares es competencia del Estado y las instituciones de bienestar social. La ARESEP, como ente regulador, le corresponde definir la tarifa del servicio eléctrico residencial, se sugiere que en el pliego tarifario haga referencia a que esa tarifa se aplique a los hogares que cumplan las características para recibir el beneficio.

Es recomendable que se creen alianzas con otras instituciones públicas que se encargan de identificar y ayudar al desarrollo de los hogares en condición de pobreza y pobreza extrema, permitiendo facilitar la obtención de información para la focalización del subsidio y asegurar el alcance a los hogares de menores ingresos. Por tanto, se pueden crear coordinaciones interinstitucionales para la efectiva aplicación del subsidio, que involucre a todos los entes competentes.

En la investigación se propone un mecanismo de asignación del subsidio aplicado a la tarifa residencial del servicio de energía eléctrica como una alternativa para mejorar la eficiencia distributiva de este beneficio.

Con base en los resultados obtenidos, se recomienda modificar la forma de aplicación del subsidio por nivel de consumo en la tarifa eléctrica residencial por el método de focalización, se sugiere que se implemente mediante el diseño de una estructura tarifaria del servicio de electricidad con un esquema de subsidio financiado por los ingresos tarifarios del mismo sector residencial. Incorporando un mecanismo que mejore la asignación y cobertura del subsidio en beneficio de los hogares en condición de pobreza y pobreza extrema, evitando filtraciones de hogares que no lo requieran.

Una propuesta es utilizar métodos predictivos para la focalización del subsidio eléctrico residencial, que brindan un conjunto de herramientas para pronosticar resultados probables a futuro, se identificó que el más recomendado para el estudio de este tema son los árboles de decisión, que brindan criterios que permiten caracterizar los hogares pobres y no pobres.

Parte de los hallazgos del estudio, mostró la necesidad de que el INEC mejore la publicación de la información de la ENIGH, evidenciando que se deben desagregar los datos del suministro de energía eléctrica por empresa distribuidora, lo que permitiría realizar un análisis por empresa, siendo un insumo relevante para la ARESEP.

Otro de los hallazgos, es la importancia de que las empresas distribuidoras de energía eléctrica soliciten un estudio tarifario ordinario por año, por lo que se sugiere a la ARESEP buscar un mecanismo que permita la aplicación de estos estudios en el periodo indicado de manera obligatoria, dado que en esos estudios se cuenta con información relevante para determinar la eficiencia del subsidio.

Con base en lo anterior, se espera que la investigación sea un insumo para la toma de decisiones, con el objetivo de modificar la asignación del subsidio en la tarifa del servicio de electricidad residencial para que este beneficio sea recibido por los hogares en condición de pobreza y pobreza extrema, contribuyendo a las acciones para la superación de esta condición, en pro de la inclusión social y el desarrollo del país.

Referencias

- Academia de Centroamérica. (2017). *El sector eléctrico en Costa Rica*. Recuperado de <https://www.academiaca.or.cr/wp-content/uploads/2017/05/El-sector-ele%CC%81ctrico-en-Costa-Rica.pdf>
- Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (s.f). Diccionario de Términos Regulatorios utilizados en Costa Rica. Recuperado de <https://ARESEP.go.cr/diccionario>
- Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (2015). *Metodología tarifaria ordinaria para el servicio de distribución de energía eléctrica brindado por operadores públicos y cooperativas de electrificación rural*. Recuperado de https://ARESEP.go.cr/images/documentos/Metodologias/Energia/Gaceta_154_ALCA_6_3_2015.pdf
- Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (2020). Aplicación anual para el periodo de 2021 de la "Metodología para el ajuste extraordinario de las tarifas del servicio de electricidad producto de variaciones en el costo de los combustibles utilizados en la generación térmica para el consumo nacional y las importaciones netas de energía eléctrica del mercado eléctrico regional, (CVG)". RE-0132-IE-2020. Recuperado de http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?nValor1=1&nValor2=93248
- Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (2017). *Plan Estratégico Institucional (PEI) 2017-2022*. Recuperado de https://ARESEP.go.cr/images/documentos/PEI_2012_2016_aprobado_septiembre_2_011.pdf
- Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (2017). *Propuesta para la Reestructuración de la Tarifa Residencial (T-RE) de los Servicios de Distribución de Electricidad de todas la Empresas Distribuidoras del País*.
- Banco Mundial (2006). Agua, electricidad y pobreza. ¿Quién se beneficia de los subsidios a los servicios públicos? Recuperado de <http://documentos.bancomundial.org/curated/es/965011468340240594/pdf/343340SPANISH0101OFFICIAL0USE0ONLY1.pdf>
- Barrantes, A. (2006). *Informe sobre los subsidios actuales en las tarifas del servicio eléctrico*.
- Barrantes, A. (2000). *Proceso de Convergencia Tarifaria del Sector Eléctrico Costarricense*. (Tesis de maestría). Universidad de Costa Rica, San Pedro, Costa Rica.
- Breiman, L., Friedman, J., Olshen, R., & Stone, C. (1984). *Classification and Regression Trees* (primera edición). Estados Unidos: Chapman and Hall/CRC.
- Cuadras, C. (2004). *Análisis Multivariante*. Recuperado de <http://www.ub.edu/stat/personal/cuadras/amcast.pdf>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2001). *Consideraciones sobre el índice de Gini para medir la concentración del ingreso*. Recuperado de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/4788/S01020119_es.pdf?...1

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2009). *Contribución de los servicios energéticos a los Objetivos de Desarrollo del Milenio y a la mitigación de la pobreza en América Latina y El Caribe*. Recuperado de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/3724/1/S2009634_es.pdf

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2014). *Estudio de tarifas de energía en Costa Rica: acceso, sostenibilidad e integración*. Recuperado de https://apps2.ARESEP.go.cr/SINDI/Views/Et_estudioTarifario.aspx#

Decreto Ejecutivo N°38954-MTSS-MDHIS-MIDEPLAN. Sistema Costarricense de Información Jurídica, Costa Rica, 21 de noviembre de 2017.

Decreto Ejecutivo N°39219-MINAE. Sistema Costarricense de Información Jurídica, Costa Rica, 14 de setiembre de 2015.

Decreto Ejecutivo N°40508-MINAE. Sistema Costarricense de Información Jurídica, Costa Rica, 04 de julio de 2017.

Dirección Sectorial de Energía (DSE). (2009). *Análisis y Aplicación de la Política de Precios de la Energía*. Recuperado de https://sepse.go.cr/documentos/ANALISIS_Y_APLICACION_POLITICA_PRECIOS_EN_ERGIA_2009.pdf

Domingo, R, Ponce, J., & Zipitría, L. (2016). *Regulación económica para economías en desarrollo*. Departamento de Economía - FCS, Universidad de la República, Montevideo. Recuperado de <http://cienciassociales.edu.uy/departamentodeeconomia/wp-content/uploads/sites/2/2014/06/Libro-Regulaci%C3%B3n-ele.pdf>

Fondo de Inclusión Social Energética (2015). *Eficiencia de un Subsidio Energético Focalizado. Experiencia del Administrador del Fondo de Inclusión Social Energética*. Recuperado de <http://www.fise.gob.pe/pags/PublicacionesFISE/Eficiencia-subsidio-energetico-focalizado.pdf>

Fondo Monetario Internacional (2015). *How Large Are Global Energy Subsidies?* Recuperado de <https://www.imf.org/external/pubs/ft/wp/2015/wp15105.pdf>

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación (sexta edición)*. México: McGraw-Hill.

Hernández, R. y Mendoza, C. (2018). Hernández-Sampieri, R. & Mendoza, C (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta (segunda edición)*. México: McGraw-Hill.

Herrera, R. (2013). *La eficiencia y la equidad en los sectores público y privado: economía distributiva y justicia social*. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/318219576_La_eficiencia_y_la_equidad_en_los_sectores_publico_y_privado_economia_distributiva_y_justicia_social

Ley de la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos. 1a. ed. -San José, CR: ARESEP.2008.

Marchionni, M, Sosa, W., & Alejo, J. (2008). *Efectos Distributivos de Esquemas Alternativos de tarifas Sociales: Una Exploración Cuantitativa*. Recuperado de http://www.cedlas.econo.unlp.edu.ar/wp/wp-content/uploads/doc_cedlas69.pdf

Mastronardi, L. y Mayer, M. (2015). *Quita de Subsidios a la Energía en Argentina: Análisis de Bienestar Mediante un MEGC*. Estudios Económicos, 49, pp. 47-71. Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/282337348> *Quita de Subsidios a la Energía en Argentina Analisis de bienestar mediante un MEGC*

Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE). (2015). *VII Plan Nacional de Energía 2015-2030*. Recuperado de https://cambioclimatico.go.cr/wp-content/uploads/2018/08/VII_Plan_Nacional_de_Energia_2015-2030.pdf

Ministerio de Ambiente y Energía e Instituto Mixto de Ayuda Social. (2017). Plan Intersectorial para la Aplicación de Mecanismos de Apoyo a Grupos Sociales Vulnerables desde el Sector Eléctrico. Recuperado de <http://www.pgrweb.go.cr/DocsDescargar/Normas/No%20DE-40508/Version1/plan-intersectorial-grupos-vulnerables-sector-electrico.pdf>

Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica. (2014). *Plan Nacional de Desarrollo 2015-2018 “Alberto Cañas Escalante”*. Recuperado de https://www.mivah.go.cr/Documentos/politicas_directrices_planes/PND-2015-2018-Alberto-Canas-Escalante.pdf

Núñez, M. (2017). *Empresarios apoyan electricidad [sic] solidaria pero enfatizan en controles*. Semanario Universidad.

Organización de las Naciones Unidas (2019). Objetivos de Desarrollo Sostenible. Recuperado de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

Organización Internacional del Trabajo (s.f). *Utilities (water, gas, electricity) sector*. Recuperado de <https://www.ilo.org/global/industries-and-sectors/utilities-water-gas-electricity/lang--en/index.htm>

Organización Latinoamericana de Energía (2007). Focalización de los subsidios a los combustibles en América Latina y el Caribe. Recuperado de <http://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/old0055.pdf>

Organización Latinoamericana de Energía (2013). La tarifa social de la energía en América Latina y el Caribe. Recuperado de <http://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/old0314.pdf>

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (1993). *Glossary of Industrial Organisation Economics and Competition Law*. Recuperado de <https://www.oecd.org/regreform/sectors/2376087.pdf>

Otoya, M. (2004). *Evaluación del impacto económico, social y ambiental del subsidio eléctrico para el sector residencial del ICE en Costa Rica*. Tesis de grado. Centro Internacional de Política Económica para el Desarrollo Sostenible (CINPE-UNA).

Pindyck, R. & Rubinfeld, D. (2009). *Microeconomía (séptima edición)*. Madrid: PEARSON EDUCACIÓN, S.A.

Steiner, F. (2002). Regulación, estructura industrial y desempeño en la industria eléctrica. Recuperado de <http://www.oecd.org/economy/reform/2731995.pdf>

Stiglitz, J. (2000). *La economía del sector público. (tercera edición)*. Barcelona: Antony Bosch, editor.

Varian, H. (2006). *Microeconomía intermedia: un enfoque actual (séptima edición)*. Barcelona: Antony Bosch, editor.

Anexos

Anexo 1. Resultados del modelo de elasticidad

Como se observa en la figura 23, los signos son los esperados y las variables son estadísticamente representativas a un nivel de significancia del 5%. Respecto al coeficiente de bondad de ajuste implica que los datos se ajustan bien y que las variables independientes explican en un 99% la variable dependiente.

Respecto a la multicolinealidad, el elevado R^2 que presenta el modelo sugiere la presencia de multicolinealidad, pero se realizaron los ajustes necesarios, como eliminar las variables no significativas, y se concluye que no se omiten variables importantes. Como se explica en Gujarati (2009) la multicolinealidad es problema de deficiencia de datos (micronumerosidad) y a veces no hay opción respecto a los datos disponibles.

Sin embargo, en este modelo se considera que no es un problema grave, como se afirma en Gujarati (2009) “la multicolinealidad puede no representar un problema grave. Es el caso en el cual se tiene un R^2 elevada y los coeficientes de regresión son significativos individualmente como lo demuestran los altos valores de t ” (p. 347).

Además, hay otras investigaciones que han demostrado que los modelos de elasticidad del sector de energía eléctrica residencial presentan multicolinealidad tal es el caso de la tesis *Evaluación del impacto económico, social y ambiental del subsidio eléctrico para el sector residencial del ICE en Costa Rica*, elaborada por Marco Otoya que identifica la multicolinealidad en estos modelos.

Figura 23

Costa Rica. Resultados generales del modelo de elasticidad, 2000-2022.

Dependent Variable: LOG(VENTENER)

Method: Least Squares

Date: 03/16/23 Time: 13:52

Sample (adjusted): 2000 2022

Included observations: 23 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	3.160841	1.446951	2.184484	0.0417
LOG(PIB)	0.467349	0.170453	2.741811	0.0130
LOG(PRECIOELECT)	-0.982585	0.262975	-3.736417	0.0014
LOG(VENTENER(-1))	0.522422	0.138562	3.770308	0.0013
R-squared	0.994804	Mean dependent var		19.03272
Adjusted R-squared	0.993983	S.D. dependent var		0.700565
S.E. of regression	0.054341	Akaike info criterion		-2.830303
Sum squared resid	0.056106	Schwarz criterion		-2.632826
Log likelihood	36.54849	Hannan-Quinn criter.		-2.780638
F-statistic	1212.494	Durbin-Watson stat		1.972877
Prob(F-statistic)	0.000000			

Fuente: elaboración propia con datos de la ARESEP y BCCR.

Con base en la prueba del estadístico Durbin-Watson (“d”), se plantean las siguientes pruebas de hipótesis.

H_0 = No hay autocorrelación

H_1 = Hay autocorrelación

A un nivel de significancia del 5%, una muestra de 23 observaciones, $k=2$ (sin tomar el intercepto) y con un Durbin-Watson de 1.972877 se obtienen los siguientes límites: $dL=1.168$, $dU=1.543$, $4-dL=2.832$ y $4-dU=2.457$.

Con esta información se concluye que existe evidencia estadística para no rechazar la hipótesis nula de no autocorrelación, debido a que el Durbin Watson cae en la zona de aceptación de la H_0 porque es muy cercano a 2.

De igual manera, se realizaron dos pruebas adicionales para determinar si el modelo tiene autocorrelación. En la tabla 13, se muestra el correlograma de los residuos al cuadrado, se evidencia que no hay autocorrelación.








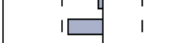





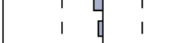




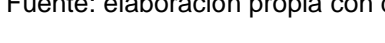
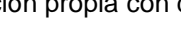
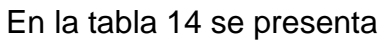

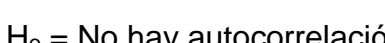

Figura 24

Costa Rica. Correlograma de residuos al cuadrado, 2000-2022.

Date: 03/16/23 Time: 13:57

Sample (adjusted): 2000 2022

Q-statistic probabilities adjusted for 1 dynamic regressor

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob*
		1 -0.014	-0.014	0.0052	0.943
		2 -0.392	-0.392	4.2043	0.122
		3 -0.075	-0.105	4.3680	0.224
		4 0.221	0.072	5.8428	0.211
		5 0.025	-0.035	5.8629	0.320
		6 -0.389	-0.346	10.982	0.089
		7 -0.034	-0.063	11.025	0.138
		8 -0.000	-0.361	11.025	0.200
		9 0.059	-0.118	11.170	0.264
		10 0.029	-0.092	11.207	0.342
		11 0.037	-0.043	11.271	0.421
		12 0.117	-0.006	11.983	0.447

Fuente: elaboración propia con datos de la ARESEP y BCCR.

En la tabla 14 se presenta la prueba Breusch – Godfrey.

H_0 = No hay autocorrelación

H_1 = Hay autocorrelación

A un nivel de significancia del 5%, se concluye que existe evidencia estadística para no rechazar la hipótesis nula de no autocorrelación ($0,0942 > 0,05$).

Figura 25

Costa Rica. Prueba Breusch - Godfrey, 2000-2022.

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:

Null hypothesis: No serial correlation at up to 2 lags

F-statistic	2.198027	Prob. F(2,17)	0.1416
Obs*R-squared	4.725603	Prob. Chi-Square(2)	0.0942

Test Equation:

Dependent Variable: RESID

Method: Least Squares

Date: 03/16/23 Time: 13:59

Sample: 2000 2022

Included observations: 23

Presample missing value lagged residuals set to zero.

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.531648	1.459315	0.364314	0.7201
LOG(PIB)	-0.207073	0.216509	-0.956419	0.3523
LOG(PRECIOELECT)	0.178230	0.267281	0.666826	0.5138
LOG(VENTENER(-1))	0.171837	0.177381	0.968743	0.3463
RESID(-1)	-0.187167	0.279016	-0.670809	0.5114
RESID(-2)	-0.517931	0.247207	-2.095130	0.0514
R-squared	0.205461	Mean dependent var	-1.08E-15	
Adjusted R-squared	-0.028227	S.D. dependent var	0.050500	
S.E. of regression	0.051208	Akaike info criterion	-2.886383	
Sum squared resid	0.044578	Schwarz criterion	-2.590168	
Log likelihood	39.19341	Hannan-Quinn criter.	-2.811886	
F-statistic	0.879211	Durbin-Watson stat	2.094914	
Prob(F-statistic)	0.515770			

Fuente: elaboración propia con datos de la ARESEP y BCCR.

Para determinar si los parámetros del modelo de regresión poseen las varianzas mínimas se plantean las siguientes hipótesis:

$$H_0 = \sigma_i^2 = \sigma^2 = \text{Homocedasticidad}$$

$$H_1 = \sigma_i^2 \neq \sigma^2 = \text{Heterocedasticidad}$$

Se realizaron las pruebas Breusch – Pagan – Godfrey (B-PG) y la prueba de White, como se muestran en la figura 26 y 27 respectivamente, se puede concluir que no existe evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula, es decir, que el modelo es homocedástico, B-PG (0,6801 > 0,05) y White (0,7378 > 0,05).

Figura 26

Costa Rica. Prueba de heteroscedasticidad Breusch – Pagan – Godfrey, 2000-2022.

Heteroskedasticity Test: Breusch-Pagan-Godfrey
Null hypothesis: Homoskedasticity

F-statistic	0.444823	Prob. F(3,19)	0.7237
Obs*R-squared	1.509396	Prob. Chi-Square(3)	0.6801
Scaled explained SS	1.552495	Prob. Chi-Square(3)	0.6702

Test Equation:
Dependent Variable: RESID^2
Method: Least Squares
Date: 03/16/23 Time: 14:01
Sample: 2000 2022
Included observations: 23

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.104931	0.119938	0.874874	0.3926
LOG(PIB)	0.001140	0.014129	0.080714	0.9365
LOG(PRECIOELECT)	-0.024409	0.021798	-1.119766	0.2768
LOG(VENTENER(-1))	-0.001061	0.011485	-0.092374	0.9274
R-squared	0.065626	Mean dependent var	0.002439	
Adjusted R-squared	-0.081907	S.D. dependent var	0.004330	
S.E. of regression	0.004504	Akaike info criterion	-7.810777	
Sum squared resid	0.000385	Schwarz criterion	-7.613300	
Log likelihood	93.82393	Hannan-Quinn criter.	-7.761112	
F-statistic	0.444823	Durbin-Watson stat	2.670186	
Prob(F-statistic)	0.723747			

Fuente: elaboración propia con datos de la ARESEP y BCCR.

Figura 27

Costa Rica. Prueba de heteroscedasticidad White, 2000-2022.

Heteroskedasticity Test: White
Null hypothesis: Homoskedasticity

F-statistic	0.500849	Prob. F(7,15)	0.8198
Obs*R-squared	4.357338	Prob. Chi-Square(7)	0.7378
Scaled explained SS	4.481757	Prob. Chi-Square(7)	0.7229

Test Equation:
Dependent Variable: RESID^2
Method: Least Squares
Date: 03/16/23 Time: 14:03
Sample: 2000 2022
Included observations: 23
Collinear test regressors dropped from specification

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	16.56364	19.13237	0.865739	0.4003
LOG(PIB)^2	0.031400	0.033450	0.938711	0.3627
LOG(PIB)*LOG(PRECIOELECT)	-0.136279	0.183549	-0.742468	0.4693
LOG(PIB)*LOG(VENTENER(-1))	-0.021553	0.026330	-0.818543	0.4259
LOG(PIB)	-0.380622	0.531684	-0.715881	0.4851
LOG(PRECIOELECT)^2	0.722531	0.639798	1.129311	0.2765
LOG(PRECIOELECT)*LOG(VENTENER(-1))	0.109012	0.132945	0.819982	0.4251
LOG(PRECIOELECT)	-5.519917	6.309197	-0.874900	0.3954
R-squared	0.189449	Mean dependent var	0.002439	
Adjusted R-squared	-0.188807	S.D. dependent var	0.004330	
S.E. of regression	0.004722	Akaike info criterion	-7.605114	
Sum squared resid	0.000334	Schwarz criterion	-7.210159	
Log likelihood	95.45881	Hannan-Quinn criter.	-7.505784	
F-statistic	0.500849	Durbin-Watson stat	3.089229	
Prob(F-statistic)	0.819758			

Fuente: elaboración propia con datos de la ARESEP y BCCR.

Para revisar la normalidad del modelo, se revisa la probabilidad por el Jarque Bera, la cual se establece por medio de hipótesis nula para saber si posee o no normalidad.

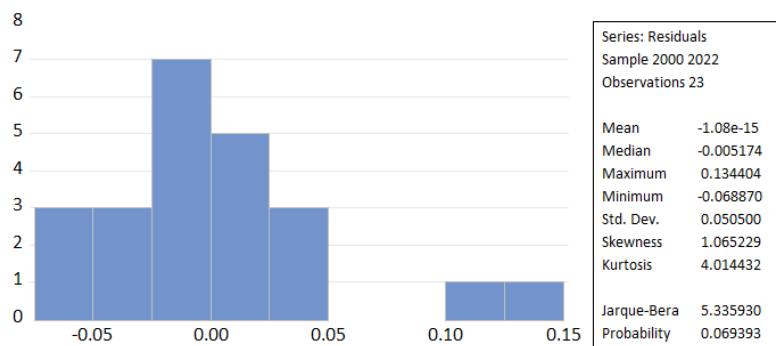
$H_0: \mu \sim \text{Normal}$

$H_1: \mu \sim \text{No normal}$

Los resultados de la prueba de normalidad del Jarque Bera, determinan que a un nivel de significancia del 5% y una probabilidad de 0,069393 ($0,069393 > 0,05$) no existe evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula, es decir, el modelo tiene una distribución normal. Además, la curtosis es de 5,335930 por lo cual tiene una altura aproximadamente normal, y concentra los valores en torno a su media, el sesgo está dentro de los estándares establecidos, aunque lo ideal es que sea cero.

Figura 28

Costa Rica. Prueba de normalidad Jarque Bera, 2000-2022.



Fuente: elaboración propia con datos de la ARESEP y BCCR.

Anexo 2. Estructura del gasto de los hogares que reciben electricidad del ICE

Tabla 11

Costa Rica. Estructura del gasto con y sin subsidio en colones para los hogares que reciben electricidad del ICE por región de planificación según quintil de ingreso per cápita 2019.

Regiones de planificación	Quintiles					
	Total	I	II	III	IV	V
Costa Rica						
Consumo en kWh/mes	142,4	143,7	145,0	142,0	139,5	141,6
Gasto promedio en electricidad con subsidio en colones	11 840,0	11 954,0	12 060,0	11 807,0	11 600,0	11 781,0
Gasto promedio en electricidad sin subsidio en colones	13 646,0	13 772,0	13 905,0	13 612,0	13 368,0	13 574,0
Región Brunca						
Consumo en kWh/mes	81,7	141,7	147,3	146,1	157,7	143,5
Gasto promedio en electricidad con subsidio en colones	12 248,0	11 782,0	12 255,0	12 148,0	13 116,0	11 937,0
Gasto promedio en electricidad sin subsidio en colones	14 114,0	13 582,0	14 117,0	14 006,0	15 106,0	13 757,0
Región Central						
Consumo en kWh/mes	79,3	146,2	148,3	136,9	138,3	144,5
Gasto promedio en electricidad con subsidio en colones	11 881,0	12 160,0	12 332,0	11 389,0	11 504,0	12 020,0
Gasto promedio en electricidad sin subsidio en colones	13 690,0	14 005,0	14 211,0	13 118,0	13 250,0	13 869,0
Región Chorotega						
Consumo en kWh/mes	78,2	144,0	139,1	150,1	147,7	123,4
Gasto promedio en electricidad con subsidio en colones	11 717,0	11 977,0	11 572,0	12 485,0	12 289,0	10 262,0
Gasto promedio en electricidad sin subsidio en colones	13 496,0	13 794,0	13 337,0	14 379,0	14 153,0	11 819,0
Huetar Atlántica						
Consumo en kWh/mes	76,8	140,4	139,5	143,7	134,5	134,3
Gasto promedio en electricidad con subsidio en colones	11 516,0	11 673,0	11 599,0	11 949,0	11 190,0	11 169,0
Gasto promedio en electricidad sin subsidio en colones	13 268,0	13 457,0	13 359,0	13 762,0	12 898,0	12 864,0
Huetar Norte						
Consumo en kWh/mes	78,6	141,4	145,4	141,7	122,9	157,2

Gasto promedio en electricidad con subsidio en colones	11 790,0	11 764,0	12 097,0	11 790,0	10 226,0	13 074,0
Gasto promedio en electricidad sin subsidio en colones	13 592,0	13 548,0	13 981,0	13 597,0	11 777,0	15 057,0
Pacífico Central						
Consumo en kWh/mes	79,3	82,5	83,4	73,9	75,2	81,5
Gasto promedio en electricidad con subsidio en colones	11 890,0	12 367,0	12 503,0	11 084,0	11 274,0	12 222,0
Gasto promedio en electricidad sin subsidio en colones	13 714,0	14 243,0	14 423,0	12 807,0	13 022,0	14 077,0

Fuente: elaboración propia con datos de la ENIGH 2018-2019.

Anexo 3. Estructura del gasto de los hogares que reciben electricidad de la CNFL

Tabla 12

Costa Rica. Estructura del gasto con y sin subsidio para los hogares que reciben electricidad del CNFL por región de planificación, según quintil de ingreso per cápita, 2019.

Región de planificación	Quintiles					
	Total	I	II	III	IV	V
Región Central						
Consumo en kWh/mes	108,4	115,5	107,9	98,6	113,5	106,5
Gasto promedio en electricidad con subsidio en colones	16 250,0	17 321,0	16 180,0	14 782,0	17 008,0	15 960,0
Gasto promedio en electricidad sin subsidio en colones	19 343,0	20 308,0	19 213,0	17 736,0	20 243,0	19 215,0

Fuente: elaboración propia con datos de la ENIGH 2018-2019.

Anexo 4. Distribución porcentual del gasto de los hogares que reciben electricidad del ICE

Tabla 13

Costa Rica. Distribución porcentual del gasto con y sin subsidio para los hogares que reciben electricidad del ICE por región de planificación, según quintil de ingreso per cápita, 2019.

Regiones de planificación	Quintiles					
	Total	I	II	III	IV	V
Costa Rica						
Porcentaje del ingreso gastado en electricidad con subsidio	3,8	18,2	9,6	5,9	3,4	1,4
Porcentaje del ingreso gastado en electricidad sin subsidio	4,3	21,0	11,1	6,8	4,0	1,6
Región Brunca						
Porcentaje del ingreso gastado en electricidad con subsidio	3,9	18,4	9,7	5,9	3,8	1,5
Porcentaje del ingreso gastado en electricidad sin subsidio	4,5	21,2	11,1	6,8	4,4	1,7
Región Central						
Porcentaje del ingreso gastado en electricidad con subsidio	3,5	16,6	9,9	5,8	3,3	1,2
Porcentaje del ingreso gastado en electricidad sin subsidio	4,0	19,1	11,4	6,6	3,8	1,4
Región Chorotega						
Porcentaje del ingreso gastado en electricidad con subsidio	3,6	18,6	9,2	6,2	3,5	1,1
Porcentaje del ingreso gastado en electricidad sin subsidio	4,1	21,4	10,6	7,2	4,0	1,3
Huetar Atlántica						
Porcentaje del ingreso gastado en electricidad con subsidio	3,4	18,6	9,1	6,2	3,3	1,2
Porcentaje del ingreso gastado en electricidad sin subsidio	3,9	21,4	10,5	7,2	3,8	1,3
Huetar Norte						
Porcentaje del ingreso gastado en electricidad con subsidio	4,4	18,5	9,7	5,8	3,3	2,0
Porcentaje del ingreso gastado en electricidad sin subsidio	5,0	21,3	11,2	6,7	3,8	2,3
Pacífico Central						
Porcentaje del ingreso gastado en electricidad con subsidio	3,9	18,8	10,0	5,4	3,4	1,5
Porcentaje del ingreso gastado en electricidad sin subsidio	4,5	21,6	11,5	6,3	3,9	1,8

Fuente: elaboración propia con datos de la ENIGH 2018-2019.

Anexo 5. Distribución porcentual del gasto de los hogares que reciben electricidad de la CNFL

Tabla 14

Costa Rica. Distribución porcentual del gasto con y sin subsidio para los hogares que reciben electricidad del CNFL por región de planificación según quintil de ingreso per cápita, 2019.

Región de planificación	Quintiles					
	Total	I	II	III	IV	V
Región Central						
Porcentaje del ingreso gastado en electricidad con subsidio	4,5	25,1	12,6	7,1	4,9	1,5
Porcentaje del ingreso gastado en electricidad sin subsidio	5,3	29,5	15,0	8,6	5,9	1,8

Fuente: elaboración propia con datos de la ENIGH 2018-2019.

Anexo 6. Ingreso promedio de los hogares que reciben electricidad del ICE

Tabla 15

Costa Rica. Ingreso promedio con y sin subsidio para los hogares que reciben electricidad del ICE por región de planificación según quintil de ingreso per cápita, 2019.

Regiones de planificación	Quintiles					
	Total	I	II	III	IV	V
Costa Rica						
Consumo en kWh/mes	142,4	143,7	145,0	142,0	139,5	141,6
Gasto promedio en electricidad sin subsidio en colones	13 646,0	13 772,0	13 905,0	13 612,0	13 368,0	13 574,0
Ingreso promedio por hogar en colones	315 706,0	65 667,0	125 769,0	200 310,0	338 224,0	848 559,0
Subsidio en colones	1 806,0	1 818,0	1 845,0	1 804,0	1 768,0	1 793,0
Ingreso promedio por hogar con subsidio en colones	317 511,0	67 484,0	127 614,0	202 114,0	339 991,0	850 352,0
Región Brunca						
Consumo en kWh/mes	81,7	141,7	147,3	146,1	157,7	143,5
Gasto promedio en electricidad sin subsidio en colones	14 114,0	13 582,0	14 117,0	14 006,0	15 106,0	13 757,0
Ingreso promedio por hogar en colones	310 280,0	64 060,0	126 828,0	204 811,0	344 358,0	811 345,0
Subsidio en colones	1 866,0	1 800,0	1 862,0	1 858,0	1 990,0	1 821,0
Ingreso promedio por hogar con subsidio en colones	312 146,0	65 859,0	128 690,0	206 670,0	346 348,0	813 166,0
Región Central						
Consumo en kWh/mes	79,3	146,2	148,3	136,9	138,3	144,5
Gasto promedio en electricidad sin subsidio en colones	13 690,0	14 005,0	14 211,0	13 118,0	13 250,0	13 869,0
Ingreso promedio por hogar en colones	341 626,0	73 266,0	124 626,0	197 689,0	350 483,0	962 064,0
Subsidio en colones	1 809,0	1 845,0	1 879,0	1 728,0	1 745,0	1 849,0
Ingreso promedio por hogar con subsidio en colones	343 435,0	75 111,0	126 505,0	199 417,0	352 229,0	963 913,0
Región Chorotega						
Consumo en kWh/mes	78,2	144,0	139,1	150,1	147,7	123,4
Gasto promedio en electricidad sin subsidio en colones	13 496,0	13 794,0	13 337,0	14 379,0	14 153,0	11 819,0
Ingreso promedio por hogar en colones	328 821,0	64 418,0	126 136,0	200 967,0	351 113,0	901 471,0
Subsidio en colones	1 780,0	1 817,0	1 765,0	1 894,0	1 864,0	1 557,0
Ingreso promedio por hogar con subsidio en colones	330 600,0	66 235,0	127 901,0	202 861,0	352 977,0	903 028,0
Huetar Atlántica						
Consumo en kWh/mes	76,8	140,4	139,5	143,7	134,5	134,3
Gasto promedio en electricidad sin subsidio en colones	13 268,0	13 457,0	13 359,0	13 762,0	12 898,0	12 864,0
Ingreso promedio por hogar en colones	339 134,0	62 908,0	126 890,0	192 013,0	343 220,0	970 640,0

Subsidio en colones	1 752,0	1 783,0	1 760,0	1 813,0	1 709,0	1 695,0
Ingreso promedio por hogar con subsidio en colones	340 886,0	64 692,0	128 650,0	193 825,0	344 929,0	972 334,0
Huetar Norte						
Consumo en kWh/mes	78,6	141,4	145,4	141,7	122,9	157,2
Gasto promedio en electricidad sin subsidio en colones	13 592,0	13 548,0	13 981,0	13 597,0	11 777,0	15 057,0
Ingreso promedio por hogar en colones	269 402,0	63 502,0	124 672,0	201 948,0	307 728,0	649 160,0
Subsidio en colones	1 802,0	1 785,0	1 884,0	1 808,0	1 551,0	1 984,0
Ingreso promedio por hogar con subsidio en colones	271 204,0	65 287,0	126 555,0	203 755,0	309 279,0	651 144,0
Pacífico Central						
Consumo en kWh/mes	79,3	82,5	83,4	73,9	75,2	81,5
Gasto promedio en electricidad sin subsidio en colones	13 714,0	14 243,0	14 423,0	12 807,0	13 022,0	14 077,0
Ingreso promedio por hogar	304 972,0	65 847,0	125 466,0	204 434,0	332 440,0	796 676,0
Subsidio en colones	1 824,0	1 876,0	1 920,0	1 723,0	1 748,0	1 854,0
Ingreso promedio por hogar con subsidio en colones	306 797,0	67 723,0	127 386,0	206 157,0	334 187,0	798 530,0

Fuente: elaboración propia con datos de la ENIGH 2018-2019.

Anexo 7. Ingreso promedio de los hogares que reciben electricidad de la CNFL

Tabla 16

Costa Rica. Ingreso promedio con y sin subsidio para los hogares que reciben electricidad del CNFL por región de planificación según quintil de ingreso per cápita, 2019.

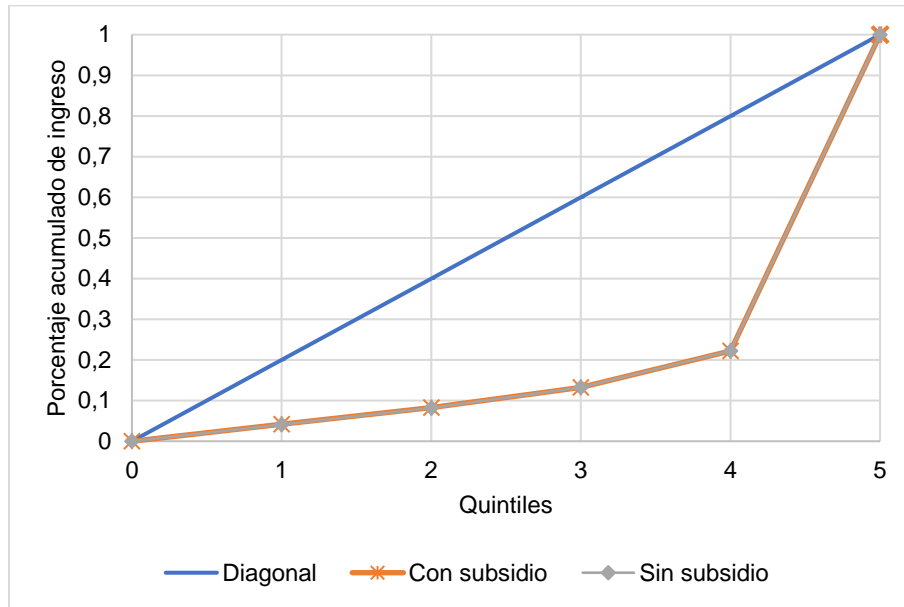
Región de planificación	Quintiles					
	Total	I	II	III	IV	V
Región Central						
Consumo en kWh/mes	108,4	115,5	107,9	98,6	113,5	106,5
Gasto promedio en electricidad sin subsidio en colones	19 343,0	20 308,0	19 213,0	17 736,0	20 243,0	19 215,0
Ingreso promedio por hogar	362 456,0	68 892,0	128 008,0	207 053,0	343 778,0	1 064 547,0
Subsidio en colones	3 093,0	2 987,0	3 033,0	2 954,0	3 235,0	3 255,0
Ingreso promedio por hogar con subsidio en colones	365 548,0	71 879,0	131 041,0	210 007,0	347 012,0	1 067 802,0

Fuente: elaboración propia con datos de la ENIGH 2018-2019.

Anexo 8. Curva de Lorenz de los hogares que reciben electricidad del ICE

Figura 29

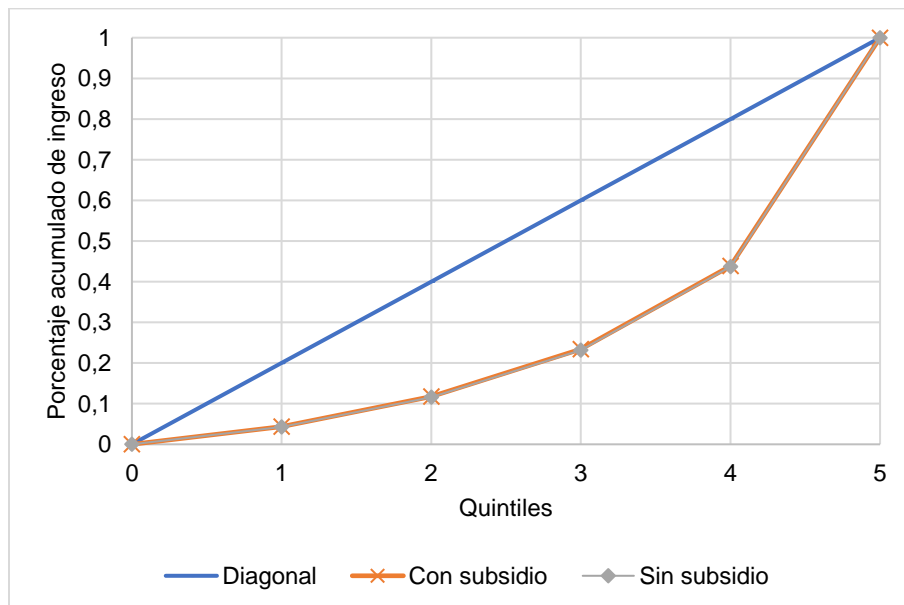
Costa Rica. Curva de Lorenz de la distribución del ingreso con y sin subsidio de los hogares usuarios del servicio eléctrico de la ICE de la Región Brunca, 2019.



Fuente: elaboración propia con datos de la ENIGH 2018-2019.

Figura 30

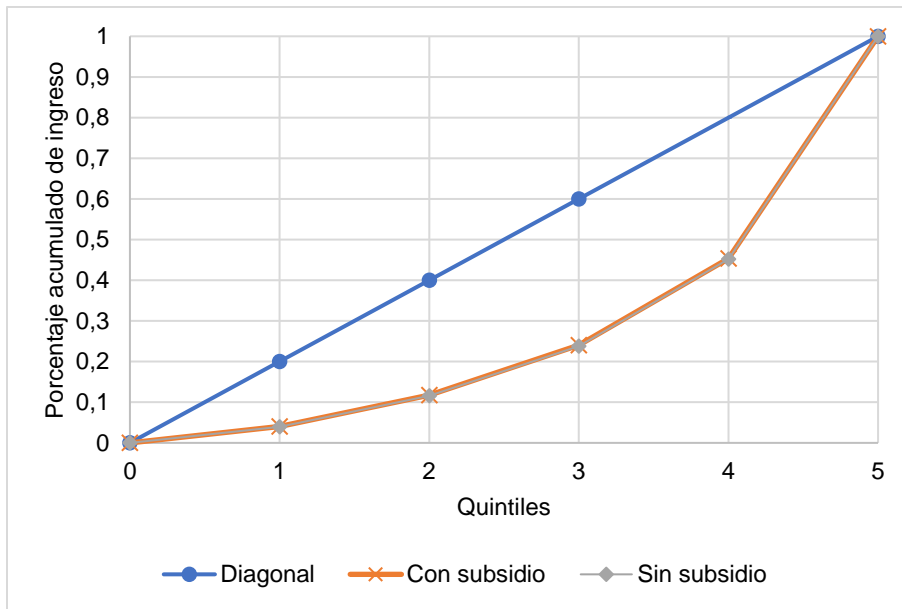
Costa Rica. Curva de Lorenz de la distribución del ingreso con y sin subsidio de los hogares usuarios del servicio eléctrico de la ICE de la Región Central, 2019.



Fuente: elaboración propia con datos de la ENIGH 2018-2019.

Figura 31

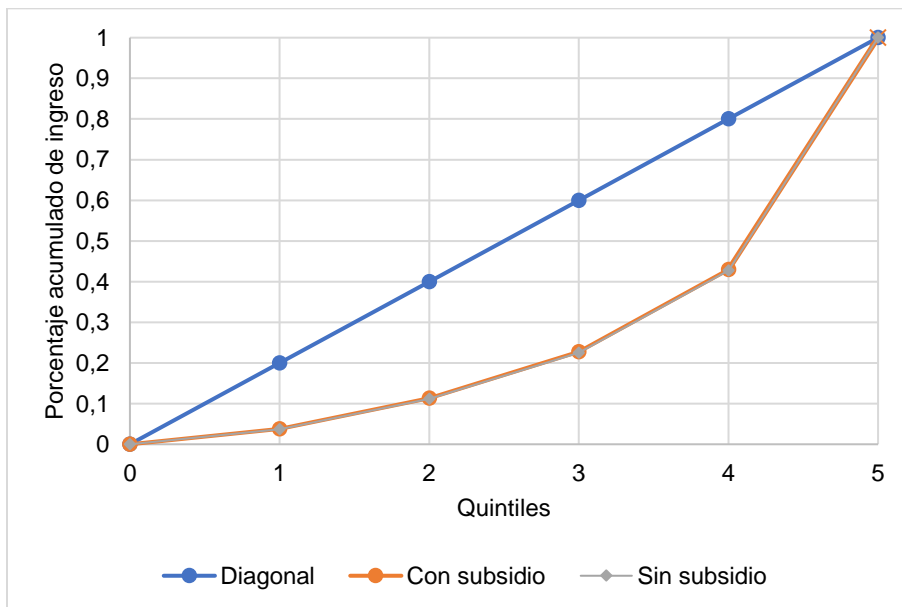
Costa Rica. Curva de Lorenz de la distribución del ingreso con y sin subsidio de los hogares usuarios del servicio eléctrico de la ICE de la Región Chorotega, 2019.



Fuente: elaboración propia con datos de la ENIGH 2018-2019.

Figura 32

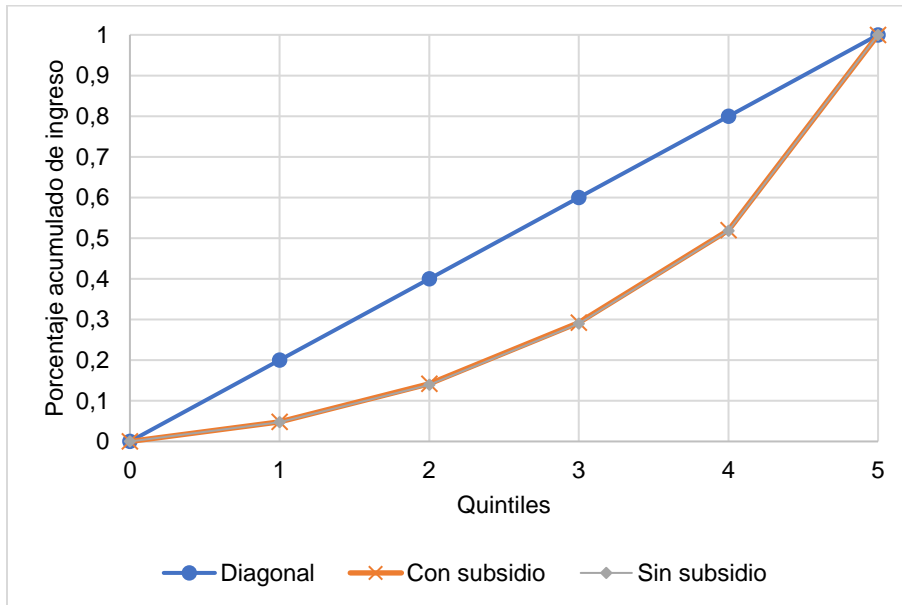
Costa Rica. Curva de Lorenz de la distribución del ingreso con y sin subsidio de los hogares usuarios del servicio eléctrico de la ICE de la Región Huetar Atlántica, 2019.



Fuente: elaboración propia con datos de la ENIGH 2018-2019.

Figura 33

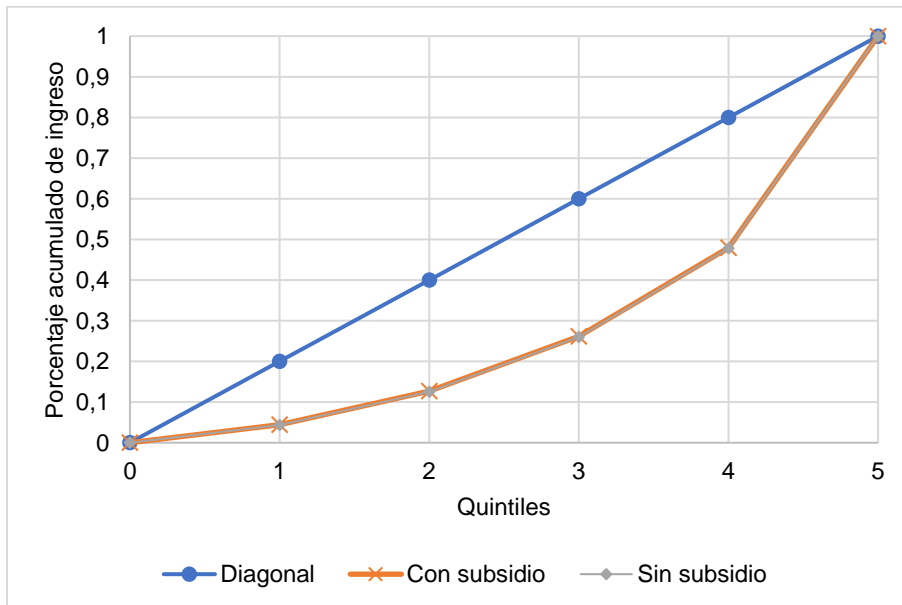
Costa Rica. Curva de Lorenz de la distribución del ingreso con y sin subsidio de los hogares usuarios del servicio eléctrico de la ICE de la Región Huetaar Norte, 2019.



Fuente: elaboración propia con datos de la ENIGH 2019.

Figura 34

Costa Rica. Curva de Lorenz de la distribución del ingreso con y sin subsidio de los hogares usuarios del servicio eléctrico de la ICE de la Región Pacífico Central, 2019.



Fuente: elaboración propia con datos de la ENIGH 2019.

Anexo 9. Cálculo de los coeficientes de Gini para los hogares usuarios del ICE y CNFL

Tabla 17

Costa Rica. Cálculo del coeficiente de Gini del ingreso per cápita con subsidio de los hogares usuarios del ICE para el total del país.

Quintiles	Porcentaje de hogares (pi)	Porcentaje acumulado de hogares (Pi)	Ingreso con subsidio	Porcentaje del ingreso (yi)	Porcentaje acumulado del ingreso (Yi)	(Pi-Yi)
I	20,0	20,0	67 484,5	4,3	4,3	15,7
II	20,0	40,0	127 614,4	8,0	12,3	27,7
III	20,0	60,0	202 114,3	12,7	25,0	35,0
IV	20,0	80,0	339 991,5	21,4	46,4	33,6
V	20,0	100,0	850 352,5	53,6	100,0	0,0
Total		300,0	1 587 557,1	100,0		
					Suma (Pi-Yi)	112,0
					Suma (Pi)	300,0
					Coefficiente de Gini	0,3733

Fuente: elaboración propia con datos de la ENIGH 2019.

Tabla 18

Costa Rica. Cálculo del coeficiente de Gini del ingreso per cápita sin subsidio de los hogares usuarios del ICE para el total del país.

Quintiles	Porcentaje de hogares (pi)	Porcentaje acumulado de hogares (Pi)	Ingreso sin subsidio	Porcentaje del ingreso (yi)	Porcentaje acumulado del ingreso (Yi)	(Pi-Yi)
I	20,0	20,0	65 666,7	4,2	4,2	15,8
II	20,0	40,0	125 769,4	8,0	12,1	27,9
III	20,0	60,0	200 310,2	12,7	24,8	35,2
IV	20,0	80,0	338 223,5	21,4	46,2	33,8
V	20,0	100,0	848 559,3	53,8	100,0	0,0
Total		300,0	1 578 529,1	100,0		
					Suma (Pi-Yi)	112,7
					Suma (Pi)	300,0
					Coefficiente de Gini	0,3755

Fuente: elaboración propia con datos de la ENIGH 2019.

Tabla 19

Costa Rica. Cálculo del coeficiente de Gini del ingreso per cápita con subsidio de los hogares usuarios del ICE para la región Brunca.

Quintiles	Porcentaje de hogares (pi)	Porcentaje acumulado de hogares (Pi)	Ingreso con subsidio	Porcentaje del ingreso (yi)	Porcentaje acumulado del ingreso (Yi)	(Pi-Yi)
I	20,0	20,0	65 859,3	4,2	4,2	15,8
II	20,0	40,0	128 689,7	8,2	12,5	27,5
III	20,0	60,0	206 669,8	13,2	25,7	34,3
IV	20,0	80,0	346 347,6	22,2	47,9	32,1
V	20,0	100,0	813 165,8	52,1	100,0	0,0
Total		300,0	1 560 732,3	100,0		
					Suma (Pi-Yi)	109,7
					Suma (Pi)	300,0
					Coeficiente de Gini	0,3657

Fuente: elaboración propia con datos de la ENIGH 2019.

Tabla 20

Costa Rica. Cálculo del coeficiente de Gini del ingreso per cápita sin subsidio de los hogares usuarios del ICE para la región Brunca.

Quintiles	Porcentaje de hogares (pi)	Porcentaje acumulado de hogares (Pi)	Ingreso sin subsidio	Porcentaje del ingreso (yi)	Porcentaje acumulado del ingreso (Yi)	(Pi-Yi)
I	20,0	20,0	64 059,7	4,1	4,1	15,9
II	20,0	40,0	126 827,6	8,2	12,3	27,7
III	20,0	60,0	204 811,4	13,2	25,5	34,5
IV	20,0	80,0	344 357,6	22,2	47,7	32,3
V	20,0	100,0	811 345,2	52,3	100,0	0,0
Total		300,0	1 551 401,5	100,0		
					Suma (Pi-Yi)	110,4
					Suma (Pi)	300,0
					Coeficiente de Gini	0,3679

Fuente: elaboración propia con datos de la ENIGH 2019.

Tabla 21

Costa Rica. Cálculo del coeficiente de Gini del ingreso per cápita con subsidio de los hogares usuarios del ICE para la región Central.

Quintiles	Porcentaje de hogares (pi)	Porcentaje acumulado de hogares (Pi)	Ingreso con subsidio	Porcentaje del ingreso (yi)	Porcentaje acumulado del ingreso (Yi)	(Pi-Yi)
I	20,0	20,0	75 110,9	4,4	4,4	15,6
II	20,0	40,0	126 504,9	7,4	11,7	28,3
III	20,0	60,0	199 417,1	11,6	23,4	36,6
IV	20,0	80,0	352 228,6	20,5	43,9	36,1
V	20,0	100,0	963 913,0	56,1	100,0	0,0
Total		300,0	1 717 174,6	100,0		
					Suma (Pi-Yi)	116,7
					Suma (Pi)	300,0
					Coeficiente de Gini	0,3889

Fuente: elaboración propia con datos de la ENIGH 2019.

Tabla 22

Costa Rica. Cálculo del coeficiente de Gini del ingreso per cápita sin subsidio de los hogares usuarios del ICE para la región Central.

Quintiles	Porcentaje de hogares (pi)	Porcentaje acumulado de hogares (Pi)	Ingreso sin subsidio	Porcentaje del ingreso (yi)	Porcentaje acumulado del ingreso (Yi)	(Pi-Yi)
I	20,0	20,0	73 265,9	4,3	4,3	15,7
II	20,0	40,0	124 626,0	7,3	11,6	28,4
III	20,0	60,0	197 689,0	11,6	23,2	36,8
IV	20,0	80,0	350 483,1	20,5	43,7	36,3
V	20,0	100,0	962 063,9	56,3	100,0	0,0
Total		300,0	1 708 128,0	100,0		
					Suma (Pi-Yi)	117,3
					Suma (Pi)	300,0
					Coeficiente de Gini	0,3910

Fuente: elaboración propia con datos de la ENIGH 2019.

Tabla 23

Costa Rica. Cálculo del coeficiente de Gini del ingreso per cápita con subsidio de los hogares usuarios del ICE para la región Chorotega.

Quintiles	Porcentaje de hogares (pi)	Porcentaje acumulado de hogares (Pi)	Ingreso con subsidio	Porcentaje del ingreso (yi)	Porcentaje acumulado del ingreso (Yi)	(Pi-Yi)
I	20,0	20,0	66 235,2	4,0	4,0	16,0
II	20,0	40,0	127 900,8	7,7	11,7	28,3
III	20,0	60,0	202 860,9	12,3	24,0	36,0
IV	20,0	80,0	352 977,2	21,4	45,4	34,6
V	20,0	100,0	903 027,9	54,6	100,0	0,0
Total		300,0	1 653 002,1	100,0		
					Suma (Pi-Yi)	114,9
					Suma (Pi)	300,0
					Coeficiente de Gini	0,3829

Fuente: elaboración propia con datos de la ENIGH 2019.

Tabla 24

Costa Rica. Cálculo del coeficiente de Gini del ingreso per cápita sin subsidio de los hogares usuarios del ICE para la región Chorotega.

Quintiles	Porcentaje de hogares (pi)	Porcentaje acumulado de hogares (Pi)	Ingreso sin subsidio	Porcentaje del ingreso (yi)	Porcentaje acumulado del ingreso (Yi)	(Pi-Yi)
I	20,0	20,0	64 418,0	3,9	3,9	16,1
II	20,0	40,0	126 135,7	7,7	11,6	28,4
III	20,0	60,0	200 966,6	12,2	23,8	36,2
IV	20,0	80,0	351 112,8	21,4	45,2	34,8
V	20,0	100,0	901 471,0	54,8	100,0	0,0
Total		300,0	1 644 104,1	100,0		
					Suma (Pi-Yi)	115,5
					Suma (Pi)	300,0
					Coeficiente de Gini	0,3850

Fuente: elaboración propia con datos de la ENIGH 2019.

Tabla 25

Costa Rica. Cálculo del coeficiente de Gini del ingreso per cápita con subsidio de los hogares usuarios del ICE para la región Huetar Atlántica.

Quintiles	Porcentaje de hogares (pi)	Porcentaje acumulado de hogares (Pi)	Ingreso con subsidio	Porcentaje del ingreso (yi)	Porcentaje acumulado del ingreso (Yi)	(Pi-Yi)
I	20,0	20,0	64 691,5	3,8	3,8	16,2
II	20,0	40,0	128 649,9	7,5	11,3	28,7
III	20,0	60,0	193 825,5	11,4	22,7	37,3
IV	20,0	80,0	344 928,6	20,2	43,0	37,0
V	20,0	100,0	972 334,2	57,0	100,0	0,0
Total		300,0	1 704 429,8	100,0		
					Suma (Pi-Yi)	119,2
					Suma (Pi)	300,0
					Coeficiente de Gini	0,3973

Fuente: elaboración propia con datos de la ENIGH 2019.

Tabla 26

Costa Rica. Cálculo del coeficiente de Gini del ingreso per cápita sin subsidio de los hogares usuarios del ICE para la región Huetar Atlántica.

Quintiles	Porcentaje de hogares (pi)	Porcentaje acumulado de hogares (Pi)	Ingreso sin subsidio	Porcentaje del ingreso (yi)	Porcentaje acumulado del ingreso (Yi)	(Pi-Yi)
I	20,0	20,0	62 908,1	3,7	3,7	16,3
II	20,0	40,0	126 890,0	7,5	11,2	28,8
III	20,0	60,0	192 012,5	11,3	22,5	37,5
IV	20,0	80,0	343 220,1	20,2	42,8	37,2
V	20,0	100,0	970 639,7	57,2	100,0	0,0
Total		300,0	1 695 670,5	100,0		
					Suma (Pi-Yi)	119,8
					Suma (Pi)	300,0
					Coeficiente de Gini	0,3994

Fuente: elaboración propia con datos de la ENIGH 2019.

Tabla 27

Costa Rica. Cálculo del coeficiente de Gini del ingreso per cápita con subsidio de los hogares usuarios del ICE para la región Huetar Norte.

Quintiles	Porcentaje de hogares (pi)	Porcentaje acumulado de hogares (Pi)	Ingreso con subsidio	Porcentaje del ingreso (yi)	Porcentaje acumulado del ingreso (Yi)	(Pi-Yi)
I	20,0	20,0	65 286,5	4,8	4,8	15,2
II	20,0	40,0	126 555,2	9,3	14,1	25,9
III	20,0	60,0	203 755,5	15,0	29,2	30,8
IV	20,0	80,0	309 279,1	22,8	52,0	28,0
V	20,0	100,0	651 144,0	48,0	100,0	0,0
Total		300,0	1 356 020,3	100,0		
					Suma (Pi-Yi)	99,9
					Suma (Pi)	300,0
					Coefficiente de Gini	0,3329

Fuente: elaboración propia con datos de la ENIGH 2019.

Tabla 28

Costa Rica. Cálculo del coeficiente de Gini del ingreso per cápita sin subsidio de los hogares abonados del ICE para la región Huetar Norte.

Quintiles	Porcentaje de hogares (pi)	Porcentaje acumulado de hogares (Pi)	Ingreso sin subsidio	Porcentaje del ingreso (yi)	Porcentaje acumulado del ingreso (Yi)	(Pi-Yi)
I	20,0	20,0	63 501,7	4,7	4,7	15,3
II	20,0	40,0	124 671,5	9,3	14,0	26,0
III	20,0	60,0	201 947,9	15,0	29,0	31,0
IV	20,0	80,0	307 727,7	22,8	51,8	28,2
V	20,0	100,0	649 160,4	48,2	100,0	0,0
Total		300,0	1 347 009,2	100,0		
					Suma (Pi-Yi)	100,5
					Suma (Pi)	300,0
					Coefficiente de Gini	0,3352

Fuente: elaboración propia con datos de la ENIGH 2019.

Tabla 29

Costa Rica. Cálculo del coeficiente de Gini del ingreso per cápita con subsidio de los hogares usuarios del ICE para la región Pacífico Central.

Quintiles	Porcentaje de hogares (pi)	Porcentaje acumulado de hogares (Pi)	Ingreso con subsidio	Porcentaje del ingreso (yi)	Porcentaje acumulado del ingreso (Yi)	(Pi-Yi)
I	20,0	20,0	67 723,3	4,4	4,4	15,6
II	20,0	40,0	127 385,8	8,3	12,7	27,3
III	20,0	60,0	206 157,1	13,4	26,2	33,8
IV	20,0	80,0	334 187,5	21,8	47,9	32,1
V	20,0	100,0	798 529,9	52,1	100,0	0,0
Total		300,0	1 533 983,6	100,0		
					Suma (Pi-Yi)	108,8
					Suma (Pi)	300,0
					Coeficiente de Gini	0,3625

Fuente: elaboración propia con datos de la ENIGH 2019.

Tabla 30

Costa Rica. Cálculo del coeficiente de Gini del ingreso per cápita sin subsidio de los hogares usuarios del ICE para la región Pacífico Central.

Quintiles	Porcentaje de hogares (pi)	Porcentaje acumulado de hogares (Pi)	Ingreso sin subsidio	Porcentaje del ingreso (yi)	Porcentaje acumulado del ingreso (Yi)	(Pi-Yi)
I	20,0	20,0	65846,9	4,3	4,3	15,7
II	20,0	40,0	125465,8	8,2	12,5	27,5
III	20,0	60,0	204433,6	13,4	26,0	34,0
IV	20,0	80,0	332439,8	21,8	47,8	32,2
V	20,0	100,0	796675,5	52,2	100,0	0,0
Total		300,0	1524861,6	100,0		
					Suma (Pi-Yi)	109,4
					Suma (Pi)	300,0
					Coeficiente de Gini	0,3648

Fuente: elaboración propia con datos de la ENIGH 2019.

Tabla 31

Costa Rica. Cálculo del coeficiente de Gini del ingreso per cápita con subsidio de los hogares usuarios de la CNFL para la región Pacífico Central.

Quintiles	Porcentaje de hogares (pi)	Porcentaje acumulado de hogares (Pi)	Ingreso con subsidio	Porcentaje del ingreso (yi)	Porcentaje acumulado del ingreso (Yi)	(Pi-Yi)
I	20,0	20,0	71 878,9	3,9	3,9	16,1
II	20,0	40,0	131 041,3	7,2	11,1	28,9
III	20,0	60,0	210 006,8	11,5	22,6	37,4
IV	20,0	80,0	347 012,5	19,0	41,6	38,4
V	20,0	100,0	1 067 801,8	58,4	100,0	0,0
Total		300,0	1 827 741,3	100,0		
					Suma (Pi-Yi)	120,8
					Suma (Pi)	300,0
					Coeficiente de Gini	0,4026

Fuente: elaboración propia con datos de la ENIGH 2019.

Tabla 32

Costa Rica. Cálculo del coeficiente de Gini del ingreso per cápita sin subsidio de los hogares usuarios de la CNFL para la región Pacífico Central.

Quintiles	Porcentaje de hogares (pi)	Porcentaje acumulado de hogares (Pi)	Ingreso sin subsidio	Porcentaje del ingreso (yi)	Porcentaje acumulado del ingreso (Yi)	(Pi-Yi)
I	20,0	20,0	68 892,3	3,8	3,8	16,2
II	20,0	40,0	128 008,2	7,1	10,9	29,1
III	20,0	60,0	207 053,1	11,4	22,3	37,7
IV	20,0	80,0	343 777,6	19,0	41,3	38,7
V	20,0	100,0	1 064 547,2	58,7	100,0	0,0
Total		300,0	1 812 278,4	100,0		
					Suma (Pi-Yi)	121,8
					Suma (Pi)	300,0
					Coeficiente de Gini	0,4059

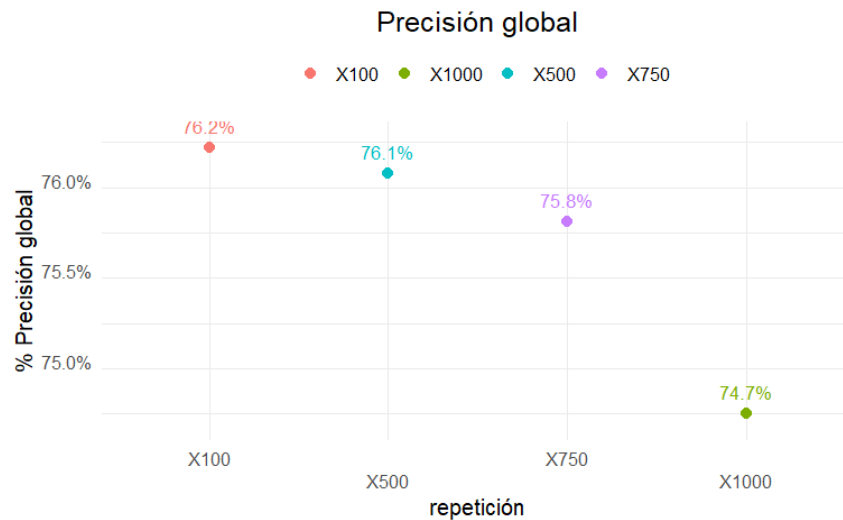
Fuente: elaboración propia con datos de la ENIGH 2019.

Anexo 10. Caso alternativo de árbol de decisión

En el caso del minsplit se utilizaron distintos valores: 100, 500, 750 y 1000, como lo muestra la figura 35, el mejor minsplit para estos datos corresponde a 100, con una precisión global del 76,2%. La figura 36 evidencia que la precisión de no pobres es de 90,2 %, mientras que en la figura 37 se puede observar una precisión de pobres del 44,4 %.

Figura 35

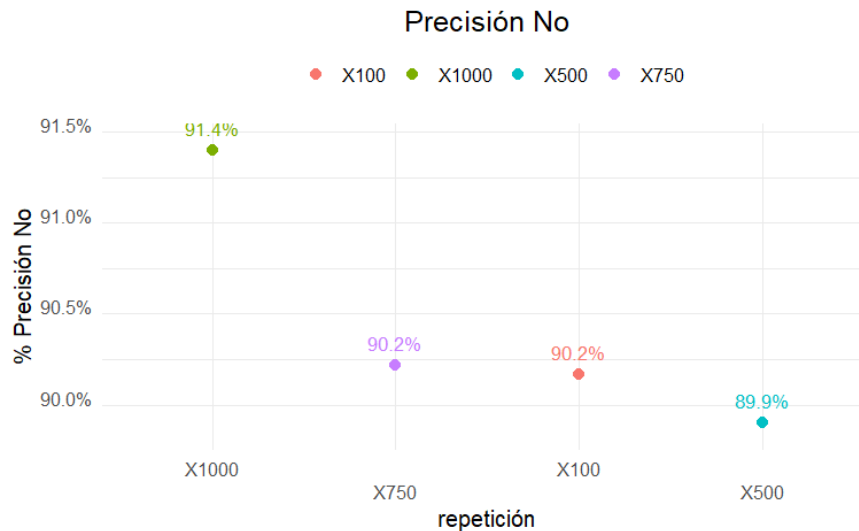
Costa Rica. Precisión global según minsplit.



Fuente: elaboración propia con datos de la ENIGH 2018-2019, ENAHO 2022.

Figura 36

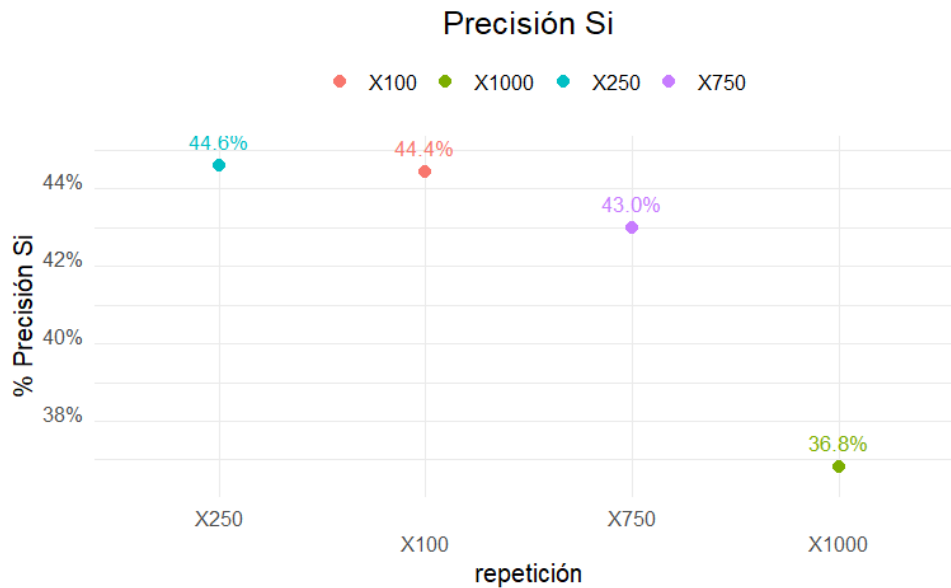
Costa Rica. Precisión de no pobres según minsplit.



Fuente: elaboración propia con datos de la ENIGH 2018-2019, ENAHO 2022.

Figura 37

Costa Rica. Precisión de pobres según minsplit.



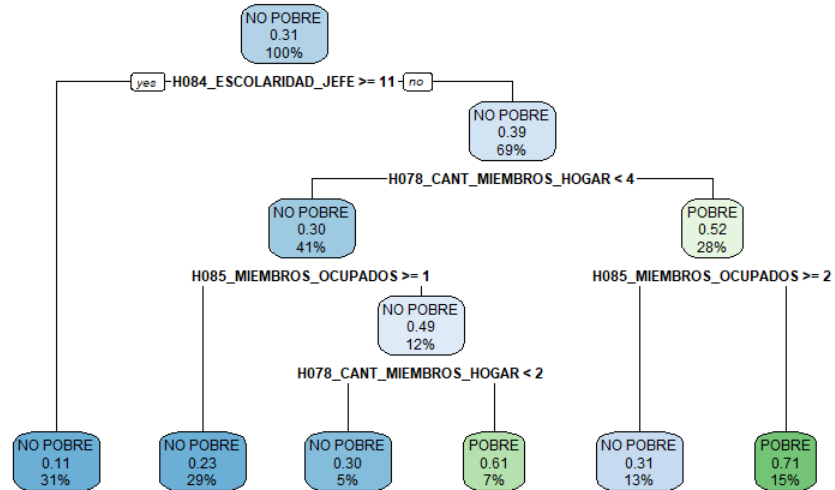
Fuente: elaboración propia con datos de la ENIGH 2018-2019, ENAHO 2022.

A partir de la figura 38 del árbol de decisión alternativo, se obtienen reglas que indican si un hogar es pobre⁶ o no, en este caso se seleccionó la regla que indica si un hogar es pobre, y que su probabilidad de ocurrencia sea igual o mayor al 65 % en los nodos intermedios o terminales:

- Regla (probabilidad del 71,0 %): Cuando la escolaridad del jefe de hogar es menor a 11 años, la cantidad de miembros del hogar es mayor a 4 y los miembros ocupados del hogar es menor a 2.

⁶ Incluye hogares en condición de pobreza y pobreza extrema.

Figura 38
Costa Rica. Árbol de decisión alternativo.



Fuente: elaboración propia con datos de la ENIGH 2018-2019, ENAHO 2022.

Por lo tanto, se propone que el subsidio se brinde a los hogares que cumplan con esas condiciones, lo que permitiría reducir costos operativos, cabe aclarar que este es un mecanismo alternativo al presentado en la investigación, sin embargo, no es el único, el criterio final para seleccionar los hogares es competencia del Estado y las instituciones de bienestar social.