



**APLICACIÓN DEL CRITERIO DE RAMSEY DE FINANZAS PÚBLICAS EN EL
DISEÑO DE NUEVOS MECANISMOS DE EQUIDAD TARIFARIA EN EL
SISTEMA ELÉCTRICO CHILENO**

**TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE
MAGÍSTER EN ANÁLISIS ECONÓMICO**

Alumno: Felipe Zuloaga Royo

Profesores Guía: Andrés Gómez-Lobo Echenique

Santiago, Agosto 2023

Aplicación del criterio de Ramsey de finanzas públicas en el diseño de nuevos mecanismos de equidad tarifaria en el sistema eléctrico chileno

Felipe A. Zuloaga Royo, 2023
Profesor Guía: Andrés Gómez-Lobo Echenique
agosto 2023

Resumen

En este estudio se realiza una propuesta de subsidio cruzado para promover el acceso asequible al servicio de energía eléctrica dados sus beneficios en salud, economía y educación. Para esto, utilizando el criterio de finanzas públicas de Ramsey en una tarifa en dos partes, se propone beneficiar a todos aquellos clientes residenciales, vulnerables y rurales, financiado mediante un aumento en el cargo fijo del resto de clientes residenciales y no residenciales. Se evaluaron dos mecanismos de subsidio, uno basado en fijar la tarifa máxima con base a un porcentaje del ingreso del hogar de los dos primeros quintiles y otro con base a la tarifa promedio nacional. Los resultados muestran que el aumento en el cargo fijo representa menos de un 5% de la tarifa promedio independiente del mecanismo utilizado, y que el cargo fijo aumentado de los clientes que aportan al beneficio no alcanza el cargo fijo máximo nacional. Para estos rangos de aumentos en el cargo fijo es improbable que haya clientes se desconecten del servicio por la implementación de este subsidio, por lo que podemos decir que es un mecanismo extremadamente eficiente, casi como un impuesto de suma alzada.

Abstract

In this study, a cross-subsidy proposal is made to promote affordable access to electric power service given its benefits in health, economy and education. For this, using Ramsey's public finance criterion in a two-part tariff, it is proposed to benefit all those residential, vulnerable and rural clients, funded through an increase in the fixed charge of the rest of residential and non-residential clients. Two subsidy mechanisms were evaluated, one based on setting the maximum rate based on a percentage of household income of the two first quintiles and the other based on the national average rate. The results show that the increase in the fixed charge represents less than 5% of the average rate regardless of the mechanism used, and that the increased fixed charge of the clients who contribute to the benefit does not reach the national maximum fixed charge. For changes in the fixed charge of these magnitudes it is unlikely that clients will disconnect from the service due to the implementation of the subsidy. Therefore, we can say that it is an extremely efficient funding mechanism, almost like a lump sum tax.

Bullet points

1. Se utiliza criterio de Ramsey para aplicar subsidios cruzados en tarifas eléctricas.
2. Se genera un recargo del costo fijo dada su menor elasticidad precio/demanda.
3. Los aumentos en el cargo fijo representan menos del 5% de la tarifa tipo residencial.
4. El cargo fijo aumentado no alcanza al cargo fijo máximo nacional por lo que no hay desconexión.
5. Es un subsidio cruzado extremadamente eficiente, casi como un impuesto de suma alzada.

Palabras clave:

Criterio de Ramsey; Tarifa en dos partes; Subsidio eléctrico; Impuestos en regulación

1. Introducción

Durante el año 2015, la Organización de las Naciones Unidas (ONU) lanzó su agenda sobre el Desarrollo Sostenible al 2030, la cual pretendía ser *“una oportunidad para que los países y sus sociedades emprendan un nuevo camino con el que mejorar la vida de todos, sin dejar a nadie atrás”*¹. En esa línea, el objetivo número 7 adoptado fue *“Garantizar el acceso a una energía asequible, fiable, sostenible y moderna para todos”*². La relevancia del objetivo anterior radica en la relación entre acceso asequible a la energía eléctrica (precio y calidad del suministro) y bienestar social.

Existe una gran cantidad de investigaciones de diverso ámbito que demuestran esta relevancia desde el punto de vista de salud, educación y desarrollo económico. Por ejemplo, Rehfuess (2006) y Amigo et., al (2019) muestran que la quema de combustibles fósiles al interior de los hogares para calefaccionar o cocinar representa un riesgo importante a la salud dado el aumento en la concentración de gases contaminantes y partículas en suspensión, haciendo el aire irrespirable y significando en muchos casos la muerte. De la misma manera, la quema de combustible aumenta los niveles de contaminación ambiental fuera del hogar, siendo una de las principales externalidades negativa del uso de combustible fósiles como energéticos, situación que va en sentido contrario de los lineamientos de reducción de emisiones y de desarrollo sostenible de acuerdo con Oyarzún (2010) y Mardones et., al (2017). Otro de los aspectos fundamentales del uso de la energía eléctrica en los hogares es la refrigeración de alimentos, en donde su ausencia provoca un aumento de enfermedades dada la mayor generación de hongos, virus y bacterias en la comida por exposición a temperaturas por sobre las apropiadas de acuerdo con Aste et., al (2017).

En cuanto a la relación entre acceso a energía eléctrica asequible y desarrollo, Jiménez (2017) muestra que los hogares de menores recursos tienen menores oportunidades de acceder a servicios eléctricos de calidad. Por su parte, Bridge et., al (2015) y Khandker et., al (2013) muestran, en forma independiente, una relación positiva significativa entre acceso a energía eléctrica asequible e ingresos y educación, lo que se traduce en mejoras de la calidad de vida.

En el caso particular de Chile la situación no es muy distinta, existiendo aún problemas de acceso y acceso asequible a energía eléctrica, principalmente en las zonas más rurales del país. Teniendo conocimiento de lo anterior, durante julio de 2015 el ministerio de Energía ingresó un proyecto que buscaba la equidad de tarifas eléctricas³ cuyo mensaje señalaba *“... existe una evidente y considerable dispersión en las tarifas eléctricas residenciales a lo largo de nuestro territorio, lo que se expresa en que, por ejemplo, una cuenta de 180 kwh/mes fluctúa entre \$16.335 en las*

¹ ONU Objetivos de Desarrollo sostenible: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>

² Objetivo N°7:

https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/wpcontent/uploads/sites/3/2016/10/7_Spanish_Why_it_Matters.pdf

³ Mensaje Ley Equidad Tarifaria Residencial

https://www.senado.cl/appsenado/index.php?mo=tramitacion&ac=getDocto&iddocto=10584&tipodoc=mensaje_mocion

comunas que menos pagan, hasta \$28.754 en las comunas que más pagan...”, aclarando que la razón de lo anterior era “... a nivel de distribución existen diferencias significativas en las tarifas, las cuales son producidas, principalmente, porque el valor de éstas varía en función de la densidad poblacional...”.

En esa línea, el proyecto tenía por objetivo disminuir las diferencias de las tarifas eléctricas residenciales entre las distintas zonas del país, mediante un mecanismo que modificaba la componente variable del cargo de distribución en la tarifa, buscando con esta modificación que la diferencia entre el promedio de las cuentas a nivel nacional y la cuenta más alta no sea superior a un 10%.

Es posible apreciar que el proyecto anterior resuelve el desafío, el cual era garantizar acceso asequible a la energía eléctrica, sin embargo, ¿es posible afirmar que la metodología utilizada es la solución más eficiente? Para responder lo anterior, es necesario tener presente que este desafío se ha trabajado largamente en el servicio de agua potable⁴, donde se utiliza una metodología completamente diferente.

En términos prácticos, el subsidio del agua funciona fijando un presupuesto fiscal por región y entregándole la responsabilidad a las municipalidades para entregarlo. El subsidio considera un consumo límite o techo (históricamente 15 metros cúbicos), considerando descuentos en la tarifa que van desde el 25% hasta el 100% (intensidad) de esta para este techo y se cobra tarifa completa a cualquier consumo por sobre este. Los beneficiados son hogares pertenecientes al primer quintil más pobre, hogares vulnerables que pagaban más del 3% de sus ingresos en agua y otros hogares especiales. De esta forma, a partir del presupuesto disponible y las condiciones socioeconómicas (ingresos del hogar) y geográficas (costo del servicio en la zona) de los beneficiados, se determina el descuento en la tarifa.

De esta manera, tenemos dos políticas completamente diferentes, ambas con resultados positivos y, por lo tanto, no es fácil evaluar la eficiencia de la solución propuesta, sin embargo, algo que sí podemos apreciar es que cuando hay un interés particular en que se consuma el bien (agua potable y energía eléctrica) pareciera preferible utilizar un subsidio al bien en vez de una transferencia monetaria (bonos a los hogares), de manera de asegurar el consumo del servicio y no darle la libertad al hogar de utilizar esos recursos en otros bienes o servicios.

En cuanto al origen de los recursos, tenemos la opción de utilizar el presupuesto nacional (agua potable) o generar un subsidio cruzado entre clientes (energía eléctrica). En ese sentido, hay que señalar que la recaudación de impuestos que permite financiar el presupuesto nacional genera distorsiones en el mercado, las cuales tienen un costo asociado conocido como “costo de fondos públicos”. Este costo se entiende como la ineficiencia en la recaudación, la cual, según Browning (2008), alcanza hasta un 16% en países desarrollados, lo que se traduce en que, si el Estado recauda 100 pesos adicionales para su presupuesto, se genera una transferencia de los agentes

⁴ Ley subsidio agua potable: <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=30157&buscar=LEY%2B18.778>

en la economía hacia el Estado de 100 más una pérdida de eficiencia (“deadweight loss”) en la economía de 16.

En el caso de los subsidios cruzados también existe una ineficiencia al generar distorsiones en el consumo eléctrico si las elasticidades precio/demanda son significativas. Por ejemplo, en el mercado de las telecomunicaciones en Estados Unidos, Hausmann (1997) estimó un costo de ineficiencia de 105% en el uso de subsidios cruzados como consecuencia de una alta elasticidad de demanda por estos servicios, resultado que denominó “Taxation by regulation”. De esta forma, si somos capaces de generar aumentos en la tarifa eléctrica sin alterar el consumo eléctrico, es decir, aumentar el precio de servicios con baja o nula elasticidad precio/demanda, podríamos asegurar que la utilización de subsidios cruzados permite una transferencia eficiente de los recursos.

Dado lo anterior, es relevante señalar que actualmente la tarifa eléctrica residencial más usada (BT1a) tiene una componente fija (cargo por conexión) la que se paga independiente del consumo y una componente variable, la cual depende del consumo de energía. Hay que señalar además que el precio del cargo variable afecta las decisiones de consumo de acuerdo con Benavente et., al (2005), mientras que el precio del cargo fijo, en un cierto rango, en principio, no lo hace. Sin embargo, es probable que, para altos valores del cargo fijo, algunos hogares se desconecten del servicio, considerando que el valor presente del subsidio sería más alto que el costo alternativo como el autoabastecimiento o prescindir del servicio. En ese sentido, si el aumento en el cargo fijo fuese de \$1.000 mensuales, considerando una tasa de descuento de 10%, el valor presente a perpetuidad ascendería a \$120.000, monto menor si se considera la inversión en autoabastecimiento o el consumo de energéticos alternativos como gas, con su respectivo recambio de electrodomésticos.

Entonces, si se aumenta el cargo fijo para financiar el subsidio y los aumentos en el precio no generan desconexión de servicios, sería preferible usar el componente fija de las tarifas para cualquier subsidio cruzado en esta industria en vez de utilizar la componente variable como la hace el actual mecanismo de Equidad Tarifaria Residencial. Esto cumpliría con el Criterio de Ramsey (1927) de Finanzas Públicas o Regla de Elasticidad Inversa que establece que la carga impositiva que se le puede aplicar a un bien es inversamente proporcional a la elasticidad de consumo de este.

De esta forma, en esta tesis se desarrolla una nueva propuesta de subsidio para abordar este desafío, tomando en cuenta el Criterio de Ramsey y usando datos estadísticos de consumo eléctrico por hogar. La propuesta considera la definición de un consumo tipo mínimo de 140 kWh determinado como las tres cuartas partes del promedio nacional (180 kWh) y una tarifa máxima para ese consumo la que puede depender o del ingreso del hogar o del promedio nacional (beneficio), la definición de hogares vulnerables con base a su condición socioeconómica y ruralidad (beneficiarios). Considerando lo anterior, se calcula la tarifa real para todos los clientes y luego se determina el monto a subsidiar como la diferencia de la tarifa real y la tarifa máxima

para todos los beneficiarios. Este monto por subsidiar se divide en partes iguales entre todos los clientes no beneficiarios y se le suma a la componente fija de la tarifa eléctrica.

La idea de este subsidio cruzado, al igual que el definido por la Ley de equidad Tarifaria, es que los clientes en mejor condición socioeconómica y con menores costos de la tarifa eléctrica, junto con el comercio y la industria, apoyen a aquellos clientes (hogares) más vulnerables donde la tarifa representa un costo relevante de su ingreso. La diferencia está en que, al usar el cargo fijo en vez del cargo variable para costear el subsidio, y si no se producen desconexiones de servicio por el funcionamiento de este, entonces no se generaría ninguna pérdida de bienestar por el mecanismo, siendo un subsidio extremadamente eficiente como un impuesto de suma alzada ("*lump sum*") según Sotkiewicz (2002).

Los resultados son prometedores, el aumento de la componente fija representa un porcentaje menor de la tarifa eléctrica total y no alcanza a igualar las componentes fijas de los clientes más rurales del Sistema Eléctrico Nacional. Utilizando la definición de la Norma Técnica de Ruralidad y una tarifa máxima a partir del ingreso del hogar, el beneficio promedia un valor de \$12.223, beneficiando a 266.489 clientes, con un aumento del cargo fijo de \$536 a 6.075.208 clientes residenciales y no residenciales. Luego, sin utilizar la definición de Ruralidad anterior, utilizando la tarifa promedio nacional y permitiendo que solo los clientes no vulnerables aporten al subsidio, el beneficio promedia un valor de \$2.341, beneficiando a 891.214 clientes, con un aumento en el cargo fijo de \$565, aportado por 3.695.616 clientes. En términos agregados, el subsidio mensual que se reparte en el primer caso asciende a más de \$3.200.000.000 y en el segundo caso alcanza los \$2.100.000.000.

Los resultados anteriores permiten cuestionarse el mecanismo de subsidio actual y pensar en la implementación de un subsidio cruzado mediante el cargo fijo como el que acá se ha desarrollado. Lo anterior considerando los mayores niveles de eficiencia del mecanismo al asemejarse a un impuesto de suma alzada.

El trabajo se estructura de la siguiente manera: en la sección dos se presenta una revisión de la literatura y antecedentes relevantes al tema, como subsidios en Chile y en el mundo, formas de financiamiento, diseño de tarifas y Criterio de Finanzas Públicas de Ramsey; en la sección tres se describe la metodología propuesta; luego en la sección cuatro se presentan los resultados, y finalmente, en la sección 5 se muestran las conclusiones.

2. Revisión de la literatura

La literatura relevante para el desarrollo de este trabajo comienza con la experiencia de los subsidios en la provisión de energía eléctrica y agua potable, luego sigue con las formas de

financiamiento del beneficio, continua con el diseño de tarifas y particularmente las tarifas eléctricas en Chile y finaliza con la aplicación del Criterio de finanzas públicas de Ramsey.

1) Revisión de los subsidios al consumo de servicios públicos en Chile y en otros países

Es imposible trabajar en una propuesta de subsidios para la tarifa eléctrica sin revisar antes el caso de éxito del subsidio de agua potable en Chile y la existencia de otros subsidios en estos servicios monopólicos con una altísima componente en inversión de infraestructura.

El servicio de agua potable es un monopolio natural, cuyo mecanismo del subsidio es completamente independiente de la valorización y tarificación del servicio. El subsidio incluye los costos de consumo, sistema de alcantarillas y tratamiento de aguas. En resumidas cuentas, se fija un presupuesto fiscal por región y se les asigna la focalización a las municipalidades, quienes se verán enfrentadas a distintas realidades. Luego, se define un consumo límite o techo (históricamente 15 metros cúbicos), considerando descuentos en la tarifa que van desde el 25% hasta el 100% (intensidad) de esta para este consumo límite y se cobra tarifa completa a cualquier consumo por sobre este.

Inicialmente los beneficiados eran los hogares pertenecientes al primer quintil más pobre, para luego se fue ampliado a todos aquellos hogares vulnerables que pagaban más del 3% de sus ingresos en agua y otros hogares especiales. De esta forma, a partir del presupuesto disponible y las condiciones socioeconómicas (ingresos del hogar) y geográficas (costo del servicio en la zona) de los beneficiados, se determinaba la intensidad del subsidio. Gómez-Lobo et., al (2018) hacen una revisión de la experiencia de la aplicación del subsidio, poniendo énfasis en la incidencia y la focalización.

En cuanto al sector eléctrico, una de las formas de subsidio que existe actualmente en Chile es la del Programa de Electrificación Rural mediante los Fondos Nacionales de Desarrollo Regional. La idea de estos programas es promover la inversión en zonas rurales donde las redes existentes no llegarían dados los altos costos de inversión en comparación a los retornos esperados considerando la baja densidad poblacional y los bajos consumos por hogar. El programa entonces establecía un trazado preliminar, los potenciales clientes que se conectarían y entregaba un subsidio que generaba que privadamente fuese rentable expandir las redes hacia esas zonas. Jadresic (2000) señala que los resultados de la aplicación de este subsidio se traducirían en un aumento de un 50% de la electrificación en zonas rurales en los primeros 5 años del programa.

Si bien el programa ha sufrido modificaciones desde su creación, actualmente sigue vigente con resultados admirables, pasando de un 53,1% de electrificación rural en 1992 (creación del Programa de Electrificación Rural) a un 85,7% de electrificación en 2002. Luego, en 2004 se firma

un convenio de financiamiento con el BID lo que se tradujo en un 95,7% de electrificación al año 2010 para finalmente alcanzar un nivel de electrificación por sobre el 99% al año 2020⁵.

Respecto a un subsidio directo a la tarifa eléctrica, pese a que no existe un mecanismo recurrente ni desarrollado de la entrega de subsidios, sí se han entregado subsidios en contadas ocasiones cuando los aumentos en la tarifa eléctrica han superado un 5% en un periodo de seis meses y el gobierno ha querido usar lo que se indica en el artículo 151 de la Ley General de Servicios Eléctricos. Un ejemplo de lo anterior es el Decreto 329/2007 del Ministerio de Economía⁶, el que establece un subsidio transitorio al pago del consumo de energía eléctrica y fija un monto mensual único (\$18.000 en el Sistema Interconectado Norte Grande y \$12.000 en el Sistema Eléctrico central), duración, beneficiarios, procedimiento de concesión, pago y demás normas necesarias para su implementación. En términos prácticos, se identificaban los beneficiarios con base a su puntaje de condición socioeconómica, se definía un monto a entregar por cliente eléctrico, la Concesionaria descontaba este monto de su cuenta, y mediante la Superintendencia de Electricidad y Combustible, lo iba a cobrar a Tesorería General de la República. De acuerdo con la prensa⁷ de ese tiempo, el gobierno dispuso cerca de 33 millones de dólares lo que, de acuerdo con los montos fijados por decreto, iba a permitir subsidiar a más de un millón de hogares.

En cuanto a la experiencia internacional, Espinoza et., al (2012) relatan la experiencia del diseño de la Tarifa Dignidad en Bolivia, la cual “...tiene el propósito de incrementar la cobertura del consumo de electricidad en los hogares de menores ingresos de las áreas urbana y rural...”. El beneficio consiste en un descuento del 25% promedio de la tarifa vigente para un consumo de 70 kWh mediante un remplazo del cargo fijo por uno mínimo. Este beneficio sería financiado por todas las empresas que operan en el mercado eléctrico, donde el regulador tendría la tarea de repartir el financiamiento.

En términos de subsidios cruzados, en la distribución eléctrica se dan constantemente de distintas formas y entre distintos tipos de clientes. Considerando que los clientes se pueden dividir por la tensión de conexión (alta y baja), tipo de servicio (aéreo y subterráneo) y consumo (residencial, comercial e industrial), es posible demostrar que existen subsidios entre consumos, conexiones y servicios. Por ejemplo, Sepúlveda (2006) demuestra la existencia de subsidios entre clientes de baja tensión y aquellos conectados en alta tensión. Por su parte, Naughton (1989) en Estados Unidos, Qi et., al (2008) y Jia et., al (2021) en China y Goanna Energy Consulting (2016) en Tasmania, evidencian una reducción artificial de las tarifas residenciales y el aumento de tarifas industriales, apuntando a una mejor calidad de vida de los hogares, lo que claramente es una decisión más política que técnica. También está el caso de la priorización de cierto tipo de clientes, Bhattacharyya et., al (2017) demuestran que en India el precio de la electricidad esta subsidiado para la agricultura por el resto de la industria, fomentando así el desarrollo de ese mercado en

⁵ Revista Ruta de la Luz: <https://energia.gob.cl/sites/default/files/revistarutadelaluz.pdf>

⁶ Decreto 329 de 2007 del Ministerio de Economía; Fomento y Reconstrucción: <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=267789&idVersion=2009-12-12&idParte=>

⁷ <https://www.revistaei.cl/2007/11/13/chile-gobierno-cambia-modalidad-de-subsidio-a-cuentas-de-la-luz/>

particular. Un último ejemplo es el subsidio cruzado que se da entre consumidores y prosumidores, dado que el diseño tarifario tradicional no considera la existencia de recursos distribuidos, utilizar tarifas energizadas ocultan el real uso que hacen los prosumidores de la red en Estados Unidos de acuerdo con Ansarin et., al (2020).

Con respecto al mercado de las telecomunicaciones, Hausmann (1997) discute la experiencia de Estados Unidos, donde utilizaron subsidios cruzados dados los límites presupuestarios, demostrando que este mecanismo era extremadamente ineficiente, existiendo un costo de 2,36 billones de dólares para recaudar los 2,25 billones de dólares necesarios, lo que se traduce en una pérdida económica de entre 1,05 y 1,25 dólares adicionales por cada 1 dólar que se deseaba utilizar en el subsidio.

Así, la aplicación de los subsidios cruzados en regulación no es nueva. De hecho, además de la responsabilidad tradicional de la Regulación de velar por el correcto funcionamiento de los mercados competitivos y de un desarrollo correcto de los mercados monopólicos, la regulación también puede aplicar impuestos y subsidios según Posner (1971). En ese sentido, resulta extremadamente relevante el diseño del subsidio y los costos asociados, velando siempre por que el mecanismo introduzca la menor cantidad de distorsiones en el mercado y, por tanto, sea lo más eficiente posible.

2) Subsidio al bien o transferencia monetaria

En términos generales las transferencias económicas son mejores que los subsidios dado que brindan flexibilidad a la hora de consumir, y si bien es una opción lograr los mismos efectos que tendría el subsidio, permite además una serie de otras decisiones que se pueden acercar más a las necesidades particulares de cada familia. Lo anterior se puede apreciar mediante el siguiente argumento.

Supongamos inicialmente que se introduce un subsidio porcentual de s para el consumo del bien en cuestión. El precio que enfrenta un consumidor representativo sería:

$$p_1^c = p_1^p * (1 - s) \quad (1)$$

Luego el gasto fiscal en el subsidio sería:

$$S = s * p_1^p * x_1^s = T \quad (2)$$

Donde x_1^s es el consumo del bien por parte del consumidor dado el precio p_1^c que enfrenta. Ahora lo que se busca demostrar es que, con ese mismo presupuesto, el Estado podría darle al consumidor una transferencia monetaria que le permite, si es que quiere, consumir x_1^s al precio original sin subsidio. En este caso, la restricción presupuestaria del consumidor sería:

$$p_1^p * x_1 + p_2 * x_2 = M + s * p_1^p * x_1^s \quad (3)$$

Ahora, si el consumidor quisiera consumir x_1^s es alcanzable para él ya que reordenando:

$$p_1^p * x_1^s - s * p_1^p * x_1^s + p_2 * x_2 = M \quad (4)$$

$$p_1^p * (1 - s) * x_1^s + p_2 * x_2 = M \quad (5)$$

$$p_1^c * x_1^s + p_2 * x_2 = M \quad (6)$$

Por lo tanto, para un mismo gasto fiscal, con la transferencia monetaria el individuo puede consumir la misma canasta que con el subsidio al precio del bien. Pero, es posible que el consumidor opte por otra canasta que le brinde mayor bienestar.

Esto se demuestra en la Ilustración 1 que muestra gráficamente el conjunto anterior de ecuaciones. Las rectas con pendiente negativa representan las restricciones presupuestarias para la situación sin subsidio, la situación con transferencia monetaria y la situación con subsidio al precio del bien, en rojo, amarillo y verde, respectivamente. Por su parte, las respectivas curvas de indiferencia se encuentran representadas en los mismos colores de las rectas para facilitar su entendimiento. Así, es posible apreciar que efectivamente la canasta óptima del subsidio (x_1^s, x_2^s) también es alcanzable en el escenario con transferencia monetaria (intersección rectas verde y amarilla). Adicionalmente, es posible ver que existe una canasta (x_1^o, x_2^o) en el escenario con transferencia monetaria cuya utilidad para el hogar es mayor que la utilidad en el escenario con el subsidio (Curva verde U^2 se encuentra sobre curva amarilla U^1). Esto refleja la mayor flexibilidad que le permite una transferencia monetaria en comparación con un subsidio al precio del bien, para un mismo presupuesto fiscal.

Sin embargo, esa misma flexibilidad de decisión respecto a que canasta consumir resultaría ser beneficiosa a primera vista, y que es parte fundamental de la estrategia de apoyo económico en las políticas sociales en Chile (entrega de bonos monetarios), puede no ser óptima cuando hay interés de que se consuma el bien, donde potenciales problemas de focalización de la transferencia monetaria o dificultades del traspaso de los recursos al interior de la familia podrían significar que los recursos no lleguen donde deberían.

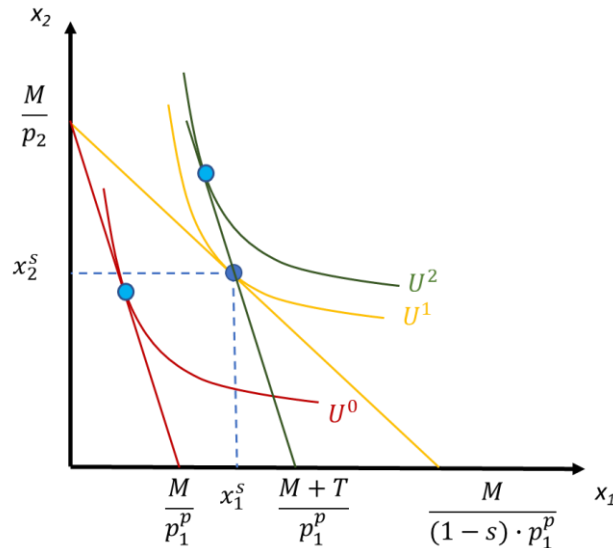


Ilustración 1: subsidio v/s transferencia económica (Fuente: elaboración propia)

En ese sentido, cabe preguntarse si ¿es interés del gobierno que se consuma el servicio de electricidad? Para esto recordemos que el año 2014 se publicó la Agenda de Energía⁸ la que buscaba ser el primer documento de Política Pública de Largo Plazo en materia de energía, la cual establecía una serie de lineamientos que buscaban fortalecer el sector energético. Luego, en el año 2017 se consolidó la visión de largo plazo en el documento Energía 2050⁹, la cual determinó que la energía iba a ser uno de los motores de desarrollo del país, por lo cual se debía “asegurar acceso universal y equitativo a servicios energéticos modernos, confiables y asequibles a toda la población”. Particularmente, el proyecto de Equidad Tarifaria Residencial se desarrolló justamente en la línea de entregar acceso asequible al servicio de energía eléctrica.

Considerando lo anterior, pareciera que sí es de interés del gobierno que se consuma la electricidad dados los beneficios en salud, educación y desarrollo económico que se han asociado al consumo de electricidad, como se señaló en la introducción. Es por esto, que en este caso resulta mejor utilizar un subsidio que una transferencia monetaria para asegurar el consumo del servicio.

Considerando entonces que hay buenos argumentos para que en este caso se opte por un subsidio al consumo del bien más que una transferencia monetaria, es necesario definir la fuente de los recursos que dará origen a estos, existiendo la opción de utilizar el presupuesto nacional (agua potable) o generar un subsidio cruzado entre clientes (energía eléctrica). En ese sentido, es relevante señalar que la utilización de impuestos ya sea a bienes o servicios, generan distorsiones en el mercado las que se terminan traduciendo en ineficiencias o pérdidas económicas. Así, la generación de presupuesto nacional tiene costos asociados conocidos como “costo de fondos públicos”. Este costo se entiende como la ineficiencia en la recaudación, la cual, según Browning

⁸ Agenda de Energía: https://www.energia.gob.cl/sites/default/files/agendaenergiamayo2014_final.pdf

⁹ Energía 2050: https://energia.gob.cl/sites/default/files/documentos/energia_2050_-_politica_energetica_de_chile.pdf

(2008), puede alcanzar entre un 14% y 16% para el mercado del trabajo en Estados Unidos, lo que se traduce en que por cada 100 pesos recaudados en impuestos se genera una pérdida de 14 a 16 pesos en la economía, dependiendo esta, por cierto, de la eficiencia del sistema tributario de cada país. En esa misma línea, Auriol et., al (2012) hacen una recopilación del costo de fondos públicos de varios países, en donde se muestra que Australia tiene una ineficiencia entre 19% y 55%, Canada entre 25% y 53%, Nueva Zelanda de 18% e India entre 54% y 117%.

En cuanto a la utilización de subsidios cruzados no tendríamos este problema, pero sí podríamos generar distorsiones en el consumo del servicio eléctrico si el diseño de este no es el adecuado. En el mercado de telecomunicaciones de Estados Unidos se utilizaron subsidios cruzados, donde los resultados demostraron ser extremadamente ineficientes según Hausmann (1997), significando una pérdida económica de 2,36 Billones de dólares por la aplicación de un subsidio de 2,25 Billones de dólares, más de un 100% del presupuesto necesario para el programa por el cual se implementaron los subsidios.

El problema anterior se debió a la metodología utilizada, donde se eligieron servicios donde las elasticidades precio/demanda eran altas, generando así una reducción del consumo del servicio e incrementando largamente los costos para los que se mantuvieron.

De esta forma, si queremos utilizar subsidios cruzados en el mercado eléctrico en Chile, debemos ser capaces de generar aumentos en la tarifa eléctrica sin disminuir a priori el consumo ni generar desconexiones en el servicio, solo así podríamos asegurar que la utilización de estos permite una repartición eficiente de los recursos.

3) Tarifas eléctricas

El diseño de tarifas corresponde al proceso en el cual se define la forma en que se le va a cobrar a los clientes por el uso de un servicio, por lo que este diseño resulta fundamental en la decisión de los usuarios respecto a cómo y cuánto van a usar un servicio determinado. Desde el punto de vista de la tarifa, existe una serie de factores que pueden ser considerados a la hora de su diseño y que dependen exclusivamente de los clientes, los cuales son: energía consumida, demanda máxima, demanda máxima en horario de punta y perfil de consumo horario. Así, el diseño puede ser tan simple o complejo como se desee y puede depender de una o varias variables, en la medida de que estas se encuentren disponibles.

Zaki et., al (2022) hicieron un benchmarking respecto a las tarifas utilizadas mundialmente, dividiéndolas principalmente en dos tipos: energía y potencia. En ese sentido, para el desarrollo de este trabajo, resulta interesante rescatar tres tarifas: tarifa uniforme, tarifa de conexión y tarifa en dos partes.

La tarifa uniforme, o tarifa energizada, consiste en que todos los costos del sistema se pagan mediante un único precio por energía consumida. El beneficio principal de esta tarifa es la simpleza, pero carece de señales de consumo en horas de punta. La tarifa de conexión, o tarifa por potencia instalada, consiste en cobrar un precio fijo por la demanda máxima que puede obtener el cliente independiente del consumo que tenga. La tarifa en dos partes corresponde a una mezcla, teniendo una parte fija dependiendo de la potencia instalada y una parte variable dependiendo de la energía consumida.

En el caso de Chile, las tarifas las diseña la Comisión Nacional de Energía y quedan definidas por decreto del Ministerio de Energía cada cuatro años. Particularmente, las tarifas vigentes a la fecha se encuentran establecidas en el decreto 11T/2016¹⁰ que fija fórmulas tarifarias aplicables a los suministros sujetos a precios regulados. En el caso de los clientes residenciales, la tarifa diseñada corresponde a la BT1a, la cual es una tarifa en dos partes, con una componente variable dependiente de la energía consumida y una componente fija, la cual se explicita en la siguiente ecuación:

$$\text{Tarifa} = \text{Cargo fijo} + (\text{Precio}_{\text{energía}} + \text{Precio}_{\text{potencia gx}} + \text{Peaje}_{\text{Tx}} + \text{Peaje}_{\text{Dx}}) * \text{consumo}$$

Donde el *Cargo fijo* corresponde al costo comercial de tener a ese cliente conectado a la red (costos de lectura, facturación y atención comercial), el *Precio_{energía}* corresponde al precio de energía de largo plazo obtenido en las licitaciones de suministro, *Precio_{potencia gx}* corresponde al precio que se le asigna a cada cliente por el uso que hace del sistema en su momento de demanda máxima, *Peaje_{Tx}* corresponde al precio que se asigna por el uso del sistema de transmisión y *Peaje_{Dx}* corresponde al precio que se asigna por el uso del sistema de distribución.

Hay que tener presente que en términos de lo que paga el cliente, existen solo la componente fija y la componente variable (suma de todos los cargos variables). En ese sentido, el cliente sabe que independiente de su consumo, mensualmente hay un cobro por contar el servicio, lo que se traduce a un cargo de conexión. Este cargo se debe pagar incluso cuando el cliente no consuma por meses el servicio, como ocurre en algunas viviendas de veraneo, dejándose de pagar solo cuando ocurre una desconexión del servicio. En este sentido el cargo fijo opera como un precio a la conexión del servicio. Por otro lado, la componente variable es la que usualmente usa el cliente para la toma de decisiones, ya que su comportamiento le puede generar pagos o ahorros adicionales dependiendo de su consumo.

Agregar, además, que las tarifas utilizadas en Chile se estructuran con base a un par comuna-empresa, esto se refiere a que el costo que tiene el servicio va a depender, entre otras cosas, de la comuna en la que se encuentre el cliente y de la empresa que lo abastezca. Esto tiene una gran relevancia, dado que las empresas que distribuyen la energía tienen diferentes economías de escala y, por tanto, diferentes costos de distribución a traspasar a sus clientes, por lo que el servicio puede variar bastante entre una comuna y otra.

¹⁰ Decreto 11T/2016 del Ministerio de Energía: <https://www.cne.cl/wp-content/uploads/2015/07/11T-2016-VAD-2016-2020.pdf>

Continuando con lo anterior, la Tabla 1 muestra los Cargos Fijos y Variables para todas las Áreas Típica de Distribución, identificando además algunas de las Concesionarias que pertenecen a cada una de ellas. En esta tabla es posible apreciar que los cargos fijos en el Área Típica 1 (Enel Distribución) representan menos de un tercio de los cargos fijos del Área Típica 6 (CRELL, COELCHA, SOCOEPA, COPELEC, entre otras). Por su parte, los cargos variables presentan diferencias aún más grandes, pudiendo llegar a haber una diferencia de 8 veces el costo entre una comuna y otra (12,73 a 101,87 \$/kWh). De esta forma, considerando un consumo tipo de 140 kWh, el cargo fijo puede representar entre un 3% y un 7% de la cuenta total para un cliente residencial BT1a.

Tabla 1: Cargos Fijos y Variables de Distribución por Área Típica y Concesionaria (Fuente: elaboración propia con datos indexados del decreto 11T/2016)

Área Típica de Distribución	Concesionarias de Distribución	Cargo Fijo medición energía (\$/mes)	Cargo Fijo medición energía y potencia (\$/mes)	Cargo Fijo medición energía y potencia horaria (\$/mes)	Cargo Variable de distribución (\$/kWh)
1	Enel Distribución	585	638	685	12,73 - 17,99
2	CGE, EEPA, CEC	911	1.389	1.421	13,98 - 61,55
3	Chilquinta, SAESA, EDELMAG	1.159	1.443	1.818	28,08 - 47,35
4	EMELARI, Litoral	987	1.267	1.287	18,22 - 31,57
5	FRONTEL, CODINER Luz Osorno, COOPELAN	1.265	1.966	2.095	55,95 - 92,60
6	EDELYASEN, COELCHA, COPELEC, SOCOEPA, CRELL	1.973	2.660	2.828	55,36 - 101,87

4) Criterio de Ramsey aplicado a tarifas

Dado lo anterior, se puede tomar como dado que las tarifas eléctricas en Chile son tarifas en dos partes. En esta sección se desarrolla entonces la determinación de una tarifa en dos partes óptima y el argumento que, bajo un criterio de Ramsey, financiar un subsidio cruzado mediante el uso del cargo fijo de la estructura tarifaria sería eficiente.

El Criterio de Ramsey (1927) de finanzas públicas, también conocido como Regla de Elasticidad Inversa, establece que la carga impositiva que se le puede aplicar a un bien es inversamente proporcional a la elasticidad de consumo de este.

El mismo principio se puede aplicar a la tarificación de monopolios naturales. Partamos primero examinando el caso de múltiples productos y tarifas lineales. Bajo condiciones de monopolio natural, generalmente el proveedor no logra cubrir sus costos con tarifas iguales a los costos marginales.

Para ver esto, supongamos un servicio con dos productos cuyas demandas son independientes, donde W es el bienestar que se desea maximizar, U la función de utilidad, C la función de costos, Q_1, Q_2 las cantidades de dichos bienes y λ es un multiplicador de Lagrange para la restricción de financiamiento de la empresa. Las tarifas óptimas resuelven el siguiente problema:

$$Max W = U(Q_1, Q_2) - C(Q_1, Q_2) + \lambda \Pi$$

Donde

$$\Pi = (P(Q_1) * Q_1) + (P(Q_2) * Q_2) - C(Q_1, Q_2)$$

Las condiciones de primer orden de este problema son:

$$\frac{dW}{dQ_1, Q_2} ((P_1 * Q_1) + (P_2 * Q_2) - C(Q_1, Q_2) + \lambda \Pi) = 0$$

Con demandas independientes, la solución es:

$$\frac{P_1 - Cm g_1}{P_1} = \frac{\lambda}{1 + \lambda} * \frac{1}{|\varepsilon_{11}|}$$

$$\frac{P_2 - Cm g_2}{P_2} = \frac{\lambda}{1 + \lambda} * \frac{1}{|\varepsilon_{22}|}$$

Donde ε_{11} y ε_{22} son las elasticidades precio demanda de los bienes 1 y 2.

Lo que dice este resultado es que, para financiar los déficits de un monopolio natural, es óptimo tarifificar más alto los servicios más inelásticos. Lo cuál es análogo al principio de Ramsey¹¹.

La determinación de la tarifa en dos partes óptima para un monopolio natural es más compleja ya que las demandas por conexión y por consumo del servicio no son independientes. Se asume que hay heterogeneidad entre los consumidores y estos se pueden desconectar del servicio si el excedente que obtienen del mismo no alcanza a cubrir el cargo fijo. Bajo estas condiciones, Brown y Sibley (1986) muestran que la tarifa óptima en dos partes también puede ser interpretada como una aplicación de Ramsey.

Para esto consideremos que E es el precio de conexión, v el costo marginal de conexión, P el precio de consumo, c el costo marginal de suministrar el servicio, θ identifica a los distintos tipos de consumidores y su heterogeneidad y $q(P, \theta)$ su consumo. Así, podemos definir el bienestar del consumidor θ de la siguiente forma:

$$W = U(q(P, \theta), \theta) - P * q(P, \theta) - E$$

Donde $U(q(P, \theta), \theta)$ es la utilidad del consumidor θ . En ese sentido, considerando P y E dados, existirán consumidores θ que se conectarán y consumidores que no se conectarán. Adicionalmente, existirán consumidores que serán indiferentes a la conexión, los que tendrán un $W=0$ y que reconoceremos como θ_0 .

$$0 = U(q(P, \theta_0), \theta_0) - P * q(P, \theta_0) - E$$

De esta forma, es necesario considerar también que $g(\theta_0)$ corresponde a la función de densidad de los consumidores, $G(\theta_0)$ es la función de densidad acumulada y $\hat{q}(P, Q_\theta)$ es la demanda del consumidor marginal θ_0 a precio P. Con esto, de acuerdo con Brown y Sibley (1986), la tarifa en

¹¹ Por eso estas tarifas se denominan tarifas Ramsey-Boitoux en la literatura especializada.

dos partes óptima debe cumplir con la siguiente condición del precio de conexión para este consumidor marginal:

$$(1) \quad \frac{E - v + (P - c) * \hat{q}(P, \theta_0)}{E} = \frac{\lambda}{1 + \lambda} * \frac{1}{e}; e = \frac{g(\theta_0) \frac{\partial \bar{Q}}{\partial E} E}{1 - G(\theta_0)}$$

El término $E - v + (P - c) * \hat{q}(P, \theta_0)$ representa la contribución hecha por el consumidor θ_0 , pudiéndose ver que mientras menor sea la elasticidad, mayor es la contribución de una conexión adicional. En ese sentido, como $(P - c) > 0$ el consumidor marginal se decidirá a conectar cuando el costo total del servicio $v + (P - c) * \hat{q}(P, \theta_0)$ sea inferior al costo de autoabastecerse. Así, la contribución del mercado de conexión a la recuperación de los costos totales dependerá de cuan elástico o inelástico sea. Adicionalmente, la tarifa óptima debe cumplir también una segunda restricción:

$$(2) \quad \frac{P - c}{P} = \frac{\lambda}{1 + \lambda} * \frac{1}{\varepsilon} * \left[1 - \frac{\hat{q}(P, \theta_0)}{\bar{Q}} \right]; \varepsilon = \frac{\bar{Q}_p P}{\bar{Q}}$$

En esta ecuación tenemos que ε es la elasticidad precio/demanda del consumo y \bar{Q} es el consumo promedio. El cargo por uso P puede ser mayor o menor que el costo marginal, dependiendo si el consumo marginal es menor o mayor que el consumo promedio. Así, $\left[1 - \frac{\hat{q}(P, \theta_0)}{\bar{Q}} \right]$ es un término de ajuste que considera la elasticidad cruzada entre consumo y conexión. Como se considera que existe monotonía en los clientes, en el caso de que P aumente, disminuye tanto el consumo como las conexiones al servicio, por lo que es recomendable mantener este P cercano al costo marginal.

Estos últimos resultados indican que, cuando los consumidores se pueden desconectar del servicio, la tarifa en dos partes óptima sigue el principio de Ramsey. El aumento del cargo fijo por sobre los costos fijos de servir un cliente debe ser inversamente proporcional a la elasticidad de desconexión con respecto al cargo fijo, y el cargo variable inversamente proporcional a la elasticidad del consumo con respecto a este precio (manteniendo constante la proporción de clientes conectados).

Dado lo anterior, resulta interesante revisar los valores de esta en el sector eléctrico frente a variaciones de precio por consumo y por conexión. Así Naughton (1989) demuestra que los consumos son mucho más sensibles a cambios en los precios variables que en los precios fijos, y de igual manera, los consumos residenciales son menos elásticos que los comerciales e industriales.

Es razonable considerar entonces que, dentro de ciertos márgenes, la elasticidad de desconexión es cero para los clientes residenciales, por lo que es poco probable que un hogar prescinda del servicio eléctrico por un aumento menor en el cargo fijo. En ese sentido, si el aumento en el cargo

fijo fuese de \$1.000 mensuales, considerando una tasa de descuento de 10%, el valor presente a perpetuidad ascendería a \$120.000, monto menor si se considera la inversión en autoabastecimiento o el consumo de energéticos alternativos como gas, con su respectivo recambio de electrodomésticos. De ser así, entonces sería perfectamente eficiente (como un impuesto “lump-sum”) financiar el déficit de un monopolio natural usando solamente el cargo fijo.

En analogía, podemos usar una tarifa en dos partes, donde la parte fija (demanda casi inelástica) considere un precio que permita recuperar tanto los costos fijos de la distribución eléctrica como los del subsidio que se desea implementar y una parte variable (demanda más elástica) que permita cubrir el costo marginal del servicio de acuerdo con Sotkiewicz (2002). Este esquema de financiamiento de un subsidio podría ser más eficiente que usar recursos del presupuesto nacional, el que genera un costo de fondos públicos o usar la tarifa volumétrica, como el esquema actual usado en el sector eléctrico. En lo que sigue, entonces, se adopta esta forma de financiamiento del subsidio al consumo eléctrico.

3. Metodología

Para una correcta aplicación de este subsidio, es primero necesario definir el beneficio y los beneficiarios, luego calcular la tarifa eléctrica con todas sus componentes y finalmente aplicar el criterio del subsidio elegido disminuyendo las tarifas que se desean y aumentando las que no.

Respecto a los beneficiarios, se optó por considerar los dos primeros quintiles en el Registro Social de Hogares que corresponder a aquellos hogares más vulnerables del país, alcanzando un 42,9% a junio de 2019¹². En la misma línea, se decidió agregar a los beneficiarios a los clientes de zonas rurales, las cuales, de acuerdo con la definición de la Comisión Nacional de Energía¹³, son aquellas donde la densidad de clientes, entendida como clientes conectados por kilómetro de red de media tensión, es inferior a 20.

Respecto al beneficio, antes de definir un monto a subsidiar, resulta fundamental determinar un consumo tipo sobre el cual se va a subsidiar, dado que la tarifa depende casi exclusivamente del consumo. Para definir el consumo tipo es importante tener presente que no se cuenta con información detallada de los consumos por hogar y solo conocemos que el consumo promedio nacional es de 180 kWh, por lo que se decidió subsidiar máximo hasta este consumo, dado que la idea es dar acceso asequible al consumo necesario para maximizar el bienestar social y no más allá. Considerando lo anterior, se probará un subsidio en tres escalones de 20 kWh, partiendo

¹² Registro Social de Hogares: estadísticas nacionales, regionales y comunales: https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/28781/1/BCN_052020_Registro_social_de_hogares.pdf

¹³ Norma Técnica de Calidad de Servicio para Sistemas de Distribución: <https://www.cne.cl/wp-content/uploads/2019/12/Norma-T%C3%A9cnica-de-Calidad-de-Servicio-para-Sistemas-de-Distribuci%C3%B3n.pdf>

desde los 140 kWh y llegando al máximo de 180 kWh. Hay que mencionar además que, de acuerdo con los datos disponibles de octubre de 2018, un 40% de los clientes residenciales están en el tramo 0-180 kWh y un 55% de los clientes están en el tramo 0-240 kWh¹⁴.

Siguiendo con el beneficio, es necesario determinar cuál va a ser la tarifa que los clientes subsidiados paguen para el consumo tipo fijado. Para esto, se revisaron los ingresos por hogar del de los primeros dos quintiles (tramo 0-40 de la Calificación Socioeconómica), cuya mediana ascendía a \$189.241 a junio de 2019. Así, utilizando la experiencia del subsidio del agua, se estableció que la tarifa eléctrica representaría como máximo un 5% o 3% de este ingreso para el consumo tipo fijado, lo que significa que la cuenta para las familias beneficiadas ascendería a \$9.462 y \$5.677, respectivamente.

Como una forma adicional de definir el beneficio, y tomando la experiencia de la Ley De Equidad Tarifaria Residencial, en vez de considerar una tarifa máxima a partir de un porcentaje del ingreso referencial del hogar vulnerable, se definirá la tarifa máxima a partir de la tarifa promedio nacional para el consumo tipo, incrementada en un porcentaje adicional.

Una vez definido el beneficio y los beneficiarios, es necesario calcular las tarifas (se calcularán a enero 2019 por simplicidad) para los consumos definidos para todos los clientes residenciales del país sometidos a regulación de precios (6.145.777 clientes residenciales en octubre de 2018). A su vez, es necesario contar con la cantidad de todos los clientes no residenciales sometidos a regulación de precio para que puedan aportar al subsidio (195.920 clientes no residenciales facturados en octubre de 2018).

Una vez calculadas las tarifas eléctricas de los clientes residenciales para los consumos tipo para todos los clientes, y con el límite de la tarifa eléctrica definido por los ingresos del hogar o por el promedio nacional, se calculará la diferencia que están pagando los clientes que se desean beneficiar por sobre el límite, diferencia que en su conjunto formará el gasto en el subsidio que se debe financiar. Esta bolsa de recursos será repartida entre los clientes no beneficiados, considerando el caso en que pagan todos los no beneficiados y el que pagan todos los no beneficiados y no vulnerables, formando un recargo al costo fijo.

En términos matemáticos, la metodología se puede resumir en el siguiente conjunto de ecuaciones:

$$\sum_i^N (Tarifa\ real_i - Tarifa\ máxima) * A_i = Fondo \quad (1)$$

$$(Tarifa\ real_i - Tarifa\ máxima) > 0 \forall_i \quad (2)$$

$$A_i = 1\ si\ cliente_i\ es\ residencial,\ vulnerable\ y\ rural \quad (3)$$

$$\frac{Fondo}{M} = Aumento\ Cargo\ Fijo \quad (4)$$

¹⁴ Modelo Equidad Tarifaria Residencial enero 2019: https://www.cne.cl/wp-content/uploads/2018/10/Respaldo_1-1.rar

Donde la Tarifa máxima queda dada por la metodología que se utilice (Porcentaje de ingresos o promedio nacional modificado y la Tarifa real corresponde a lo que el cliente debiese pagar sin subsidio de acuerdo con el pliego tarifario vigente. La segunda ecuación recoge que solo se subsidiarán casos donde la tarifa real supere la máxima y la tercera ecuación indica que clientes son beneficiarios del mecanismo, debiéndose cumplir las tres condiciones en forma simultánea en el escenario de ingresos mínimos, mientras que el factor será igual a 1 en el escenario de la tarifa máxima con base al promedio nacional. Finalmente, la cuarta ecuación reparte el fondo en los clientes aportantes, los cuales pueden ser todos los no beneficiados o todos los no beneficiados no vulnerables.

Finalmente hay que señalar que la modelación no reconoce potenciales problemas de focalización, es decir, que se pueda asociar el hogar que necesita el subsidio (Registro Social de Hogares) con su cuenta eléctrica (número de cliente). Adicionalmente, el subsidio se calcula como un monto fijo asociado a un consumo dado, el cual se entregaría independiente si el hogar consumió más o menos de lo subsidiado.

4. Resultados

Considerando la metodología propuesta en el numeral anterior con base a la tarifa máxima a partir de los ingresos del hogar, se presentan los resultados del caso base en la Tabla 2, el cual consiste en un consumo tipo de 140 kWh/mes, con una cuenta máxima igual al 5% del ingreso referencial del hogar para los dos primeros quintiles, para todos los clientes que cumplan en forma simultánea la condición de ser residenciales, rurales y pertenecientes al tramo mencionado.

Tabla 2: Resultados Caso Base con límite a partir de los ingresos del hogar (Fuente: elaboración propia)

Caso	Consumo tipo (kWh)	% Ingreso Hogar	Clientes beneficiados			Promedio beneficio (\$)	Beneficio máximo (\$)	Clientes aportan	Aumento cargo fijo (\$)	Cuenta tipo promedio (\$)	% Aumento cuenta tipo
			Tramo RSH	Ruralidad	Total clientes						
Base	140	5%	40% vulnerable	Menor a 20 clientes por km	266.489	12.223	20.327	6.075.208	536	17.286	3,1%

En esta es posible ver que, considerando la condición de vulnerabilidad y de ruralidad en forma simultánea, menos de un 5% del universo de clientes residenciales a nivel país son beneficiados con el mecanismo, teniendo que aportar el otro 95% de clientes residenciales y los no residenciales. De esta forma, el beneficio promedio recibido por estos 266.489 clientes es de 12.223 pesos, llegando un máximo de 20.327 pesos, el cual supera la cuenta tipo promedio nacional, indicando que hay clientes que sin el beneficio pagarían más del doble de este. El beneficio se traduce en un aumento del cargo fijo de 536 pesos para todos los clientes no beneficiados, el cual representa menos de un 3% de la cuenta tipo. En términos prácticos, este aumento se traduce en un cargo fijo de casi 2.000 pesos para las Áreas Típicas de la 1 a la 5, situación que ya existe en las tarifas chilenas en el Área Típica 6 (ver Tabla 1). Por su parte, existen

algunos clientes del Área Típica 6 que no son rurales, por lo que ellos verían incrementado su cargo fijo en un 25%, alcanzando casi los \$2.500 mensuales.

Ahora, resulta interesante revisar cuanto se mueve el beneficio y el aporte de terceros cuando aumentamos el consumo tipo y/o disminuimos el límite de la tarifa máxima permitida. Así, la Tabla 3 muestra el beneficio y el aumento del cargo fijo para distintos escenarios de consumos e ingresos. Es posible apreciar que el aumento del cargo fijo está cerca de duplicarse entre el caso menos exigente (base) y el caso más exigente (tarifa máxima igual al 3% del ingreso referencial del hogar para los dos primeros quintiles para un consumo de 180 kWh). Se debe mencionar que, para todos los casos, el aumento no alcanza a representar el 5% de la cuenta tipo promedio, lo que se considera bastante acotado en términos generales y que no existe variación de clientes beneficiados y clientes aportantes para los distintos casos, lo cual hace sentido dado que estos dependen de su condición socioeconómica y de ruralidad. Hay que señalar además que el caso más crítico, es decir, con un consumo de 180 kWh y una tarifa máxima con base al 3% del ingreso referencial del hogar, lo tendrían los clientes de Concesionarias de Distribución pertenecientes al Área Típica 6, quienes verían incrementado su cargo fijo en casi un 50%, pagando cerca de \$3.000 mensuales

Tabla 3: Análisis de sensibilidad consumo e ingresos (Fuente: elaboración propia)

Caso	Consumo tipo (kWh)	% Ingreso Hogar	Clientes beneficiados			Promedio beneficio (\$)	Beneficio máximo (\$)	Clientes aportan	Aumento cargo fijo (\$)	Cuenta tipo promedio (\$)	% Aumento cuenta tipo
			Tramo RSH	Ruralidad	Total clientes						
Base	140	5%	40% vulnerable	Menor a 20 clientes por km	266.489	12.223	20.327	6.075.208	536	17.286	3,1%
Caso 1	160	5%	40% vulnerable	Menor a 20 clientes por km	266.489	15.158	24.340	6.075.208	665	19.631	3,4%
Caso 2	180	5%	40% vulnerable	Menor a 20 clientes por km	266.489	18.085	28.353	6.075.208	793	21.976	3,6%
Caso 3	140	3%	40% vulnerable	Menor a 20 clientes por km	266.489	16.007	24.112	6.075.208	702	17.286	4,1%
Caso 4	160	3%	40% vulnerable	Menor a 20 clientes por km	266.489	18.932	28.125	6.075.208	830	19.631	4,2%
Caso 5	180	3%	40% vulnerable	Menor a 20 clientes por km	266.489	21.850	32.137	6.075.208	958	21.976	4,4%

Adicionalmente, resulta necesario evaluar si la parametrización utilizada para definir beneficiarios está cumpliendo con el objetivo. Para lo anterior, la Tabla 4 muestra la cuenta máxima antes de aplicar el subsidio, la cuenta promedio nacional y la cuenta máxima después de aplicar el subsidio entre todos los clientes del país. Acá es posible ver que, independiente del consumo y de la aplicación del beneficio, siguen quedando cuentas extremadamente altas para comunas no rurales y clientes vulnerables, lo que significa que la definición de ruralidad utilizada no contiene todas las tarifas altas. De esta forma, es necesario preguntar si resulta necesario parametrizar nuevamente la ruralidad, para abarcar estas comunas o quizás está bien que en zonas no rurales haya tarifas que dupliquen el promedio nacional.

Tabla 4: Cuentas referenciales en Chile para diferentes niveles de consumo en tarifa BT1a (Fuente: elaboración propia)

Cuenta	140 kWh	160 kWh	180 kWh
Máxima antes (\$)	29.789	33.802	37.815
Promedio (\$)	17.286	19.631	21.976
Máxima después (\$)	29.370	33.298	37.226

Otro hallazgo fue que, con el mecanismo de repartición de la bolsa de recursos para la aplicación del beneficio, clientes vulnerables pertenecientes al tramo más vulnerable también están aportando al mecanismo. Lo anterior es complejo desde el punto de vista que se están produciendo transferencias económicas entre hogares vulnerables, lo que resulta contraintuitivo.

Considerando lo anterior, la Tabla 5 muestra nuevos resultados considerando aportes al subsidio solamente de clientes no vulnerables (no pertenecientes al 40% más vulnerables). En esta es posible ver que los clientes que aportan se reducen en un 40% y que el cargo fijo aumenta en un 64,5% respecto al escenario en que todos los no beneficiados aportan al subsidio.

Tabla 5: Análisis de sensibilidad consumos e ingresos considerando solo aportes de clientes no vulnerables (Fuente: elaboración propia)

Caso	Consumo tipo (kWh)	% Ingreso Hogar	Clientes beneficiados			Promedio beneficio (\$)	Beneficio máximo (\$)	Clientes aportan	Aumento cargo fijo (\$)	Cuenta tipo promedio (\$)	% Aumento cuenta tipo
			Tramo RSH	Ruralidad	Total clientes						
Base	140	5%	40% vulnerable	Menor a 20 clientes por km	266.489	12.223	20.327	3.695.616	881	17.286	5,1%
Caso 1	160	5%	40% vulnerable	Menor a 20 clientes por km	266.489	15.158	24.340	3.695.616	1.093	19.631	5,6%
Caso 2	180	5%	40% vulnerable	Menor a 20 clientes por km	266.489	18.085	28.353	3.695.616	1.304	21.976	5,9%
Caso 3	140	3%	40% vulnerable	Menor a 20 clientes por km	266.489	16.007	24.112	3.695.616	1.154	17.286	6,7%
Caso 4	160	3%	40% vulnerable	Menor a 20 clientes por km	266.489	18.932	28.125	3.695.616	1.365	19.631	7,0%
Caso 5	180	3%	40% vulnerable	Menor a 20 clientes por km	266.489	21.850	32.137	3.695.616	1.576	21.976	7,2%

Por otro lado, en este escenario la tarifa objetivo, definida a partir de un porcentaje del ingreso del hogar y consumo tipo, se encuentra por debajo de la cuenta promedio nacional para ese mismo consumo, lo que significa que los clientes que aportan al mecanismo pagan por el servicio eléctrico más de lo que pagan los clientes beneficiados, situación que podría generar cuestionamientos.

Ahora, respecto al escenario en que la tarifa máxima queda definida a partir del promedio nacional, se presentan los resultados del caso base en la Tabla 6, el cual consiste en un consumo tipo de 140 kWh/mes, con una cuenta máxima igual al promedio nacional más un 10%, para todos los clientes residenciales pertenecientes al tramo mencionado. Adicionalmente, en este escenario se decidió quitar la restricción de ruralidad dadas las conclusiones obtenidas a partir de la Tabla 4.

Así, la Tabla 6 muestra los resultados de la modelación de este nuevo mecanismo, donde la tarifa objetivo es un porcentaje por sobre la cuenta promedio y los clientes que aportan son todos los no beneficiados y no vulnerables. En esta es posible ver que los clientes beneficiados aumentan más de tres veces con respecto a la definición por ruralidad e ingreso del hogar, dado principalmente que había una cantidad no menor de clientes con tarifas altas en zonas urbanas. También se puede ver que los clientes que aportan disminuyen en un 40% (ya no aportan los clientes vulnerables de comunas no beneficiadas). Pese al aumento de beneficiarios y la reducción de clientes aportantes el aumento se mantiene relativamente constante, dado que la magnitud del subsidio es menor, considerando que el promedio nacional se encuentra por sobre el 3% o 5% de los ingresos de los hogares más vulnerables.

Adicionalmente, la cuenta máxima luego de la aplicación del mecanismo de subsidio cruzado, efectivamente se ubica en un máximo para todos los clientes vulnerables que pagan más de un

10% del promedio nacional para el consumo tipo. Considerando este mecanismo, el aumento del cargo fijo para los clientes que aportan asciende a 565 pesos, lo que representa casi un 3,3% de la cuenta promedio nacional.

Tabla 6: Resultados Caso Base con límite a partir del promedio nacional (Fuente: elaboración propia)

Caso	Consumo tipo (kWh)	Cuenta promedio (\$)	% adicional sobre cuenta promedio	Cientes Beneficiados	Promedio beneficio (\$)	Cientes aportan	Aumento cargo fijo (\$)	Cuenta máxima antes (\$)	Cuenta máxima después (\$)	% Aumento cuenta tipo
Base	140	17.286	5%	891.214	2.341	3.695.616	565	29.789	19.014	3,3%

El resultado de este escenario es similar al del escenario anterior, compensándose la disminución del beneficio promedio con el aumento de los hogares que lo reciben. Así, es posible fijar una tarifa objetivo levemente más alta e incluir una gran cantidad de hogares al mecanismo.

Al igual que en la modelación anterior, se realizó un análisis de sensibilidad buscando ver como un aumento del consumo y/o una reducción de la tarifa objetivo impactaba en el beneficio, los beneficiados y el aumento del cargo fijo. La Tabla 7 muestra este análisis, donde se puede ver que el beneficio genera aumentos en los cargos fijos entre 565 y 996 pesos, representando un 3,3% y un 4,5%, respectivamente. Con estos aumentos, algunos cargos fijos podrían ascender hasta casi los 2.200 pesos mensuales (Área Típica 3), dado que los clientes residenciales vulnerables pertenecientes a las Concesionarias de Distribución de las Áreas Típicas 5 y 6 se encuentran todos beneficiados.

Tabla 7: Nuevo análisis sensibilidad consumo y tarifa máxima (Fuente: elaboración propia)

Caso	Consumo tipo (kWh)	Cuenta promedio (\$)	% adicional sobre cuenta	Cientes Beneficiados	Promedio beneficio (\$)	Cientes aportan	Aumento cargo fijo (\$)	Cuenta máxima	Cuenta máxima	% Aumento
Base	140	17.286	10%	891.214	2.341	3.695.616	565	29.789	19.014	3,3%
Caso 1	160	19.631	10%	891.502	2.646	3.695.616	638	33.802	21.594	3,3%
Caso 2	180	21.976	10%	891.502	2.951	3.695.616	712	37.815	24.174	3,2%
Caso 3	140	17.286	5%	1.078.547	2.702	3.695.616	789	29.789	18.150	4,6%
Caso 4	160	19.631	5%	1.078.547	3.058	3.695.616	892	33.802	20.613	4,5%
Caso 5	180	21.976	5%	1.036.404	3.553	3.695.616	996	37.815	23.075	4,5%

Por otro lado, la disminución de la tarifa objetivo aumenta los beneficiarios, los cuales superan el millón para el caso del 5%, con un beneficio promedio de 3.500 pesos. También hay que destacar que los clientes que aportan no varían con el tamaño del beneficio, dado que en base son todos los clientes residenciales no vulnerables y los clientes no residenciales, pudiendo solo variar los beneficiados y aquellos clientes que no son beneficiados ni tampoco aportan.

5. Conclusiones

En este trabajo se revisó la importancia del acceso asequible a energía eléctrica dada la relación entre esta y el bienestar social, principalmente en cuanto a las mejoras en la salud, educación y condición socioeconómica de las familias. En Chile se implementó el Proyecto de Equidad Tarifaria

Residencial (ETR), el cual para un consumo tipo, limitaba la dispersión de las tarifas residenciales, buscando que estas estuviesen en torno al promedio nacional, aumentando el cargo variable de la tarifa eléctrica de aquellos clientes no beneficiados.

Si bien la solución anterior parecía interesante, se buscó analizar un nuevo mecanismo beneficiando de igual forma a los clientes residenciales, vulnerables y rurales, pero esta vez con un aumento en el cargo fijo al resto de clientes, considerando que las elasticidades precio/demanda de los cargos fijos son menos que las de los cargos variables, lo que significa que hay menores cambios de comportamiento frente a aumentos de estos. Esto hace que el mecanismo de financiamiento del subsidio sea más eficiente que el mecanismo actual, asemejándose a un impuesto de suma alzada o “lump-sum” que no genera pérdida social al recaudar de acuerdo con lo señalado por Sotkiewicz (2002). Dado lo anterior, se presenta como una alternativa de cambio de política pública al mostrarse más eficiente respecto a la metodología actual de la Ley de Equidad de Tarifas Eléctricas.

Se probó una metodología basada en el actual subsidio al agua potable y otra basada en el mecanismo de ETR, haciendo análisis de sensibilidad a ambos mecanismos. La metodología basada en el subsidio del agua, es decir, fijando una tarifa máxima de acuerdo con un porcentaje del ingreso del hogar, implicaba aumentos del cargo fijo desde \$536 a \$958, los que significaban entre un 3,1% y un 4,4%, respectivamente. Estos aumentos permitían otorgarle un beneficio de disminución de cuenta a más de 260.000 hogares, con un beneficio promedio de casi \$3.000, con un máximo de casi 22.000 y un subsidio total mensual de \$3.200.000.000. Fue posible revisar que el cargo fijo resultante no lograba alcanzar los 3.000 pesos, estando en algunos casos un 50% por sobre el máximo cargo fijo del país.

El principal problema de este mecanismo era que los clientes que aportaban al mecanismo terminaban pagando más por el servicio que los clientes beneficiados y que clientes vulnerables en zonas urbanas financiaban la disminución de las zonas rurales. Resolviendo lo último, es decir, permitiendo que solo aporten los clientes no vulnerables, los aumentos del cargo fijo desde \$881 a \$1.576, los que significaban entre un 5,1% y un 7,2%, respectivamente. Estos aumentos permitían otorgarle un beneficio de disminución de cuenta a los mismos 260.000 hogares anteriores, solo que con un 40% menos de clientes aportantes.

La metodología basada en la fijación del límite a partir del promedio nacional implica aumentos del cargo fijo desde \$565 a \$996, los que significaban entre un 3,3% y 4,5%, respectivamente, ascendiendo hasta los \$2.000 mensuales. Estos aumentos permitían otorgarle el beneficio a cerca de un millón de hogares, con un beneficio promedio de \$3.000, un máximo de casi \$15.000 y un subsidio total mensual de \$2.100.000.000. En esta metodología, se forzó a que solo aportaran los clientes residenciales no vulnerables y clientes no residenciales, solucionando en parte el problema identificado en el primer mecanismo.

Independiente del mecanismo, fue posible revisar que el aumento en el cargo fijo es menor comparado a la tarifa y comparable a cargos fijos máximos actuales, por lo que es posible concluir que, con la aplicación de este mecanismo, no habría desconexión de servicios.

Uno de los problemas de la implementación de este mecanismo es la definición del beneficio, los beneficiarios y su implementación. Desde el punto de vista del beneficio, los consumos tipo utilizados, no se cuenta con información suficiente para determinar un valor apropiado a los hogares vulnerables, por lo que los consumos fijados solo responden al promedio nacional y variaciones hacia abajo en escalones de 20 kWh. En ese sentido, resultaría interesante realizar una estimación de demanda para un hogar, considerando los equipos eléctricos mínimos para un correcto funcionamiento y desarrollo, considerando la salud, educación y el desarrollo económico.

En cuanto a los beneficiarios, la definición del tramo del 40% más vulnerable puede resultar un tanto arbitraria, sin embargo, no se cuenta con más información del consumo eléctrico de los hogares para utilizar un tramo correcto. Así, se propone incluir en la encuesta del Registro Social de Hogares información del consumo y la tarifa eléctrica, con la finalidad de poder hacer un mejor nexo y consiguiente focalización de subsidios como el propuesto. Lo anterior dado que el beneficio resulta importante en algunas comunas y el paso del tramo del 40% al del 50% no es tan significativo como lo es la disminución tarifaria.

Por otro lado, el aumento al cargo fijo se realizó en la misma magnitud a todos los clientes, sin diferenciar su tipo (residencial, comercial o industrial) ni su condición socioeconómica. En ese sentido, existe la posibilidad de generar un aumento diferenciado para los clientes industriales, buscando que el aumento porcentual sea comparable con el de los clientes residenciales. Desde el punto de vista de los clientes residenciales, sería interesante explorar un aumento escalonado en función del valor del inmueble donde se presta el servicio, lo que se traduciría en un esquema menos regresivo que un esquema con un incremento parejo como el estudiado.

Finalmente, la implementación significa un desafío complejo para el sistema eléctrico, dado que hoy en día no existe un nexo de vulnerabilidad del hogar y número de cliente con el cual se factura. En este sentido, tiene que haber un trabajo intersectorial que permita relacionar información relevante para la implementación de este y otros mecanismos, tal como se hizo con el subsidio de agua potable con buenos resultados, sin embargo, al ser un subsidio cruzado, no es posible aplicar la misma metodología y, por tanto, necesita ser revisado.

6. Bibliografía

- Amigo, C.; Calvo, R.; Cortés, A.; Urquiza, A. (2019). Pobreza Energética. El Acceso Desigual a Energía de Calidad Como Barrera Para El Desarrollo En Chile. Policy Pap. 2019, 3, 59.
- Ansarin, M.; Ghiassi-Farrokhfal, Y.; Ketter, W.; Collins, J. (2020). Cross-subsidies among residential electricity prosumers from tariff design and metering infrastructure. *Energy Policy* 2020, 145, 111736.
- Aste, N., Del Pero, C. & Leonforte, F. (2017). Active refrigeration technologies for food preservation in humanitarian context – A review. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 22, 150–160.
- Auriol, E. and M. Warlters (2012), “The Marginal Cost of Public Funds and Tax Reform in Africa”, *Journal of Development Economics*, Vol. 97(1), January, 58–72
- Benavente J., Galetovic A., Sanhueza R., Serra P. (2005). Estimando la Demanda Residencial por Electricidad en Chile: El Consumo es Sensible al Precio. *Cuadernos de Economía*, Vol. 42 (mayo), pp. 31-61, 2005
- R. Bhattacharyya & A. Ganguly (2017). Cross subsidy removal in electricity pricing in India. *Energy Policy*, 2017, vol. 100, issue C, 181-190
- Bridge, B. A., Adhikari, D. & Fontenla, M. (2016). Electricity, income, and quality of life. *Social Science Journal*, 53(1), 33–39.
- S. J. Brown and D. S. Sibley (1986). *The Theory of Public Utility Pricing*. Cambridge.
- Edgar K. Browning (2008). The Marginal Cost of Public Funds. *Journal of Political Economy*. Vol. 84, No. 2 (Apr., 1976), pp. 283-298
- Contreras D., Gómez-Lobo A. e Palma I. (2018). Revisiting the distributional impacts of water subsidy policy in Chile: a historical analysis from 1998–2015. *Water Policy* (2018) 20 (6): 1208–1226.
- L. Espinoza & W. Jiménez (2012). Equidad en la prestación de servicios en Bolivia: tarifa dignidad en electricidad. *LAJED* No 17 mayo 2012, pag. 135 - 168 ISSN: 2074 - 4706
- Goanna Energy Consulting (2016). *Cross-subsidies in Tasmanian Electricity Tariffs*. Prepared for the Tasmanian Small Business Council.
- Jerry Hausmann (1997). *Taxation by Telecommunications Regulation*. NBER Working Paper 6260.
- Jadresic A. (2000). *A case study on subsidizing rural electrification in Chile*. Energy Services for the World’s Poor. The World Bank: Washington, DC; 2000.

- Zhijie Jia & Boqiang Lin (2021). The impact of removing cross subsidies in electric power industry in China: Welfare, economy, and CO2 emission. *Energy Policy* Volume 148, Part B, January 2021, 111994.
- Jiménez, R. (2017). Barriers to electrification in Latin America: Income, location, and economic development. *Energy Strategy Reviews*, 15, 9–18.
- Khandker, S. R., Barnes, D. F., & Samad, H. A. (2013). Welfare impacts of rural electrification: A panel data analysis from Vietnam. *Economic Development and Cultural Change*, 61(3), 659–692.
- Mardones, C., & Fuentes, J. (2017). Regulaciones para reducir emisiones de MP2.5 y externalidades sobre sus precursores cuando existe disponibilidad de un combustible limpio. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*.
- M. Naughton (1989). Regulatory Preferences and Two-Part Tariffs: The Case of Electricity. *South. Econ. J.* 55, 743-758.
- Oyarzún M. (2010). Contaminación aérea y sus efectos en la salud. *Revista chilena de enfermedades respiratorias*. 26 (1), 16-25.
- Richard A. Posner (1971). Taxation by Regulation. *The Bell Journal of Economics and Management Science*, Vol. 2, No. 1 (Spring, 1971), pp. 22-50
- F. Qi, L. Zhang, B. Wei and G. Que (2008). An Application of Ramsey Pricing in Solving the Cross-subsidies in Chinese Electricity Tariffs. *Third International Conference on Electric Utility Deregulation and Restructuring and Power Technologies*, 442 - 447.
- Ramsey F. (1927). "A Contribution to the Theory of Taxation", *Economic Journal*, 37(145), pp.47-61.
- Rehfuess, E. & Organización Mundial de la Salud [OMS] (2006). Fuel for life: household energy and health. World Health Organization.
- R. Sepúlveda (2006) Tesis. Subsidios cruzados en el pago del Valor agregado de Distribución en el Área Típica Nº1. Repositorio académico de la Universidad de Chile.
- Sotkiewicz, P. M. (2002). "Cross-Subsidies That Minimize Electricity Consumption Distortions". Public Utility Research Center. Warrington College of Business, University of Florida
- D. A. Zaki and M. Hamdy (2022). A Review of Electricity Tariffs and Enabling Solutions for Optimal Energy Management. *Energies*, 2022, vol. 15, issue 22, 1-17