

Universidad de Buenos Aires
Facultad de Ciencias Económicas
Escuela de Negocios y Administración Pública

MAESTRÍA EN ECONOMÍA

TRABAJO FINAL DE MAESTRÍA

Determinantes de la demanda eléctrica residencial en Argentina. Un análisis comparado entre 2013 y 2018 y una aproximación al rol de la eficiencia energética como un camino alternativo de política energética

AUTOR: FLORENCIA E. BALESTRO

DIRECTOR: DIEGO MARGULIS

DICIEMBRE 2020

Agradecimientos

A mi familia, por el apoyo incondicional siempre.

A Diego Margulis, por la motivación, predisposición, tiempo y consejos.

*A Nahuel, por su inagotable apoyo, acompañamiento y sostén. Porque sin él este proyecto
no hubiera sido realidad.*

A la familia que estamos formando que me dio fuerza para avanzar.

Resumen

El presente trabajo analiza los determinantes de la demanda eléctrica residencial de Argentina para los períodos 2012/3 y 2017/8 en base a microdatos de la Encuesta Nacional de Hogares para dichos años. Se identifican como relevantes las *características estructurales del hogar* (acceso a gas natural, estructura de las paredes, si habitan en casas o departamentos), las *sociodemográficas de sus habitantes* (cantidad de miembros, edad y género, el ingreso que perciben, el nivel educativo, en qué región del país residen, entre otros), y los *precios* al que acceden a la electricidad. Asimismo, se postula al *equipamiento del hogar* (electro/gasodomésticos) como una variable cada vez más preponderante al momento de estudiar el patrón de consumo de las familias.

La metodología utilizada estima la función de demanda residencial a través de MCO y de regresiones cuantílicas reconociendo que el comportamiento de los hogares y por ende sus determinantes, cambian en función del segmento de consumo en el que se encuentren. Los principales resultados indican que la *elasticidad precio e ingreso* en el corto plazo permanecen relativamente estables entre los períodos analizados y son menores a la unidad, definiendo a la electricidad como un bien necesario. Asimismo, ambas se incrementan en los hogares más pobres, señalando que el consumo de energía está restringido en función de su nivel de ingreso y que los ajustes tarifarios tienen un impacto de mayor magnitud. Por su parte, el análisis del rol del equipamiento permite focalizar programas de eficiencia energética en función de los usos que los hogares realizan de la energía. Así, es factible diferenciar qué tipo de política es acorde según qué población y segmento de consumo se trate; definir si existen regiones o deciles de ingreso con mayor potencial de ahorro energético y por último, identificar qué aparatos tienen mayor incidencia en el consumo de los hogares.

La delicada situación del sector energético actual requiere repensar las herramientas tradicionalmente utilizadas como la administración de las tarifas, políticas de incentivo a la oferta interna de energía y subsidios al consumo, e incorporar a la demanda de energía residencial como un componente más de la ecuación. Conocer cuáles son sus determinantes y cómo las decisiones de consumo cambian en función de las características señaladas permitirá diagramar políticas energéticas acordes que logren encauzar un sendero de desarrollo del sistema energético nacional seguro y sostenible en el tiempo.

Abstract

This paper analyzes the determinants of residential electricity demand in Argentina for the periods 2012/3 and 2017/8 based on microdata from the National Household Survey for those years. The variables identified as relevant are the *home structural characteristics* (access to natural gas, the structure of the walls, if they live in houses or apartments), the *sociodemographic characteristics of households* (number of members, age and gender, income, educational level, the region of residence, among others), and the *electricity prices*. Likewise, *household equipment* (electrical/gas appliances) is postulated as an increasingly prevalent variable when studying the family consumption pattern.

The methodology used to estimate the residential demand function is the OLS and quantile regressions, recognizing that the behavior of households and therefore their determinants, depends on the consumer segment they are located. The main results indicate that in the short term, *the price and income elasticity* remain relatively stable between the periods analyzed and that they are less than one, defining electricity as a necessary good. Furthermore, both increases in the poorest households, indicating that energy consumption is restricted according to their income level and those tariff adjustments have a greater impact on the. On the other side, the analysis of the role of the *equipment* allows targeting energy efficiency programs based on the final uses that households make of energy. It is feasible to differentiate what type of policy is in accordance with the population and consumer segment concerned; define if there are regions or income deciles with the greatest potential for energy saving and finally, identify which appliances have the greatest impact on household consumption.

The critical situation of the energy sector requires to rethink the traditional tools used such as tariff administration, incentives for the internal supply of energy and consumption subsidies, and incorporate the demand for residential energy as an additional component of the equation. Knowing its determinants and how consumption decisions change based on the characteristics indicated, will allow designing energy policies aligned with the development of a safe and sustainable national energy system over time.

Palabras clave: Demanda de energía, eficiencia energética, regresión cuantílica, Política Energética. Clasificación JEL: D12, Q41, Q48

Contenido

A.	Pertinencia	7
B.	Estructura del trabajo.....	8
C.	Marco teórico – antecedentes	9
D.	Mercado Eléctrico Mayorista	15
	D.1 Evolución de las tarifas eléctricas a nivel nacional	16
	D.1 Oferta y demanda de Energía	20
	D.2 Caracterización del consumo energético de los hogares por uso final	24
E.	Estructura de gastos de los hogares.....	25
	E.1 Incidencia del gasto en energía: evolución entre 2012/3 y 2017/8.....	29
F.	Demanda eléctrica de los hogares: análisis de consumos y tarifas 2012/3 y 2017/8... 35	
	F.1 Base de datos y abordaje metodológico	35
	F.2 Estructura del consumo eléctrico de los hogares a nivel país y provincial	39
	Análisis de la demanda eléctrica provincial.....	43
	Análisis tarifario provincial.....	44
G.	El modelo de demanda de energía eléctrica residencial.....	46
	G.1 Función de demanda energética del hogar. Estimación por MCO. Comparación 2012 vs 2018.....	47
	G.2 Estimación por regresión cuantílica de la función de demanda energética del hogar. Comparación 2012 vs 2018	51
H.	Equipamiento del hogar como determinante del consumo eléctrico.....	57
	H.1.i Equipamiento de los hogares en 2012/3.....	57
	H.1.ii Equipamiento de los hogares ENGHO 2017/8.....	58
	H.1. iii Alcance del Módulo energético – ENGHO 2017/8	61
	H.2 Modelo de demanda de energía eléctrica residencial con equipamiento.....	66
I.	Conclusiones	76
	ANEXO I.....	79
	ANEXO II	81
	ANEXO III	82
	Bibliografía.....	87

Índice de Cuadros

Cuadro 1: Segmentación tarifaria Resolución SE 93/04	17
Cuadro 2: Composición del gasto medio de los hogares y per cápita ENGH0 2004/5 – 2012/3 y 2017/8.....	27
Cuadro 3: Composición de la muestra de la encuesta ENGH0 2004/5 – 2012/3 y 2017/8	28
Cuadro 4: Incidencia del gasto energético sobre el gasto total de los hogares en Argentina. ENGH0 2012/13	30
Cuadro 5: Incidencia del gasto energético sobre el gasto total de los hogares en Argentina ENGH0 2017/18	31
Cuadro 6: Precio Monómico estacional. Trimestral IV2017 – IV 2018	37
Cuadro 7: Factor de ajuste de tarifas por trimestre 2017-2018	38
Cuadro 8: Facturación, consumos bimestrales estimados y participación de la energía eléctrica en el gasto total de los hogares. Trimestral IV2017 – IV 2018	39
Cuadro 9: Consumos kwh/bimestre por deciles de ingreso. 2012/3	41
Cuadro 10: Consumo bimestral del hogar por decil (kwh/bimestre) 2017/8	42
Cuadro 11: Variables de la función de demanda eléctrica residencial	47
Cuadro 12: Determinantes del consumo de electricidad de los hogares 2012/3 y 2017/8. Kwh/bimestrales	48
Cuadro 13: Estimación de la demanda de electricidad por regresión cuantílica. 2012 y 2018	52
Cuadro 14: Equipamiento relevado y participación en los hogares nivel país. 2012/3.....	58
Cuadro 15: Participación del equipamiento por hogar a nivel país y diferencia entre hogares con elevados ingresos y hogares más pobres. 2017/8.....	60
Cuadro 16: equipamiento por uso energético en el modelo de demanda eléctrica residencial	67
Cuadro 17: Estimación de la demanda eléctrica bimestral del hogar, con información del equipamiento eléctrico. Regresión cuantílica y MCO.....	68

Índice de Gráficos

Gráfico 1: Evolución del precio monómico, el precio estacional y los subsidios 2002 -2020 USD/mwh	18
Gráfico 2: Incrementos interanuales del Precio Estacional de la Energía. Comparación 2002-2015 vs 2016-2019	19
Gráfico 3: Balance Energético Nacional: Oferta Primaria de Energía en TEP. 1960 - 2019	20
Gráfico 4: Balance Energético Nacional: Demanda de Energía en TEP. 1960 - 2019	21
Gráfico 5: Evolución de la generación de energía eléctrica GWh 1960 - 2019	22
Gráfico 6: Oferta y demanda energética 2019.....	23
Gráfico 7: Evolución del peso de los principales rubros del gasto de los hogares. 2004 - 2018	26
Gráfico 8: Participación por energético en el presupuesto del hogar 2012/3.....	31
Gráfico 9: Participación por energético en el presupuesto del hogar 2017/8.....	32
Gráfico 10: Incidencia del gasto en energía promedio por decil de gasto. Comparación 2012/3 vs 2017/8.	33
Gráfico 11: Porcentaje del gasto en electricidad por decil y región en Argentina. 2012/3 y 2017/8	34
Gráfico 12: Incidencia del gasto energético por trimestre. Comparación Engho 2012-3 y 2017-8.....	34
Gráfico 13: Consumo bimestral de electricidad de los hogares en kwh 2012/3.....	40

Gráfico 14: Consumo bimestral de electricidad de los hogares en kwh 2017/8.....	42
Gráfico 15: Consumo eléctrico por provincia. 2012 y 2018. Kwh/bimestral.....	44
Gráfico 16: Estructura tarifaria provincial 2012/3 y 2017/8- \$/kwh bimestral	45
Gráfico 17: Coeficientes de regresiones por cuantiles: Características de los habitantes. 2018	53
Gráfico 18: Coeficientes de regresiones por cuantiles: Características de la vivienda. 2018	54
Gráfico 19: Coeficientes de regresiones por cuantiles: Elasticidad precio e ingreso de la demanda eléctrica. 2018	55
Gráfico 20: Porcentaje de respuestas con información sobre etiqueta de eficiencia energética.....	62
Gráfico 21: Regresión cuantílica de la demanda eléctrica residencial 2017/8. Equipamiento de los hogares	71

A. Pertinencia

El sector energético en Argentina se encuentra nuevamente en la encrucijada entre un ajuste tarifario elevado, y un congelamiento prolongado. Ninguna de dichas situaciones es nueva, y tampoco lo es el origen y contexto que resurge el debate. Por una parte, algunas empresas energéticas operan a límite de sus costos, situación que en la década pasada ha desembocado en nulas inversiones en infraestructura y sostenimiento del sistema. Por la otra, se encuentra una situación económica y social delicada, con altos niveles de pobreza y sin margen para internalizar nuevos aumentos tarifarios como los ocurridos entre 2016-2019. Como si fuera que nada hubiera pasado, la afirmación de Marchionni et al (2008) es tan vigente como doce años atrás. *“En este contexto cobra relevancia la necesidad de pensar en alteraciones en la estructura de tarifas que contemplen explícitamente ambas caras del problema, es decir, que permitan mejorar la situación financiera de las empresas del sector, sin alterar sustancialmente el bienestar de aquellas familias con menores recursos”*¹. Entre las alternativas en pos de atender a las necesidades tanto de la oferta como la demanda, se ubica diagramar un esquema tarifario que permita direccionar los subsidios a aquellos sectores que lo requieran, quitando los recursos de los hogares que no. Para ello, una condición necesaria es lograr identificar dichos hogares, así como los determinantes de la demanda de energía eléctrica. Hasta 2015, el esquema de subsidios al sector residencial fue uno generalizado, escalonado en función del consumo energético mensual.

A partir de 2016 con el cambio de Gobierno, se avanzó en una reestructuración, arribando a un precio estacional de energía homogéneo al cual el sector residencial accedía a un valor subsidiado y que proyectaba un incremento a 2019 que terminara con las necesidades de transferencias del Tesoro. Asimismo, se realizó un trabajo de focalización de hogares sujetos de tarifa social, a través de indicadores conocidos como comprobaciones de medios de vida (CMV) (recibir AUH, cobrar menos de 2 Salarios Mínimos Vitales y Móviles, jubilados, entre otros). Sin embargo, los aumentos fueron de tal dimensión que no lograron ser sostenibles en el tiempo, y el proceso de sinceramiento tarifario quedó trunco en febrero de 2019.

Es decir, tanto un subsidio generalizado al consumo, como un esquema más focalizado, pero de elevados niveles no fueron los caminos acordes para destrabar la crisis del sector energético. El presente trabajo busca contribuir al debate desde diferentes aspectos. Por un lado, aporta al estudio de los determinantes de la demanda de energía eléctrica, al comparar

¹ MArchionni et al (2008) página 2

las encuestas de gasto de hogares de 2012/13 y 2017/18 con abordajes anteriores de la literatura. En su comparación, se indaga sobre la existencia de cambios sobre los determinantes del consumo de los hogares, y el rol que juegan las tarifas en dichos consumos. Por otra parte, se incorpora al análisis el equipamiento de los hogares y cómo podrían ser éstos una herramienta adicional de política energética que descomprima la dicotomía entre tarifas subsidiadas y aumentos insostenibles. Su integración como una variable cada vez más relevante dentro de la demanda de electricidad residencial encuentra su justificación en la mutación que los sistemas eléctricos de potencia alrededor del mundo comenzaron a vivenciar. La adopción de la generación distribuida, la incorporación de fuentes renovables de energía, los esquemas de mercados eléctricos competitivos, el almacenamiento de energía, y la respuesta de la demanda son algunos de los pasos que estarán presentes en la transición energética de los próximos años. Queda claro que estos cambios no sólo están del lado de la oferta energética, sino que implican también cambios en los usuarios finales. La modificación en el comportamiento del consumo de energía eléctrica de los usuarios inducidos intencionalmente por un estímulo externo, que en general es de tipo económico (subsidios, tarifas, financiamiento) se conoce como respuesta a la demanda y es reconocido por su potencial como instrumento de transición. Diversos estudios² muestran que la carga del consumo residencial juega un rol relevante en la reducción del pico de demanda. Incorporar los hábitos de consumo del sector residencial si bien es importante, es uno de los mayores desafíos para implementar políticas de respuesta a la demanda, ya que depende de factores variables como el clima, equipamiento del hogar para cocinar o calefaccionar, el tiempo de utilización, entre otros. En ese sentido, podría ya no ser suficiente modelar la demanda energética dejando de lado la conducta de los usuarios y cómo y qué consumen.

B. Estructura del trabajo

El trabajo se estructurará de la siguiente manera. En una primera parte se relevan los antecedentes de abordajes similares respecto a los determinantes de la demanda de electricidad del sector residencial a partir de bases de microdatos como la Encuesta Nacional de Hogares (ENGHO), dando cuenta de similitudes y diferencias respecto al presente trabajo. De la misma forma se repasará sobre trabajos realizados respecto a la estructura tarifaria de Argentina y de abordajes que incorporen el equipamiento y su rol en la demanda

² González, O., A. Pavas, S. Sánchez (2017). Cuantificación del ahorro de energía eléctrica en clientes residenciales mediante acciones de gestión de demanda. *UIS Ingenierías*, vol. 16, no. 2, pp. 217 – 226. <https://doi.org/10.18273/revuin.v16n2-2017020>

energética. En la **Sección D**, se analizará la estructura del sector energético argentino y su marco normativo señalado los cambios sucedidos a partir de 2016 con el cambio de gobierno. Asimismo, se estudiará la evolución de la oferta y demanda de energía y se caracterizará la demanda de energía eléctrica residencial por uso energético final. En la **Sección E** se realizará una descripción detallada de la estructura de gastos de los hogares en base a las ENGHO 2012/3 y 2017/8, y se estudiará la incidencia que tienen el gasto energético en su canasta de consumo. La **Sección F** realiza una caracterización de la estructura los consumos y tarifas de las familias a nivel provincial para ambos años, a la vez que explica la metodología utilizada para estimar las cantidades demandadas de electricidad por hogar. Por su parte, el modelo de demanda de energía eléctrica residencial estimado por Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) y a través de una regresión cuantílica se desarrolla en la **Sección G**, estudiando las principales variables explicativas y comparando su desempeño entre 2012 y 2018. En la **Sección H** se adiciona el equipamiento del hogar como variable relevante condicionante de la demanda de los hogares en el corto plazo y se lo utiliza como indicador de posibles líneas de acción en política de eficiencia energética. Por último, la **Sección I** presenta las conclusiones agregadas del trabajo y sugerencias de política en función de los resultados obtenidos.

C. Marco teórico – antecedentes

Existen dos tipos de enfoque para explicar la demanda de electricidad: uno que utiliza variables agregadas macroeconómicas (PBI, distribución del ingreso, sectores económicos, etc) y no se centran en la heterogeneidad de los hogares; y otro centrado en datos microeconómicos como relevamientos o encuestas que incorporan información a nivel hogar o per cápita. Estos consideran variables como el ingreso de los hogares, cantidad de miembros que lo habitan, cuestiones estructurales como si es casa o departamento, materiales de construcción, fuentes de calefacción/refrigeración, entre otros. El presente trabajo en encuadra dentro de esta última línea de análisis.

Uno de los trabajos más antiguos para Argentina que estudia los determinantes de la demanda de electricidad es el de **Delfino (1979)**, el cual identifica el aumento de la demanda de electricidad en el sector residencial en la introducción de artefacto eléctricos y la sustitución de combustibles para calefaccionar y cocinar. Asimismo, fue uno de los pioneros en señalar que el conocimiento de los determinantes de la demanda eléctrica residencial conlleva a políticas tarifarias más efectivas y entender cómo cambios en los precios relativos de los energéticos pueden influir en su composición, entre otros. Plantea que como la

electricidad es usada a través de electrodomésticos, entonces la demanda de la primera depende de la de los segundos. De esta manera, distingue la demanda de corto plazo, dada por el “parque” existente en el hogar, respecto a la de largo plazo con capacidad de sustitución de equipos. Así, señala que cambios en el precio de la energía eléctrica en el corto plazo tendería a ser inelástica, ya que está definida por el costo del uso del stock del equipamiento del hogar. En el largo, podrían sustituirse por mejores o por energéticos sustitutos como el gas natural o garrafa si fuera conveniente.

a. Utilización de base de microdatos de corte transversal para estimar demanda de energía eléctrica residencial

Entre los principales trabajos que utilizan microdatos de corte transversal para analizar la elasticidad ingreso de la demanda energética de los hogares se encuentra **Kozak (1991)** siendo uno de los primeros antecedentes en utilizar la Encuesta Nacional de Hogares (ENGHO) de 1985/6. Así define la elasticidad ingreso de la demanda eléctrica como un insumo relevante para conocer la función de demanda de los mismos. Su trabajo muestra a elasticidad ingreso con valores 0,41 y 0,46 aunque las variables explicativas asumidas son muy pocas (tamaño de hogar y adultos mayores). Al igual que Delfino (1979) reconoce la relevancia del stock de electrodomésticos como determinante en el corto plazo, pero no lo incluye en su modelización.

Seguidamente, se encuentran trabajos que incorporan un mayor número de características habitacionales de los hogares y de sus habitantes como un factor explicativo determinante de la demanda de los hogares. Uno de ellos es **Navajas (2008)** que pondera la importancia relativa de la elasticidad del ingreso versus las características de los hogares como determinantes del consumo de gas natural, señalando su relevancia a la hora de diseñar una política tarifaria social para los sectores más humildes. Señala que tomar al ingreso del hogar como proxy de la demanda de gas es un error ya que en general las familias pobres son relativamente más numerosas que las ricas y por ende el consumo del hogar podría estar relacionado débilmente al ingreso. El trabajo parte de la información de la Encuesta de Hogares para el 2004/5 y constituye uno de los antecedentes teóricos de la metodología que se utilizará en el trabajo respecto a la estimación de las cantidades consumidas por los hogares, los cuales son extraídos a partir de los gastos de los hogares en dicho energético,

los cuadros tarifarios³ y las estructuras impositivas. Una de sus conclusiones es que, a precios bajos de los energéticos, la elasticidad del consumo depende menos del ingreso que de las características de los hogares, mientras que si se utilizan energéticos más caros como GLP, la elasticidad ingreso permanece similar pero cae en relevancia relativa las características de los hogares como determinantes del consumo. Concluye que segmentar las tarifas por consumo no es una política inclusiva (error tipo 1 y 2), lo que requiere incorporar otras características observables de los hogares para realizar una política acorde.

Otro trabajo que utiliza una modelación similar es el de **Hancevic y Navajas (2008)** que analizan los impactos de un aumento tarifario en electricidad y gas en CABA sobre la población de ingresos bajos y medios. Se basa en la estructura de consumo de los hogares provista por el ENGHO 1996-7 extrapolando los consumos a 2007 en base a la información de la Encuesta permanente de Hogares (EPH) para CABA. Evalúan el impacto de un aumento del 30% en las tarifas de gas y electricidad sobre los hogares, financiado por la mayor recaudación tributaria del aumento tarifario el que a su vez es utilizado para financiar la tarifa social.

La incorporación de algunos equipamientos como variable explicativa de la demanda eléctrica, básicamente la tenencia de aire acondicionado o equipos de calefacción sucede en un trabajo de los mismos autores de 2015, focalizado en los hogares del AMBA a partir de la ENGHO 2004/5 y utilizando el método de regresión cuantílica. Utiliza niveles de precios diferentes para estudiar cambios en el patrón de consumo de los hogares, aunque siguen sin estar incorporados en la regresión econométrica de la demanda. Precios de la energía arbitrariamente bajos generan patrones de consumo ineficientes. El trabajo se focaliza en analizar los hogares de consumos ineficientes que presentan un consumo excesivo. Uno de sus principales hallazgos es que existe una distribución uniforme de hogares con consumos excesivos a lo largo de los deciles de ingreso/gasto, lo cual ratifica la baja correlación con dicha variable y la relevancia de otras variables como el acceso a la red de Gas Natural o el equipamiento del hogar. Cabe aclarar que el análisis de la incidencia de equipamiento es limitado por la información que provee la ENGHO hasta ese momento, en donde sólo señala si el hogar tiene o no AA o sistema de calefacción, pero no informa ni la cantidad, ni otros equipos para usos finales de los hogares, variables incorporadas en la ENGHO 2017/8 y en el presente trabajo.

³ Si bien lo utiliza para estimar las cantidades consumidas de energía, el trabajo no estima la elasticidad precio de la demanda de gas.

b. Incorporación de los precios como determinante de la demanda eléctrica residencial

Entre los trabajos que incorporan al análisis la elasticidad precio se encuentra **Margulis (2014)** como un antecedente relevante para Argentina y cuyo abordaje metodológico será considerado en el presente trabajo. Así, parte de la ENGHO 2004/5 y procesa los cuadros tarifarios de gran parte de las provincias argentinas con el fin de incorporar los precios dentro del análisis. Encuentra que el consumo eléctrico del hogar es inelástico tanto en el ingreso como en los precios; a nivel per cápita, muestra que la elasticidad ingreso es incremental en los hogares más ricos, mientras que la elasticidad precio es más importante en los de bajos ingresos.

A nivel internacional, se encuentra el trabajo de **Medina y Vicens (2011)** para España, que estudian los determinantes del consumo eléctrico de los hogares en base a la Encuesta de Presupuestos Familiares (2009) con una regresión cuantílica incluyendo similares variables que los señalado en Hancevic y Navajas (2015). Una diferencia es que en este estudio se utiliza como variable explicada la factura eléctrica y no las cantidades consumidas como en los estudios revisados hasta ahora y el que se elaborará aquí. Sin embargo, las conclusiones son similares. Las variables relacionadas con los factores socio-económicos del hogar y con las características de la vivienda obtuvieron parámetros estadísticamente significativos, excepto en los casos de zona de residencia y tipo de vivienda. La cantidad de miembros del hogar, el ingreso, el tamaño de la vivienda, y calefacción a base de electricidad influyen en el consumo eléctrico con signo positivo. Sin embargo, la elasticidad ingreso es baja (0,16%) aunque incremental con el nivel de ingreso. Sugieren que para incidir en el consumo eléctrico de los hogares, el camino no debería basarse en políticas que supongan una reducción de los niveles de ingreso, tales como impuestos que graven el consumo, o controles en las tarifas sino a través de políticas de gestión de la demanda para incentivar la eficiencia energética.

Galindo (2014) además de estudiar la elasticidades ingreso, adiciona la elasticidad precio de la demanda de electricidad y de combustibles para transporte (gasolinas) para El Salvador, tanto a nivel agregado como por quintiles de ingreso, utilizando microdatos en base a la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares para 2005/6. A diferencia de lo que se verá en el trabajo para Argentina, el gasto de electricidad por quintiles es relativamente uniforme en los primeros 4 quintiles de ingreso y disminuye sólo en el último quintil pero levemente. Coincide con el resto de los estudios aquí citados, que muestran que la demanda de electricidad y de combustibles para el transporte dependen del gasto/ingreso, de sus precios respectivos y características sociodemográficas y económicas de la población. Otra

diferencia con Argentina es que las magnitudes de las elasticidades precio e ingreso están invertidas para El Salvador, siendo más importante las de ingreso que las elasticidades precio de la demanda. Al igual que en Medina y Vicens, la elasticidad ingreso tiene una forma de “u” invertida, aumentando para los primeros quintiles de ingreso para luego disminuir. La elasticidad precio por su parte, aumenta a medida que nos desplazamos por los quintiles de ingreso, resultado contrario al hallado en Margulis (2014)

c. Incorporación explícita del equipamiento como determinante de la demanda eléctrica residencial

Por otra parte, el aporte del presente trabajo es incorporar explícitamente el equipamiento de los hogares como un condicionante adicional a la hora de estudiar la elasticidad ingreso y precio de los hogares. A nivel internacional, **Gerschuni (2013)** para Uruguay realiza una estimación de la elasticidad ingreso de corto plazo (0,52), controlando por el stock de electrodomésticos del hogar (aunque no muestra la incidencia individual de los mismos sobre el consumo) utilizando la Encuesta de Gastos e ingresos de los Hogares de 2005/6. Al igual que Galindo (2014), analiza los resultados dividiendo a la población en quintiles de ingresos, encontrando una forma de u invertida de la elasticidad ingreso entre los diferentes quintiles. Argumenta que es a razón de que en el corto plazo los hogares se encuentran restringidos en su consumo o acceso a equipamiento y que la mayor elasticidad de demanda eléctrica en los hogares más pobres es por el incremento del acervo de electrodomésticos.

Zhou (2013) realiza la estimación de la elasticidad ingreso y precio de la demanda eléctrica residencial para China en base a la Encuesta de Hogares de la provincia de Sichuan entre 2007 y 2009. A diferencia de Gerschuni, incorpora explícitamente la tenencia de electrodomésticos, estimando su incidencia en el consumo eléctrico de manera individual. Los equipos utilizados en el estudio son heladeras, computadoras y aires acondicionados que incrementan el consumo en un 22%, 7% y 10% respectivamente (TV y lavarropas automático no resultaron significativos). Otras variables consideradas son el tamaño y antigüedad de la vivienda, y el nivel educativo y edad de sus habitantes, todas similares a las de estudios referenciados anteriormente. Entre sus hallazgos, señala que la elasticidad precio decrece cuando se incorpora la tenencia de electrodomésticos en el hogar, lo que implica que relevancia de las tarifas disminuye cuando se controla por dicha variable. La elasticidad ingreso por su parte es baja, siendo la electricidad un bien necesario. Por último, observa que la elasticidad ingreso para hogares de menores recursos es mayor aunque la elasticidad precio permanece similar.

Para California, **Reiss y White (2001)** analizan como determinantes de la demanda eléctrica el stock de equipamiento de los hogares y la incidencia del clima y como aporte innovador suman considerar una estructura tarifaria no lineal. Se basan en la Encuesta del Consumo de Energía residencial (RECS) llevada a cabo por el Departamento de Energía de EEUU para 1993 y 1997. Al igual que el presente trabajo, reconstruye las tarifas en base a información de las distribuidoras de California. Para el equipamiento, define categorías de equipamiento (la categoría base incluye heladera e iluminación), si cuenta con AA, calefacción eléctrica, calentamiento de agua eléctrico, lavarropas (su tenencia la identifican con una variable dummy), además de que considera el tamaño de los ambientes, cantidad de habitantes, el ingreso del hogar, entre otros. Realizan una estimación para el promedio de la población de la elasticidad precio, pero también realizan la estimación de las elasticidades de precio e ingreso por categoría de equipamiento, buscando recopilar las diferencias en dichas elasticidades según qué equipos tienen los hogares. Su foco se encuentra en resaltar la heterogeneidad de la sensibilidad de los hogares a cambios en las tarifas; siendo menos sensibles aquellos cuyo equipamiento se encuentra dentro de la categoría de consumo base (mínimos requerimiento como heladera e iluminación) y aumenta con el equipamiento. Por último, señalan que la demanda eléctrica se vuelve más inelástica a cambios tarifarios cuando aumenta el ingreso, sino también cuando aumenta el consumo de kwh; esto último, relativamente poco intuitivo según los autores.

Mendieta (2016) realiza un estudio de los determinantes de la demanda eléctrica residencial para México, incorporando explícitamente la tenencia de Heladeras, Lavarropas, AA, Ventiladores y Estufa eléctrica. Mediante una regresión cuantílica busca entender cómo cambia el impacto de los electrodomésticos a medida que se incrementa el consumo. Encuentra que el mismo decrece ante mayores kwh demandados. Asimismo, analiza el impacto de la compra de heladeras y lavarropas luego de la incorporación de etiqueta de eficiencia energética, encontrando resultados no concluyentes respecto a la disminución en el consumo eléctrico.

Huang (2015) analiza los determinantes del consumo eléctrico en Taiwan. señala que el régimen de tenencia de la casa es relevante, considerando que ser dueños tienen una mayor preponderancia a invertir en sistemas más eficientes de energía dentro de la vivienda. Sin embargo, como contrapeso señala que los dueños tienen a tener un mayor número de equipos en el hogar y por ende terminen usando más energía que los rentados. Trabajar en el hogar implica mayor uso energético.

Consideran la cantidad de heladeras, TV, lavavajillas, AA y calentadores de agua como variables explicativas. Muestra que el mayor efecto lo tienen los aires acondicionados. Sin embargo, con el correr de los años muestra que el efecto va decayendo, resultado similar al encontrado en RECS (Residential energy consumption survey) que presenta una caída del 58% al 48% en el parte del AA al consumo del hogar entre 1998 y 2009. Los motivos se atribuyen a mejoras en el equipamiento, mejoras en los hogares y medidas de aislamiento y eficiencia en las ventanas.

Los hogares con mayores ingresos consumen el doble que los de menores ingresos, pero a nivel per cápita eso no sucede. Se argumenta que puede ser por no tener presupuesto para medidas de eficiencia. El crecimiento y desarrollo económico conlleva a que los hogares estén más equipados y por ende los desafíos de política tienen que ser focalizados en poblaciones con mayores niveles de demanda. Una consideración es que a nivel per cápita los de menores ingresos son más consumidores, lo cual no se condice con cuadros tarifarios progresivos si se quisiera incentivar el ahorro a través del precio de la energía.

No siempre la implementación de equipos más eficientes redundan en ahorros energéticos. Existe el efecto rebote que termina por incrementar la demanda total. El uso de equipamiento eficiente debe ir acompañado de educación e incentivos que implican un cambio en el comportamiento de los que habitan los hogares y sus pautas de consumo.

D. Mercado Eléctrico Mayorista

El Mercado Eléctrico Mayorista (MEM) es el arreglo institucional donde se intercambia energía eléctrica al por mayor y CAMMESA es el Organismo Encargado de Despacho quien administra el mercado y despacha la energía. El sistema vigente hasta 2015 surgió luego de la crisis económica de 2001, cuando según Cont (2007), el sector sufrió un cambio estructural con la Ley 25.561 de Emergencia Económica de 2002, bajo la cual las tarifas de distintos servicios públicos fueron congeladas, así como también comenzaron a regularse algunos precios que hasta entonces no estaban regulados (en este caso, el de la generación eléctrica). A partir de 2016 se inició un proceso de readecuación tarifaria que quedó trunco a inicios de 2019.

El sistema eléctrico argentino está dividido en 3 etapas: generación, transporte y distribución. Mientras que el primero cuenta características de un mercado competitivo, las otras dos por ser monopolios naturales que por ende son regulados.

El marco regulatorio son las Leyes 15.336 y 24.065, ésta última regula el Mercado Eléctrico Mayorista (MEM). Los actores que intervienen en el MEM son, por el lado de la Oferta, los

generadores, cogeneradores y autogeneradores. La actividad de Transporte es la que vincula la oferta con la demanda de energía eléctrica, esta última constituida por distribuidoras y grandes usuarios. Respecto a las distribuidoras, son las responsables de comercializar la energía a los consumidores finales que no tengan facultad para contratar el servicio de manera independiente (Residenciales y electrodependientes). Son concesiones pueden ser Nacionales (Edenor y Edesur), provinciales (EDEA, EPEC, etc) o Municipales. Los Grandes usuarios, por su parte, contratan energía independientemente para su propio consumo con el generador o comercializador o actualmente con CAMMESA.

En materia de costos de la energía eléctrica, por un lado se encuentra el Costo Medio Monómico que es la suma de los costos representativos de producción de energía eléctrica del MEM (propios y asociados) dividido la demanda abastecida total en un período determinado. Entre los principales componentes están: los costos de generación a partir de gas natural y de combustibles líquidos como el gas oil y fuel oil, los contratos de capacidad y operación y mantenimiento. Dicho valor es al que adquieren la electricidad los Grandes Usuarios del MEM y se detalla de la siguiente manera:

- Los sobrecostos (SCTD) debidos a la utilización de combustibles alternativos al gas natural
- Los cargos pagados por Contratos Abastecimiento MEM y Sobrecosto Compra Conjunta, relacionado con el pago de nueva potencia tanto de origen térmico como renovable.
- Componente relacionado a la retribución a la potencia y reserva
- Componente de los cargos por utilización de la red de transporte pagado por la demanda.

Por otra parte, se encuentra el Precio estacional de Energía (PEST) que es aquel al que las distribuidoras adquieren energía. Si bien debería reflejar el Precio Monómico en promedio, ello no es así y es un valor que se define trimestralmente por la Secretaría de Energía, alejado de representar los costos reales del sistema. La diferencia entre el Costo Medio Monómico y el Precio Estacional es cubierto por transferencias del Estado.

D.1 Evolución de las tarifas eléctricas a nivel nacional

Hasta fines de 2001, el precio estacional era similar al costo marginal de generación y las diferencias positivas o negativas trimestrales con el precio de mercado se iban cancelando en un Fondo de Estabilización. A partir del año 2002, el precio estacional o sancionado se congeló hasta 2004 en un nivel prácticamente similar al previo a la crisis económica del país. El aumento del valor de los hidrocarburos, sumado al congelamiento tarifario generaron un desfase entre los costos de generación y el precio estacional abonado por las distribuidoras. En dicho año, se decidió desdoblar el precio estacional, aumentando sólo para los Grandes

Usuarios (20% de la demanda) los cuales deberían cubrir los costos de generación reales del sistema, manteniéndose sin variaciones para el resto de los usuarios.

Luego, la Resolución SE 93/04 desdobló nuevamente el precio estacional abonado por la distribuidora en función del consumidor final. Se mantuvo unificado el precio para toda la demanda residencial y se segmenta el abonado por las demandas no residenciales mayores a 10 kW, que típicamente son demandas de industria o comercios de gran porte (shoppings, bancos supermercados, etc.). Ello cambia a mediados de 2008 en donde también se segmenta a la demanda residencial de acuerdo con el nivel de consumo, dividiéndola en cuatro segmentos con precios mayoristas diferenciados.

Margulis (2014) señala que la Secretaría de Energía en la nota que acompaña a dicha medida (Nota S.E. N° 4259 del 17/12/08) esgrime como justificación que los Precios Estacionales a ser abonados por los demandantes deben ser concordantes con la capacidad de pago que se asume que cuentan los distintos estratos económicos y sociales de la demanda. En ese sentido, deja entrever la premisa de la Secretaría respecto al consumo eléctrico como un buen estimador de la capacidad de pago o nivel de ingreso del hogar, afirmación que será sometida a evaluación en el presente trabajo.

A pesar de ello, la segmentación de las tarifas por usuario no fue suficiente para saldar la diferencia entre el PEST y el Monómico.

Cuadro 1: Segmentación tarifaria Resolución SE 93/04

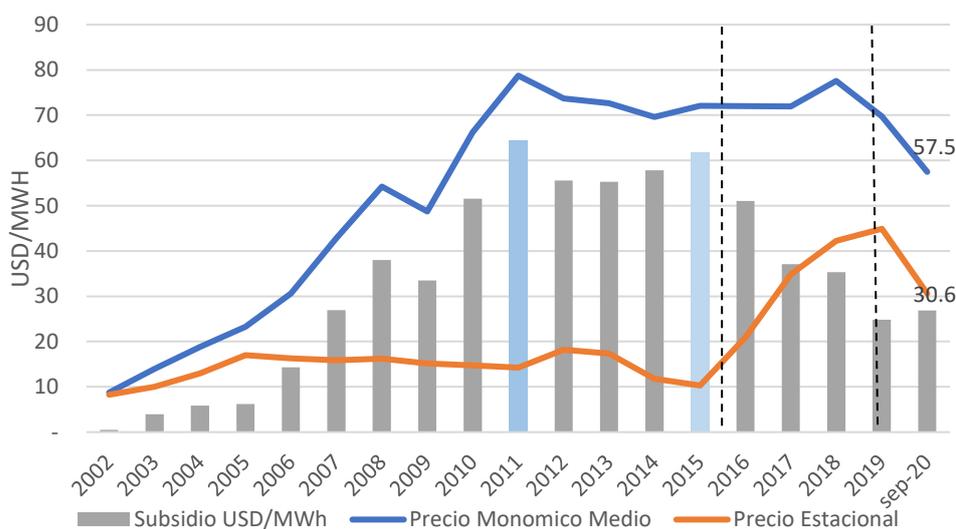
Desde		Nov-02	Feb-04	Sep-04	Ene-05	Oct-08
Hasta		Ene-04	Ago-04	Dic-04	Sep-08	May-09
Residencial	<1000 kWh/bim	15,8	15,8	15,8	15,8	15,8
	>1000 kWh/bim <1400 kWh/bim					45,8
	>1400 kWh/bim <2800 kWh/bim					74,8
	>2800 kWh/bim					134,8
Alumbrado Público					22,5	22,9
No Residencial <10 kW	<4000 kWh/bim			28,7	45,23	45,9
	>4000 kWh/bim					54,9
No Residencial	>10 kW <300 kW		27,8	43,3	54,93	54,9
	>300 kW		35,4	51,4		85,0

Fuente: Margulis (2014)

Hasta 2011 los precios que figuran en la última columna se mantuvieron sin modificaciones, con períodos invernales en donde el subsidio se intensificaba para el sector residencial. En dicho año hubo un intento de actualizar los valores de los precios con la Resolución SE N° 1301/11 que establecía Precios Estacionales No Subsidiados en un valor de \$320/MWh aplicables a los segmentos de la demanda que se encuentren en condiciones de afrontar los

reales costos del sistema. Se excluía del subsidio a determinadas actividades económicas y barrios específicos para el sector residencial. El efecto de alivio sobre las arcas gubernamentales fue menor. Entre 2013 y 2015 el Precio Estacional subsidiado no sufrió modificaciones llegando en el último año a cubrir el 15% del Costo de generación promedio

Gráfico 1: Evolución del precio monómico, el precio estacional y los subsidios 2002 -2020 USD/mwh



Fuente: Elaboración propia en base a CAMMESA y TCN promedio anual del BCRA- Comunicación 3500

En términos generales, el precio monómico varía según la generación térmica usada, la cual a su vez depende de la generación hidroeléctrica que es definida como base. El aumento del costo de generación entre los años 2005 y 2015 estuvo asociado, entre otras cuestiones, a la intensidad en la utilización de combustibles alternativos, como el fuel oil y el gas oil, con mayor impacto durante los meses de invierno.

Asimismo, el aumento de la demanda sucedido en aquellos años implicó la utilización de centrales térmicas menos eficientes que licuaban la contribución de los bajos precios de la hidráulica, incrementando los costos promedio del sistema. Por su parte, la caída en la producción de gas natural implicó que sea priorizado para abastecer los requerimientos del sector residencial en el período invernal, en detrimento de la generación eléctrica.

En diciembre de 2015 y con el cambio de gobierno, el Decreto 134/2015 declara la emergencia del Sector Eléctrico Nacional hasta el 31 de diciembre de 2017. A partir de allí comienza un proceso de Revisión tarifaria en *pos* de aminorar los subsidios en las tarifas de los consumidores finales que chocará con las condiciones macroeconómicas del país a partir de abril de 2018, echando por tierra las previsiones de inicio de su gestión.

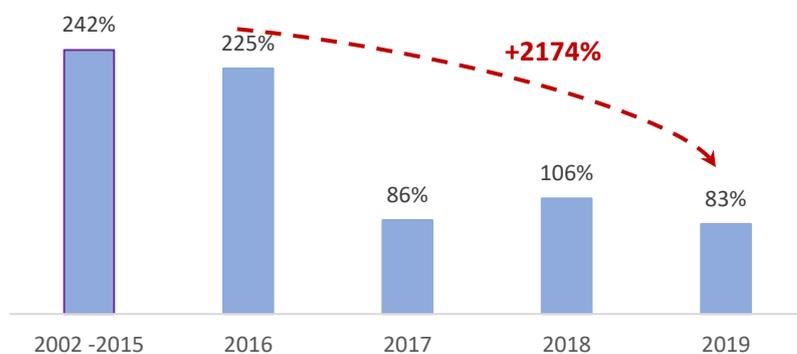
En Enero de 2016 mediante la Resolución MINEM 6/2016, se determina un precio estacional único a nivel nacional para el MEM para las distribuidoras y Grandes usuarios de

Distribuidoras (GUDIs), tomando como referencia el precio sin subsidio para todo el país establecido en el Artículo 2° de la Resolución 1301/2011 (320\$/MWh). Asimismo, es lanzado el Plan Estímulo al uso eficiente de la energía que implica una reducción del precio sancionado como contrapartida de un menor consumo de energía respecto al año anterior para los usuarios residenciales (si el ahorro era mayor al 20% respecto al año anterior, el descuento era aproximadamente del 35%). También se define la Tarifa social, bajo la cual los beneficiarios pagaban solo los costos del distribuidor si consumían hasta 150kwh/mes; es decir no abonaban el Precio de la energía, y un valor por el excedente reducido si su demanda era igual o menor a la del mismo mes de 2015.

Esto demarca un cambio respecto a la asignación de los subsidios, en un intento por focalizar la política tarifaria. Si bien el sector residencial continuaba siendo subsidiado, el criterio de elegibilidad para aquellos que recibirían la Tarifa Social, además de fijar un límite de volumen consumido (según Resolución 210/E2016) sumó variables vinculadas a la percepción de ingresos bajos, o ser jubilado, percibir ayuda social por parte del Estado, ser personal de servicio doméstico, ser electrodependiente o percibir seguro de desempleo. La diferencia radica en que hasta 2015, si bien el sector residencial en su conjunto era beneficiario de los subsidios del Estado; el grueso se concentraba en los consumos menores a 1000Kwh/bimestrales, siendo un límite muy alto. Como se verá más adelante, cerca del 95% de la población no consume por encima de ese valor, indicando un error de inclusión elevado con elevados costos asociados en materia fiscal.

La readecuación tarifaria iniciada con el cambio de Gobierno estuvo signada por incrementos muy elevados que superaron la capacidad de ser internalizados. El Gráfico 2 señala los incrementos anuales, comparados con el período anterior.

Gráfico 2: Incrementos interanuales del Precio Estacional de la Energía. Comparación 2002-2015 vs 2016-2019



Fuente: Elaboración propia en base a CAMMESA

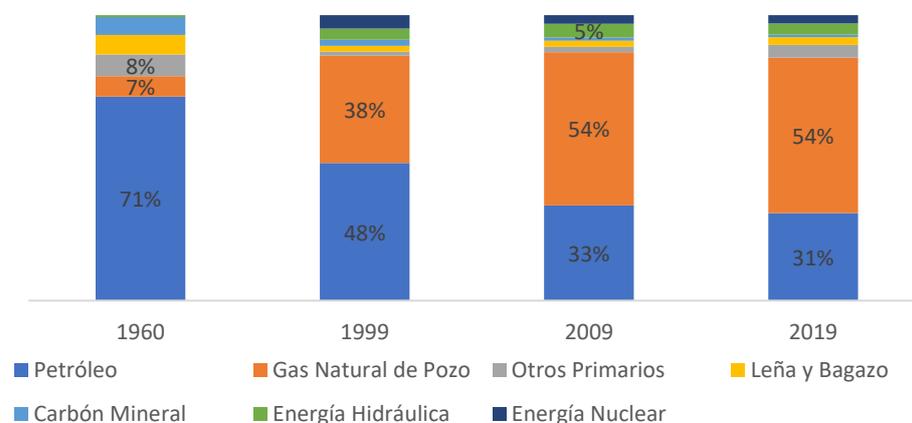
El incremento en el precio estacional de energía sucedido en 2016 para las distribuidoras de energía casi que emparda con el incremento total de los 12 años anteriores. El impacto sobre las tarifas sumó un componente adicional que fue el aumento del valor del gas natural para generación eléctrica. Con la entrada en vigor de la Resolución 41/2016 el precio de GN para generación paso de 2,6USD/MMBTU a 5,2USD/MMBTU, aumentando el costo de generación fuertemente, siendo, aproximadamente, el 60% del costo del precio mayorista de electricidad.

En febrero de 2019 se interrumpe la dinámica de incrementos tarifarios, que deja como saldo un salto en el precio de energía al que compran las distribuidoras de 2174%. Como referencia, el sendero de quita de subsidios planificado para el sector residencial era para 2016 que la tarifa cargue con el 30% de los costos, el cual fue casi cumplido, arribando al 29% y para el 2018 la meta era el 63%, aunque lo efectivo fue del 54%. Lejos quedó el horizonte planificado para 2019 con una quita del 90% de los subsidios en la tarifa, llegando sólo al 64% de la misma, luego de la cancelación de los ajustes en febrero 2019. A partir de dicha fecha el Precio Estacional vuelve a estar nuevamente congelado en valores cercano a \$2200, lo que a septiembre de 2020 cubre el 54% de los costos de generación y transporte.

D.1 Oferta y demanda de Energía

La evolución de la oferta primaria de energía, según información del Balance Energético Nacional (BEN) muestra que pasó de ser 19.971 miles de Toneladas Equivalentes de Petróleo (kTEP) en 1960 a 77.191 kTEP en 2019.

Gráfico 3: Balance Energético Nacional: Oferta Primaria de Energía en TEP. 1960 - 2019

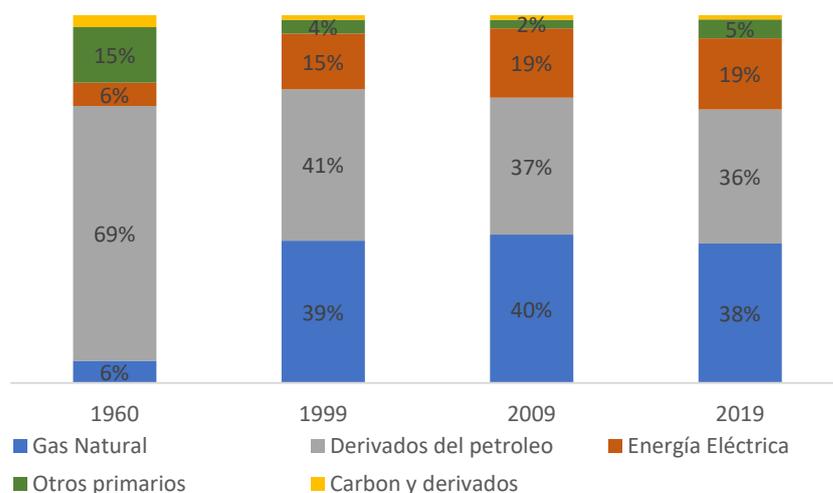


Fuente: Elaboración propia en base a BEN – Secretaría de Energía

Si se analiza la evolución de la participación del Petróleo y Gas Natural en la matriz en todo el período podemos ver que cambia la composición entre ellos, pasando el Gas Natural de aportar el 7% a dar cuenta del 54% de la oferta primaria en 2019, mientras que el petróleo desciende desde el 71% a valores cercanos al 30% a partir de los años 2000 donde se estabiliza, resultado de su penetración y la de sus derivados en el parque automotor. Sin embargo, se observa que la dependencia de la matriz de oferta primaria respecto a los hidrocarburos nunca perfora el piso del 84%. Como contraparte, el resto de los primarios a lo largo de la historia no han logrado superar el 20% de participación. En dirección descendente se identifica al carbón mineral que pasó de aportar el 6,3% en 1960 a 1,3% en 2017 y a la leña y bagazo descendiendo de 6,8% a 2,3% en los mismos años. La continuidad de su utilización se asocia a calefacción en zonas donde aún no cuentan con redes de gas natural u otros medios energéticos. En dirección contraria identificamos a la energía hidráulica con sus aportes a partir de la década del '80 y en donde su participación llega al 5% en 2019, mientras que la nuclear hace su aparición en la década del '70, llegando a su máximo aporte del 5% en 1999 para luego descender al 3% en 2019. Por último, dentro de otros primarios se encuentran la energía solar y eólica que a 2019 aportan casi un 1% de la oferta primaria.

Por su parte, la demanda interna de energía en Argentina aumentó sostenidamente en los últimos 60 años pasando de 12.103 miles de Toneladas Equivalentes de Petróleo (kTEP) en 1960 a 55.685 kTEP en 2019, según información del BEN publicados por la Secretaría de Energía.

Gráfico 4: Balance Energético Nacional: Demanda de Energía en TEP. 1960 - 2019

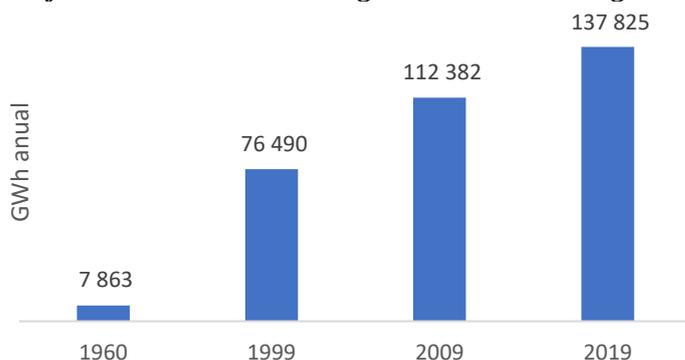


Fuente: Elaboración propia en base a BEN – Secretaría de Energía

Así como sucede con la oferta energética, la energía demandada varía con los años. En la década del 60 el principal consumo eran los derivados del petróleo (principalmente Motonaftas, Fuel Oil y Gas Oil) alcanzando el 69% de toda la energía secundaria consumida, seguido por Otros primarios (15%) en general de baja calidad como la leña y el bagazo. Posteriormente se observa el incremento del Gas Natural y la electricidad en la canasta de demanda de energía, llegando a ser el 38% y 19% respectivamente en 2019, en detrimento de combustibles más precarios como el Carbón y los incluidos en otros primarios.

Por último, en relación a la oferta y demanda de energía eléctrica, el incremento de la oferta de energía eléctrica fue de 5,1% a.a en promedio entre 1960 y 2019, mostrando un incremento de 17 veces entre ambos años, mientras que el aumento de demanda final fue de 4,5% a.a. entre 1970 y 2012 años en que se cuenta con información desagregada por tipo de consumidor.

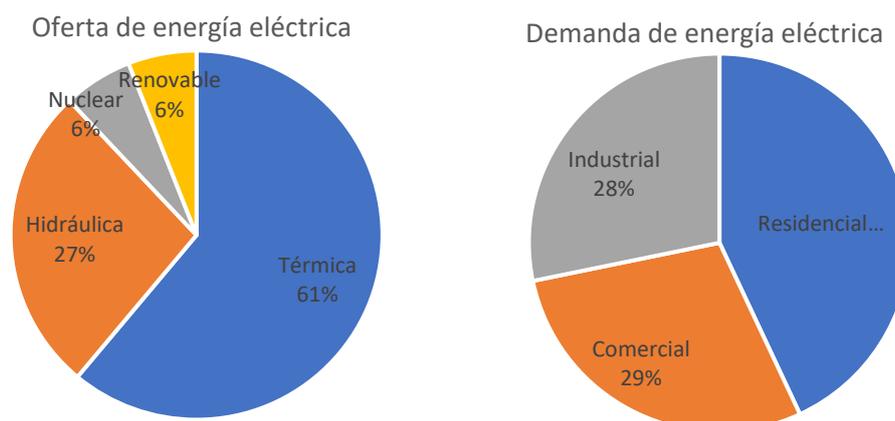
Gráfico 5: Evolución de la generación de energía eléctrica GWh 1960 - 2019



Fuente: Elaboración propis en base a Secretaría de Energía y CAMMESA

Para 2019, la matriz de generación se compuso en un 61% por generación térmica, seguido por Hidráulica en un 27% y Nuclear y Energías renovables aportando un 6%, respectivamente.

Gráfico 6: Oferta y demanda energética 2019



Fuente: Elaboración propia en base a CAMMESA

Por su parte, en 1960 el sector residencial demandaba un 36% del total de la generación, mientras que en 2019 la demanda eléctrica residencial representó el 43% de la demanda total, con un crecimiento del 75% respecto a 2005. Elevado, si se lo compara con el crecimiento de la demanda industrial (38%) y Comercial (7%) para el mismo período de tiempo. Sin embargo, el incremento no fue únicamente en cantidad de GWh demandados. Según **Mastronardi et al. (2015)** además se observa un cambio estructural con un mayor pronunciamiento de los picos de verano e invierno, oscilando entre 9.500 y 12.000 GWh/mes. Ello es resultado de la existencia de una correlación elevada entre la demanda eléctrica y la temperatura, la cual en días calurosos o fríos aumentan el requerimiento de energía eléctrica vinculado a usos de refrigeración y calefacción. Uno de los argumentos se relaciona al mayor equipamiento de electrodomésticos por parte de los hogares para satisfacer dichas necesidades, lo que conlleva a un incremento de los costos del sistema. Primero, por la necesidad de mayor potencia que debe estar disponible para cubrir los picos, y segundo, por contar con capacidad de transporte y distribución para su consumo; ambas inversiones con bajo factor de utilización en el promedio del año.

Por otra parte, otra de las fuentes de variabilidad del sistema eléctrico es introducido por la incorporación creciente de energía renovable, en particular, eólica y solar, por su intermitencia asociada al recurso.

El incremento y la variabilidad de la demanda eléctrica residencial señaladas pone en evidencia la relevancia del presente trabajo, en donde conocer sus determinantes podría contribuir a diseñar políticas de demanda y administración del sistema eléctrico acordes con las nuevas exigencias y al menor costo posible.

D.2 Caracterización del consumo energético de los hogares por uso final

Según el Balance energético Nacional (BEN) en el año 2019, el sector residencial fue responsable del 25% de la energía total consumida en el país. Por su parte, el gas natural distribuido por red aporta el 62% de la energía consumida en los hogares, la electricidad 27% y el GLP 9%.⁴ Según Gil (2017) el consumo de energía en los hogares tiene principalmente los siguientes fines:

- Cocción de alimentos (9%)
- Conservación de alimentos (8%)
- Refrigeración de ambientes (4%)
- Calefacción (42%)
- Iluminación (2%)
- Agua caliente sanitaria (ACS) (17%)
- Lavado de ropa (1%)
- Pasivos (11%)
- Otros (como entretenimiento, pequeños electrodomésticos, etc) (6%)

Entre paréntesis se agrega el porcentaje de cómo se asignan los principales consumos de los hogares de electricidad y gas. Asimismo, hay cierta estacionalidad ya que refrigeración es más intenso en verano, mientras que calefacción y cocción se incrementa en invierno.

Según el informe de ENARGAS (2020) al segmentarse por energético, el consumo de gas se puede dividir en consumo base: cocción (8%), ACS (20%) y consumos pasivos como pilotos de calefón (13%). En invierno se suma el consumo para calefacción que totaliza cerca del 59% del total del consumo anual de gas. El consumo de cocción es estacional, aumentando en invierno. Es decir, que los hogares utilizan Gas principalmente para calefacción, seguido para calentamiento de agua y por último cocción. Según la ENGHO 2017/8 el 63% de los hogares utiliza GN para cocinar y el 34% utiliza GLP garrafa y 1% GLP de tubo. La electricidad apenas aporta el 1,6% para dicho fin.

Asimismo, el acceso y la utilización del principal combustible para cocinar varía de acuerdo con la región: en la Patagonia el principal combustible para cocción es el gas de red en un 93,2% de los hogares urbanos, mientras que en el NEA no hay red de gas natural, por lo que el 94,2% de los hogares urbanos utiliza gas en garrafa. En cambio, aunque en la Ciudad de

⁴ ENARGAS (2020). Eficiencia en la cocción. ¿Cuáles son los artefactos de cocción más eficientes en Argentina?. <https://www.enargas.gob.ar/secciones/publicaciones/divulgacion-tecnica/pdf/eficiencia-coccion.pdf>

Buenos Aires la cobertura de la red de gas es total aumenta la participación del uso de electricidad para cocción en un 7,3% de los hogares. De hecho, casi el 60% de los hogares cuenta con Microondas además de cocina a gas, mientras que en PBA ese valor es del 30%. Por su parte, el uso de la calefacción también cambia por región. En la Patagonia, la calefacción está presente en el 90,7% de los hogares urbanos, mientras que en el NEA en el 31,3%. En cambio, el uso de refrigeración en la región NEA está presente en el 89,3% de los hogares urbanos y en la región patagónica solo en el 33,4%.

Respecto al consumo de electricidad, según un informe de Gil (2017) para 30 hogares de CABA y GBA, las heladeras representan el 38% del consumo, seguido por los electrodomésticos (incluye lavarropas) 22%, los AA (20%) e iluminación 11%⁵. Es una distribución similar a la hallada por Feng (2009) en China en donde la mayor parte del consumo eléctrico es por el equipamiento del hogar (incluye heladera y lavarropas), seguido por refrigeración y calefacción y por último iluminación.

E. Estructura de gastos de los hogares

El punto de partida es la información provista por la Encuesta Nacional de Hogares (ENGHO) realizada por el INDEC, para los años 2013 y 2018. Asimismo, si bien no es el objetivo central del estudio, para la presente introducción del gasto de los hogares, se realizó un procesamiento de algunas variables relevantes de la información correspondiente a la ENGHO 2004 con el objetivo de ampliar el horizonte de análisis.

La Encuesta Nacional de Gastos de los Hogares (ENGHO) 2004/2005 se realizó en todo el país entre los meses de octubre de 2004 y diciembre de 2005, a través de una muestra de 45.326 viviendas urbanas y rurales. Por su parte, la ENGHO 2012/2013⁶ tuvo lugar entre marzo 2012 y marzo 2013 y relevó 37.0000 viviendas residentes en localidades de 5 mil y

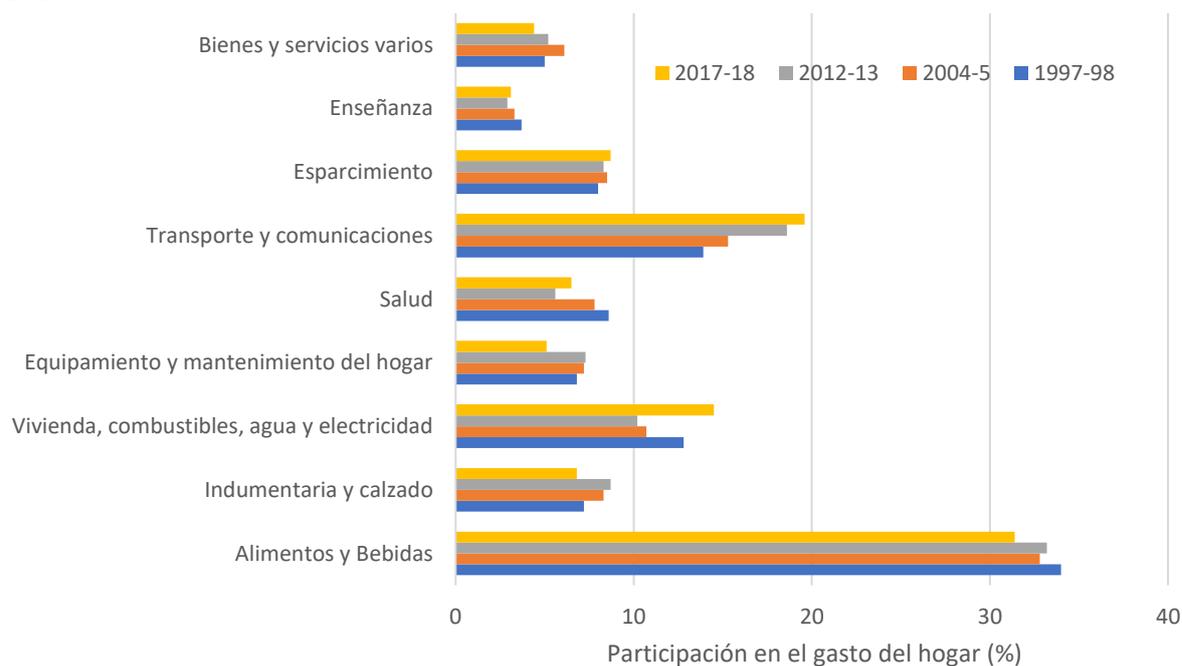
⁵ En una publicación de 2018 se detalla dichos consumos para 75 Hogares de voluntarios de la UNSAM de Moreno, siendo 24% para Heladeras, 17% para AA, 13% para iluminación, 7% Calefacción y el resto otros electrodomésticos.

⁶ Aclaración Informe Engo 2017-8: La tasa de respuesta de la ENGHO 2012-2013 fue muy baja en la Región del Gran Buenos Aires, particularmente en CABA, donde respondió menos del 27% de los hogares de la muestra. Este problema ha ocasionado que las estimaciones para la Región GBA presenten distorsiones en su estructura de gastos, debido a que la respuesta poseía un sesgo hacia los estratos más bajos (es decir, falta de respuesta para los estratos más altos). De esta manera, la estructura de gastos de la región registró características peculiares, asociadas a esta problemática. Por otra parte, considerando que el gasto de consumo de la región GBA representa un porcentaje significativo del gasto total del país —que en la edición de 2017-2018 alcanzó un 14,6% para CABA y un 43,8% para la región GBA— tanto la baja respuesta como el sesgo descripto, afectaron a las estimaciones de la estructura de gastos a nivel nacional en el operativo de 2012-2013. Por este motivo, el INDEC ha optado por no utilizar la ENGHO 2012- 2013 para elaborar la canasta del índice de precios al consumidor y para la actualización de la canasta básica alimentaria de la línea de pobreza. No obstante, en el presente informe se exponen las estructuras de gastos de la ENGHO 2012-2013 para las regiones del país que no registraron estas anomalías y que permiten el análisis y la comparación con las estructuras regionales del resto de las ediciones de la encuesta.

más habitantes; es decir, sólo cubre hogares urbanos. Por último, la ENGHO 2017-2018 se realizó en todo el país, con cobertura en las localidades urbanas de 2.000 y más habitantes, entre noviembre de 2017 y noviembre de 2018 en 44.914 viviendas.

Comparando la estructura de gastos⁷ de los últimos 20 años relevados, *Alimentos y bebidas* siempre es el componente de mayor erogación de los hogares, aportando más de un tercio de su composición. El resto de los componentes mantienen una incidencia similar, salvo *Transporte y comunicaciones* que presenta una dinámica creciente a través del tiempo, pasando de aportar el 14% del gasto en 1997/98 al 19,6% del mismo en 2017/18. El otro componente que presenta una dinámica más inestable es el gasto en *Viviendas, combustibles, agua y electricidad*. Entre la década del '90 y hasta 2012/13 la incidencia del gasto va decreciendo, pasando del 12,8% al 10,2% en dicho año. Sin embargo, el valor presenta un incremento en el último relevamiento, aportando el 14,5% del gasto del hogar ubicándose en tercer lugar luego de *Alimentos y Bebidas* y *Transporte y Comunicaciones*.

Gráfico 7: Evolución del peso de los principales rubros del gasto de los hogares. 2004 - 2018



Fuente: Elaboración propia en base a ENGHO 1997/98, 2004/5, 2012/13 y 2017/18

Caracterización de los Hogares

Para la presente caracterización y en función del objetivo del trabajo que es describir los hogares que consumen electricidad, de la base de microdatos de la Encuesta de Hogares se

⁷ La comparación considera hogares urbanos con más de 5mil habitantes (salvo en la última encuesta de 2017/2018 que incluye lugares urbanos de más de 2 mil habitantes)

han quitado los hogares sin consumo de electricidad, así como también aquellos que señalaban como gastos totales menores a cero. Si bien existe un sesgo al delimitar los hogares que tienen acceso a la electricidad está en línea con el objetivo del trabajo que es entender cómo reaccionan las cantidades consumidas de ese energético de los hogares, ante cambios en sus determinantes, se considera como un riesgo de exclusión bajo.

Para comenzar, el ingreso promedio de los hogares en 2004 era de \$1.452 mientras que para 2012/3 era de \$6.617. Por su parte, en 2018 en promedio los hogares viven con \$32.200, con extremos como que el 1% más pobre los hace con \$3.071, mientras que el 1% más rico recibe \$130.000 por mes.

En términos reales, el ingreso entre 2004 y 2012/3 subió un 6,3%⁸ y en 2018 un 0,6% respecto a 2012/3.

En materia de gastos, el siguiente cuadro muestra la evolución de los últimos 14 años. En términos reales, el gasto de los hogares entre 2004 y 2012/3 subió 3,6% pero entre este último período y 2017/8 cayó un 8%

Cuadro 2: Composición del gasto medio de los hogares y per cápita ENGHO 2004/5 – 2012/3 y 2017/8

Región ⁹	2004		2012-3		2017-8	
	Gasto de consumo medio mensual por hogar	Gasto de consumo medio mensual per cápita	Gasto de consumo medio mensual por hogar	Gasto de consumo medio mensual per cápita	Gasto de consumo medio mensual por hogar	Gasto de consumo medio mensual per cápita
Total país	1.242	365	5.517	1.709	24.622	9.708
GBA	1.566	491	5.984	1.892	28.424	11.364
Pampeana	1.168	363	5.629	1.868	23.747	9.835
Noroeste	869	207	4.538	1.171	19.952	6.606
Noreste	806	202	3.829	1.086	14.622	5.089
Cuyo	1.067	286	4.974	1.408	24.128	8.597
Patagonia	1.171	339	6.015	1.868	25.438	10.114

Fuente: Elaboración propia en base a ENGHO

En referencia a la composición de los hogares, la cantidad de miembros promedio permanece relativamente estable con más de 3 miembros, aunque el desvío estándar es elevado y siendo siempre el Noroeste la región que presenta mayores integrantes. Hay una tendencia a la baja

⁸ Deflactado por IPC INDEC diciembre 2016=100

⁹ Se define como GBA: CABA y Partidos de GBA. Pampeana: Santa Fe, Entre Ríos, Resto de PBA, Córdoba y La Pampa. Noroeste: Catamarca, La Rioja, Santiago del Estero, Jujuy, Salta y Tucumán. Noreste: Misiones, Corrientes, Chaco y Formosa. Cuyo: San Juan, Mendoza y San Luis. Patagonia: Neuquén, Rio Negro, Chubut, Santa Cruz y Tierra del Fuego.

en la cantidad de menores de 14 a través de los años, mientras que la cantidad de mayores de 65 años en promedio es similar.

Respecto al tipo de vivienda, mientras que en 2004 el 83% de la población residía en casas, ese valor cayó a 78% en la ENGHO de 2012/3 y permaneció en valores similares en 2018. Sin embargo, si se desagrega al interior de esas regiones se observa que, por ejemplo, en la Ciudad de Buenos Aires, tanto en 2012/3 como en 2017/8 el 75% de las familias reside en departamentos.

Cuadro 3: Composición de la muestra de la encuesta ENGHO 2004/5 – 2012/3 y 2017/8

2004/5									
REGION	Media cant. miembros flia	Desvío estándar cant. miem	Media menores 14	Desvío estándar menor14	Media mayor 65	Desvío estándar mayor 65	Casa	Con AA	Sin GN
GBA	3,2	1,8	0,7	1,1	0,4	0,7	58%	18%	20%
Pampeana	3,3	1,8	0,9	1,2	0,4	0,7	91%	14%	54%
Noroeste	4,3	2,3	1,4	1,6	0,3	0,6	95%	12%	67%
Noreste	4,0	2,1	1,3	1,5	0,3	0,5	95%	23%	100%
Cuyo	3,8	2,0	1,1	1,4	0,4	0,6	90%	8%	51%
Patagonia	3,6	1,9	1,1	1,3	0,2	0,5	88%	2%	11%
Total País	3,6	2,0	1,0	1,4	0,3	0,6	83%	14%	48%
2012/13									
GBA	3.2	1.8	0.8	1.1	0.3	0.6	65%	39%	28%
Pampeana	3.0	1.7	0.7	1.1	0.4	0.6	82%	36%	36%
Noroeste	3.9	2.2	1.1	1.3	0.3	0.6	87%	34%	56%
Noreste	3.5	2.0	1.0	1.3	0.3	0.5	85%	53%	100%
Cuyo	3.5	1.8	0.9	1.2	0.4	0.6	86%	35%	27%
Patagonia	3.2	1.7	0.9	1.1	0.2	0.5	79%	11%	6%
Total país	3.2	1.8	0.8	1.1	0.3	0.6	78%	38%	38%
2017/8									
GBA	3.1	1.7	0.7	1.0	0.3	0.6	67%	57%	29%
Pampeana	2.9	1.6	0.6	1.0	0.3	0.6	81%	49%	35%
Noroeste	3.9	2.2	0.9	1.2	0.3	0.6	88%	51%	55%
Noreste	3.6	1.9	0.9	1.1	0.3	0.6	90%	67%	100%
Cuyo	3.4	1.8	0.8	1.1	0.4	0.6	86%	56%	23%
Patagonia	3.1	1.6	0.7	1.0	0.2	0.5	80%	15%	7%
Total país (promedio)	3.2	1.8	0.7	1.0	0.3	0.6	77%	52%	37%

Fuente: Elaboración propia en base a ENGHO 2004, 2012/3 y 2017/8

Asimismo, existe una elevada dispersión entre las regiones respecto a los hogares que tienen acceso al gas natural. En el 2004 el 48% de la población no contaba con acceso a Gas Natural. La región Noreste se mantiene desconectada de aprovisionamiento a través de redes a lo

largo de los años. Por el contrario, casi la totalidad de los hogares de la Patagonia son provistos por ese energético al igual que la Ciudad de Buenos Aires. La incorporación de usuarios a las redes de gas natural mejoró en 2012/3, alcanzando el 62% promedio del país y 63% en 2017/8. Un salto se observa en la región de Cuyo pasando a proveer a casi tres cuartas partes de su población. Por último, la encuesta mantiene la tendencia de un crecimiento en los hogares de GBA sin conexión, pasando de 20% en 2004 al 28% en 2012 hasta el 29% en 2018.

La tenencia de aire acondicionado (AA) como un proxy del equipamiento del hogar muestra que para 2012/13 el 35% de ellos cuenta con un equipo, en su mayor parte concentrado en las provincias del NEA vinculadas a cuestiones climáticas (en Chaco y Formosa más del 60% de los hogares poseen AA). En comparación a 2004, en donde el total del país arrojaba un valor promedio del 14%, se observa un crecimiento que casi duplica al parque existente en todas las zonas del país. En 2017/18 la tendencia continúa al alza, alcanzando el 52% de los hogares con equipamiento, resaltándose el Noreste que profundiza la tendencia creciente duplicando su tenencia en los últimos 5 años.

Dicha dinámica refleja lo sucedido a nivel internacional y con el correr de los años se torna en una variable cada vez relevante a la hora de estudiar la demanda eléctrica de los países, por imprimirle mayor variabilidad intradiaria, regional y estacional.

E.1 Incidencia del gasto en energía: evolución entre 2012/3 y 2017/8

En términos generales, la incidencia del consumo energético sobre el presupuesto de los hogares varía por diversos motivos, entre los que se encuentran el clima, las características de la vivienda, la región donde habitan, si tienen acceso a la red de Gas natural, el equipamiento que poseen, entre varios otros. También inciden cuestiones más subjetivas como los comportamientos de los habitantes del hogar, sus rutinas, hábitos y costumbres. El primer grupo es el que se buscará estudiar a través de la información que pone a disposición la Encuesta Nacional de Hogares, en sus diversas ediciones.

Como muestra la columna 1 del Cuadro 3, en el año 2012/13 el mayor monto erogado en términos nominales se da en la Patagonia, mientras que el menor valor se observa en la Región de Gran Buenos Aires (que incluye el AMBA). El primero está influenciado por cuestiones climáticas, mientras que el segundo se encuentra vinculado con los menores niveles tarifarios con los que goza dicha región respecto al resto del país para esos años.

Respecto a la segunda columna, la incidencia sobre el gasto total de los hogares, la Patagonia nuevamente es la que presenta un mayor valor de consumo de todos los energéticos, en

general vinculado a las inclemencias del clima y las necesidades de combustibles para calefacción de los hogares. Le sigue en relevancia el Noroeste argentino, siendo la región con mayor incidencia de la electricidad en la canasta de consumo (3,8%). Su intensidad eléctrica encuentra explicación, primero por estar aislada de la red de gas natural, actuando como sustituto en los casos en que sea factible. Por otra parte, por el clima cálido de la región y la elevada presencia de aires acondicionados, la región cuenta con una mayor demanda de electricidad para refrigeración de la vivienda con respecto al resto de las áreas del país.

Por otra parte, si bien el gasto mensual tanto del NOA como del NEA están en niveles promedio del país, la incidencia del gasto energético sobre el gasto total de los hogares es mucho mayor (4,3% y 3,5%, respectivamente), resultado del menor nivel de ingresos promedio (y gastos) con los que cuentan. Para el total del país, el promedio de gasto en todos los energéticos es el 3,2% de las erogaciones familiares.

Cuadro 4: Incidencia del gasto energético sobre el gasto total de los hogares en Argentina. ENGHO 2012/13

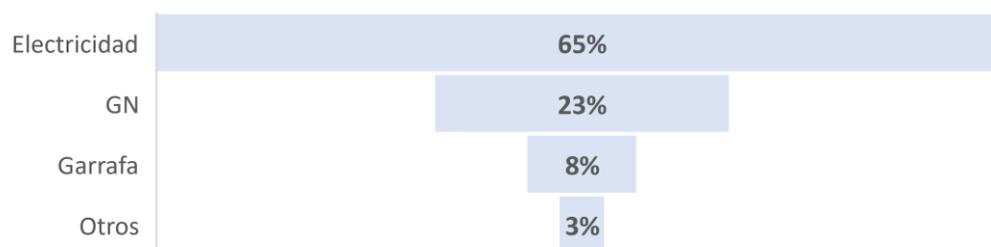
Región	Monto promedio mensual	%Electr./Gasto total	% Garrafa/Gasto total	%GN/Gasto total	%Otros energéticos /Gasto Total	Total Energético /Gasto Total
GBA	\$92	1.4%	1.0%	0.9%	2.1%	2.3%
PAMPEANA	\$135	2.5%	1.0%	1.2%	1.7%	3.6%
NOROESTE	\$114	2.7%	0.9%	0.7%	1.3%	3.5%
NORESTE	\$116	3.8%	0.8%	0.7%	1.1%	4.3%
CUYO	\$106	2.1%	1.0%	1.0%	1.5%	3.1%
PATAGONIA	\$147	3.3%	1.9%	1.4%	2.8%	4.7%
Total	\$114	2.2%	1.0%	1.1%	1.7%	3.2%

Fuente: Elaboración propia en base a ENGHO 2012/3

El Gráfico 8 muestra que la electricidad se lleva el 65% de las erogaciones de energía del hogar, seguido por Gas Natural con el 23% de las mismas. Sin embargo, a nivel regional los valores cambian en función de los usos de los hogares. A modo de ejemplo, las familias del NEA gastan el 80% de su presupuesto energético en electricidad y un 15% en garrafa, mientras que GBA el gasto en electricidad es del 57% y del 30% en gas natural, seguido por un 9% en garrafas. Los valores deben tomarse a modo de referencia y no son indicadores de cantidades consumidas ya que detrás de los mismos se encuentran disparidades en los usos asignados a cada uno, las frecuencias y la diversidad tarifaria entre las provincias.

¹⁰ Otros energéticos engloba: leña, carbón, gas a granel, gas en tubo, kerosene y otros combustibles de uso residencial.

Gráfico 8: Participación por energético en el presupuesto del hogar 2012/3.



Fuente: Elaboración propia en base a ENGHO 2012/3

En lo que respecta a 2017/8, las erogaciones energéticas más que duplican su incidencia en la canasta de consumo de las familias, pasando a representar 8,4% del total del gasto a nivel país. GBA pasa a ser la región con mayor monto abonado de energía, resultado de los elevados ajustes en las tarifas sucedidos luego de 2016, seguido por la Patagonia. La electricidad continúa estando primera en la incidencia de los gastos de las familias, en particular en el NEA, seguido por el GN en la Patagonia, por las razones vistas más arriba. Una señal de alerta es el elevado gasto en energía de los hogares en el NEA que totaliza casi el 10% del total del presupuesto. Si bien excede el alcance del presente trabajo, existe literatura que caracteriza a un hogar como pobre energético si el gasto en energía es cercano al 10% de sus ingresos¹¹. Esta situación podría dar indicios sobre cómo focalizar políticas de subsidios tanto regionalmente, como por energético.

Cuadro 5: Incidencia del gasto energético sobre el gasto total de los hogares en Argentina ENGHO 2017/18

Región	Monto promedio mensual	%Electricidad/ Gasto total	%GN/ Gasto total	%Garrafa/ Gasto total	% otros energéticos /Gasto Total	Total Energético /Gasto Total
GBA	\$1540	5.0%	3.7%	3.2%	3.0%	8.1%
PAMPEANA	\$1503	4.9%	3.4%	3.6%	3.7%	8.5%
NOROESTE	\$1286	6.0%	2.6%	2.3%	2.1%	8.4%
NORESTE	\$1044	7.3%	3.1%	4.4%	1.9%	9.9%
CUYO	\$1380	4.9%	3.5%	3.0%	1.1%	8.1%
PATAGONIA	\$1447	5.6%	6.6%	2.7%	6.5%	8.7%
TOTAL	\$1452	5.3%	3.2%	3.3%	2.8%	8.4%

Fuente: Elaboración propia en base a ENGHO 2017/8

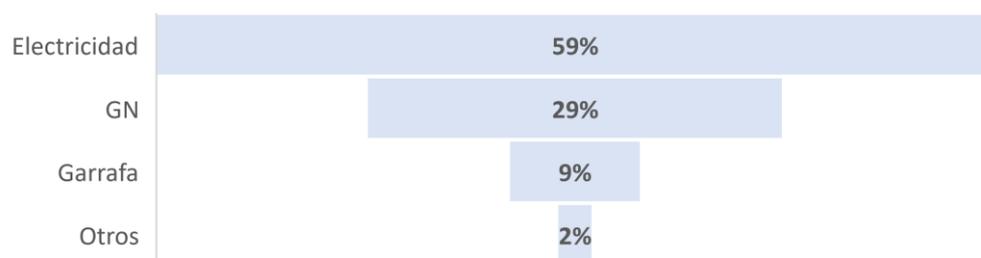
Respecto a 2013, el Gráfico 9 muestra una sustitución a nivel país entre el uso de electricidad y gas natural con los años, en un principio contra intuitivo respecto a las tendencias

¹¹ Si bien el gasto en energía sobre los ingresos en el NEA arroja un valor de 7,2%, lo cual no es indicador de pobreza energética para el total de la región, si el análisis es segmentado por decil de ingreso, para los dos primeros deciles los hogares de todas las regiones del país se encuentran en situación de pobreza energética.

internacionales. Sin embargo, al analizarlo a nivel regional es factible hallar los causales. Para comenzar, el NEA pasa de consumir un 80% de electricidad y un 15% de su presupuesto en garrafas, a 71% y 26% respectivamente, dando indicios de que existe un efecto sustitución ante los incrementos de precios de la electricidad. Si bien el gas envasado en garrafa tiene un costo más elevado por kcal consumida, existen programas de subsidios en dicha región para lograr abastecer su consumo a un precio acorde. En el resto de las regiones, con excepción de GBA, se observa una tendencia a la mayor utilización de gas natural, lo que podría estar capturando el efecto sustitución entre ambos energéticos ante cambios en sus precios relativos. Por otra parte, regiones como Cuyo han incrementado la cantidad de usuarios con conexión a GN y si bien no electrifica su consumo, sí disminuye el uso de otros energéticos para incrementar el de gas, aportando al promedio total del país.

GBA es la única área que presenta una tendencia contraria, y acorde a los señalado a nivel internacional. Sin embargo, cabe aclarar que la electrificación de los usos finales de energía en general se observa en países con cierto acceso garantizado a los servicios públicos, y con niveles de ingresos más cercanos a los que se pueden encontrar en GBA. Aun así, existe un incremento del uso de garrafa y otros energéticos, pudiendo ser un signo del intento por trasladarse hacia energéticos a fin de abaratar la canasta de consumo total de energía.

Gráfico 9: Participación por energético en el presupuesto del hogar 2017/8.



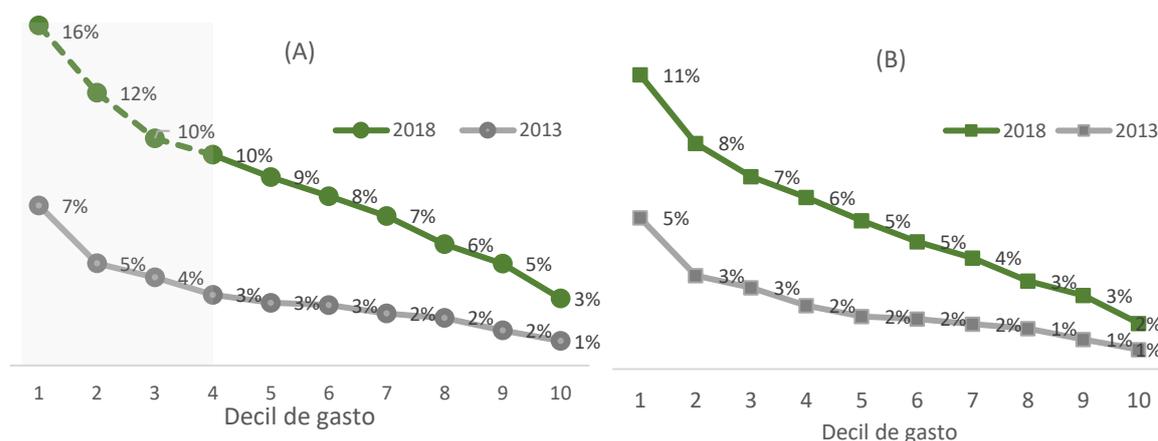
Fuente: Elaboración propia en base a ENGHO 2017/8

En términos distributivos, el peso del consumo de energía varía considerablemente en función del decil de gasto (proxy de ingreso) y la región. En ambos Gráficos a continuación se observa un deterioro relevante en las condiciones energéticas de los hogares más pobres. En el primer caso (A) considera todos los energéticos que consume el hogar. Así, mientras que el decil de menores ingresos¹² (aproximado por los gastos) gastaba un 7% de su canasta de consumo en 2013, ese valor más que se duplica en 2018 representando un 16% de la

¹² Para 2018, si se utilizara el decil de ingresos en lugar del de gastos, y a su vez el gasto total de energía se lo divide por el nivel de ingresos del hogar y no por los gastos como aquí, se obtiene que la incidencia de la energía es del 20,4% para el primer decil y del 10% para el segundo decil de ingresos.

misma. Incluso, es factible observar que el umbral del gasto no baja del 10% para el 40% de la población más pobre, lo que da indicios sobre cuán significativos y regresivos fueron los aumentos sucedidos en el sector energético post 2016 y, sobre todo, cuan escaso es el margen de política tarifaria de cara al futuro.

Gráfico 10: Incidencia del gasto en energía promedio por decil de gasto. Comparación 2012/3 vs 2017/8.

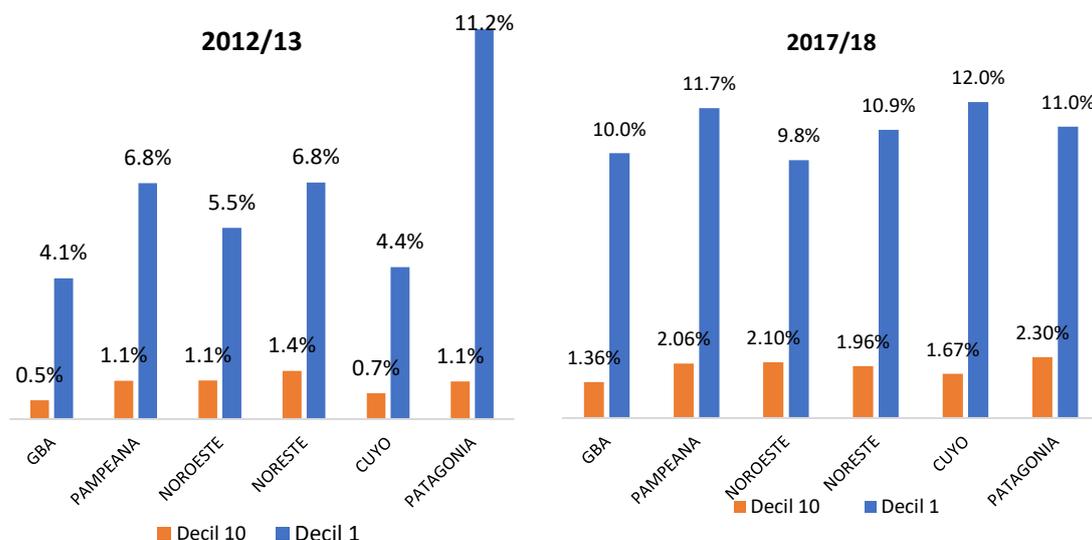


Fuente: Elaboración propia en base a ENGHO 2012/3 y 2017/8

Considerando únicamente las erogaciones en electricidad (B), el decil más pobre de la población en el 2018 destinaba cerca del 11% de sus gastos en dicho energético mientras que ese valor era de 5,5% en 2013. La contracara de ambas situaciones es lo inocuo que resulta para los hogares más ricos la energía en su presupuesto, en donde en ningún período ni para ningún energético el peso supera el 3% del total.

En referencia a la distribución regional, el Gráfico 11 muestra que en 2017/18 las desigualdades entre las regiones se emparejan, promediando hacia arriba el peso de la electricidad sobre las familias. Por otra parte, mientras que en 2012/3 GBA mantenía cierta distancia en la incidencia de la electricidad respecto al resto, los aumentos tarifarios sucedidos durante el segundo relevamiento emparejan dicha situación.

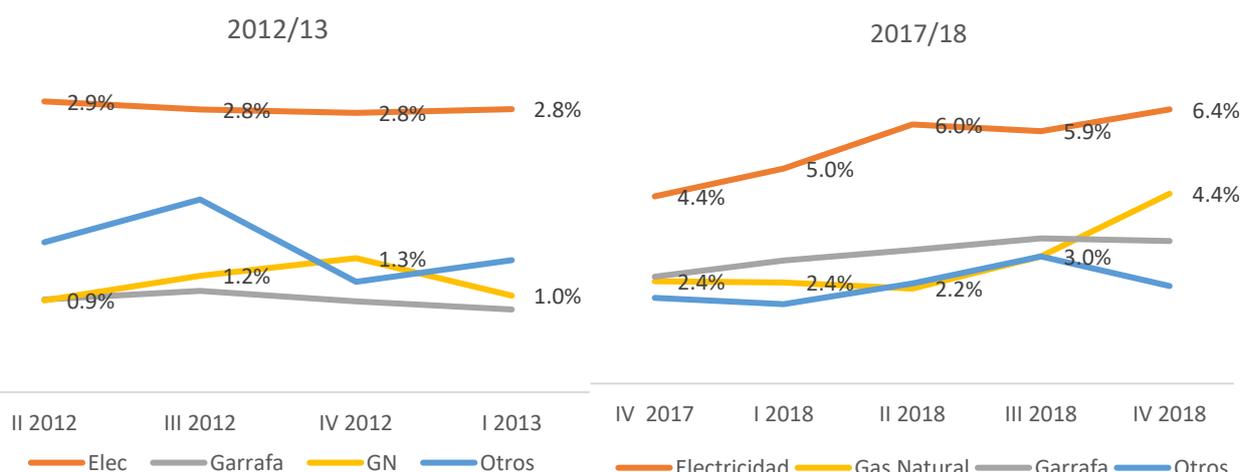
Gráfico 11: Porcentaje del gasto en electricidad por decil y región en Argentina. 2012/3 y 2017/8



Fuente: Elaboración propia en base a ENGHO 2012/3 y 2017/8

Por último, Gráfico 12 muestra para cada uno de los relevamientos, la evolución estacional del gasto energético. Así, en el período en el que se llevó a cabo la encuesta de 2012/13 mantuvo cierta estabilidad, siendo un período en donde las tarifas casi que no han tenido variaciones. No es el caso del último relevamiento, en donde los componentes de electricidad y gas natural reflejan el aumento tarifario, con especial incidencia en el último trimestre de 2018.

Gráfico 12: Incidencia del gasto energético por trimestre. Comparación Engho 2012-3 y 2017-8



Fuente: Elaboración propia en base a ENGHO 2012/3 y 2017/8

A modo de resumen, la caracterización del sector residencial evidencia que existe un elevado margen de acción en materia tarifaria y de eficiencia energética en los segmentos más

vulnerables de la población y en las regiones con acceso restringido al gas natural. Por otra parte, el análisis explicita que los hogares no son indiferentes a los precios relativos de los energéticos en el mediano plazo, existiendo un efecto sustitución entre ellos, mediado por la capacidad de adaptar el equipamiento disponible para cubrir sus necesidades diarias.

F. Demanda eléctrica de los hogares: análisis de consumos y tarifas 2012/3 y 2017/8

F.1 Base de datos y abordaje metodológico

Los datos que arroja la ENGHO respecto a las cantidades de electricidad consumidas, en cualquiera de sus ediciones, no está bien capturada. Algunos de los motivos se encuentran en que hay errores en la periodicidad (informando 1 si la factura es mensual o 0,5 si la factura es bimestral en lugar de informar los kwh consumidos), no logra reflejar correctamente la lectura de la facturación o algunas veces el hogar no cuenta con la información. Por ese motivo, se apela a una metodología aplicada en diferentes trabajos¹³ que consta de extraer las cantidades por hogar de forma implícita, utilizando el gasto en electricidad, es decir, el monto pagado que es relevado por la ENGHO, y los cuadros tarifarios.

Uno de los trabajos pioneros en la materia es el de Marchionni et al. (2008) que parte de la estructura tarifaria definida como:

$$F_i = A_i + B_i Kwh \text{ donde,} \quad (1)$$

F_i es lo facturado al hogar,

A_i es el costo fijo y

B_i es el costo variable en función de los kwh mensuales o bimestrales que haya consumido el hogar.

Se le agrega un subíndice i , porque la estructura tarifaria varía en función de la cantidad de energía eléctrica consumida por el hogar en el período y de la provincia en donde se encuentre. Todos los valores son antes de impuestos y tasas.

El gasto observado en la encuesta es el gasto mensualizado de los hogares en electricidad con impuestos y tasas incluidas. Es decir, lo que la ENGHO arroja es

$$T_f = (1 + t)F_i \quad (2)$$

¹³ Esta metodología fue implementada por primera vez en Argentina en el marco de un proyecto de estudio de tarifa social (Navajas, 2008) y ha sido empleada para la evaluación de mecanismos de tarifa social (Marchionni et al., 2008a; Marchionni et al., 2008b; Hancevic y Navajas, 2008) y en aplicaciones al estudio de la forma de la función de consumo de gas bajo diferentes regímenes de precios, con implicaciones para el diseño de esquemas tarifarios (Navajas, 2009).

Siendo T_f el gasto observado en la ENGHO y t los cargos tributarios¹⁴. Un primer paso es obtener la factura neta de dichos cargos para cada provincia; es decir despejar F_i .

Luego, para obtener los consumos físicos (Kwh) se restan los costos fijos de la facturación (A_i) y dividiendo por los costos variables (B_i), nuevamente para cada segmento de consumo, obteniendo los Kwh_i . Los valores de A_i y B_i surgen de los cuadros tarifarios de las provincias por cada nivel de consumo.

En el **Anexo I. B** se detallan los cuadros tarifarios utilizados de referencia.

Para la estimación de los precios de electricidad provincial para el período 2012/3 se tomó como referencia los cuadros tarifarios de todas las provincias vigentes en marzo de 2012 o la fecha más cercana disponible. Cabe aclarar que en dicho año había dos cuadros en algunas provincias, los que presentaban los valores con subsidio y otros sin subsidio (aunque la presentación y disponibilidad de información varían por jurisdicción). Los valores utilizados para el trabajo son los que incluyen subsidios del Estado nacional que representan casi la totalidad del consumo residencial¹⁵.

Para el 2017/8 se tomaron los cuadros tarifarios vigentes en Agosto de 2018 o los más cercanos que estén disponibles, que regían para toda la población, a excepción de los que eran beneficiarios de la Tarifa Social.

Posteriormente se trabajó con los montos de gasto en electricidad informados por la ENGHO 2012/13 y 2017/8 para cada hogar, los cuales fueron transformados en montos bimestrales. La estimación de los precios de referencia a nivel provincial surge de calcular el consumo promedio del país (kwh/bim) y obtener el costo (valor facturado) que tendría ese consumo en cada provincia. Del cociente entre la factura y los consumos se obtiene el precio medio representativo de la provincia que incluye el cargo fijo, variable y los impuestos y tasas. Así, para una misma cantidad demanda de electricidad para todas las provincias se obtiene una noción de las diferencias en precios de la electricidad entre ellas. El mismo procedimiento podría hacerse con la mediana de consumo del país y se obtiene el precio mediano de cada provincia para dicho consumo.

¹⁴ Para la estructura impositiva se tomó la informada en la los cuadros tarifarios y en las web de las distribuidoras utilizadas como referencia. En los casos en donde no estuvo disponible, se tomó la presentada por Cont(2007).

¹⁵ En lo que refiere al sector residencial, en 2011 a través de la Resolución 1301/11 se inició un proceso de segmentación de consumidores de barrios privados y algunos barrios de CABA para quitar el subsidio en los consumos. Sin embargo, el universo alcanzado fue casi insignificante

Este último es el precio¹⁶ que se tomará como referencia para hacer el modelo econométrico y las comparaciones entre provincias.

Aclaraciones y limitaciones

Un camino alternativo para arribar al precio medio de la provincia es promediar la facturación y las cantidades promedio consumidas de cada provincia, y de su división resultaría el precio implícito medio. Sin embargo, esta metodología sobrestima el precio por tener éste una forma no lineal, en donde la distribución del consumo está centrada en los de menores ingresos y por eso fue descartada.

Otra de las consideraciones a señalar es que los cuadros tarifarios utilizados para estimar los consumos bimestrales tanto para la muestra de 2012/13 como la de 2017/18 podrían tener un impacto distorsivo en la determinación de las cantidades, en función del trimestre en el que se realizó el consumo.

Para el primer caso, el incremento en los valores de facturación de las provincias que arroja la ENGHO entre trimestres es bajo y por ende no presenta grandes sesgos el utilizar los cuadros tarifarios de un trimestre para toda la muestra. De hecho, cuando se analiza la incidencia del gasto energético en los hogares en el Gráfico 12 se observa que permanece relativamente estable.

Distinto es el caso de 2017/8. A diferencia de 2012 en donde la variación de tarifas residenciales fue casi nula, la encuesta desarrollada en este período incorpora los aumentos tarifarios sucedidos a partir de 2016 hasta principios de 2019. La evolución tarifaria se puede aproximar con los aumentos en el precio estacional que es el precio al que compran energía las distribuidoras, al cual debe adicionarse a su vez el valor agregado de distribución y los impuestos provinciales. En el momento del relevamiento, los aumentos acumularon, al menos, un 94% entre el inicio y la finalización del mismo.

Cuadro 6: Precio Monómico estacional. Trimestral IV2017 – IV 2018

Mes	Precio Monómico Estacional (\$/MWh)	Var m/m	Var acum
nov-17	609,5	0,7%	
dic-17	817,1	34,1%	34,1%
ene-18	819,5	0,3%	34,4%
feb-18	968,1	18,1%	52,5%
mar-18	971,4	0,3%	52,8%

¹⁶ se han hecho estudios que comparan la media y la mediana donde se afirman que las métricas basadas en la mediana son más apropiadas estadísticamente, ya que la media es más sensible a los valores atípicos y a los cambios de hábitos.

abr-18	969,2	-0,2%	52,6%
may-18	966,9	-0,2%	52,4%
jun-18	966,8	0,0%	52,3%
jul-18	972,3	0,6%	52,9%
ago-18	1364,1	40,3%	93,2%
sep-18	1370,2	0,5%	93,7%
oct-18	1372,1	0,1%	93,8%
nov-18	1382,2	0,7%	94,5%
dic-18	1369,8	-0,9%	93,6%

Fuente: Elaboración propia en base a CAMMESA

En ese marco, la metodología elegida para estimar las cantidades de kwh bimestrales de consumo podría generar distorsiones al dividir los montos pagados por los hogares por un precio uniforme definido en el III trimestre de 2018. En consecuencia, se estimó un factor de ajuste para incorporar la variación de precios en el cálculo de los consumos. El mes base es agosto 2018, y el factor trimestral arroja los siguientes valores

Cuadro 7: Factor de ajuste de tarifas por trimestre 2017-2018

Trimestre	Factores de ajuste de Tarifas
IV 2017	52.29
I 2018	67.42
II 2018	70.94
III 2018	90.58
IV 2018	100.78

Fuente: estimación propia en base a CAMMESA. Base Agosto 2018=100

Dicho factor es trimestral por ser la periodicidad de la información de facturación y consumos de la ENGH0. Así, las tarifas del IV trimestre 2017 son un 52% de las vigentes en Agosto 2018 que es el cuadro de referencia utilizado en el trabajo. Si bien esto aminora el impacto distorsivo, la metodología no logra reflejar la estacionalidad de la demanda.

La primera columna del Cuadro 8 refleja el aumento tarifario, que incrementa la facturación un 98% entre el último trimestre de 2017 y el de 2018, similar al aumento de tarifas del período (94%). Las variaciones trimestrales no son relevantes por tener asociada variaciones estacionales (febrero a mayo y septiembre a diciembre es donde sucede los menores niveles de consumo promedio por temperaturas más templadas). Por su parte, la segunda columna refleja los consumos bimestrales promedio arrojados por el modelo, habiendo aplicado el factor de ajuste.

Cuadro 8: Facturación, consumos bimestrales estimados y participación de la energía eléctrica en el gasto total de los hogares. Trimestral IV2017 – IV 2018

	Facturación Bimensual	Consumo kwh/bim	% Elec/ Gasto total hogares	Gasto total Hogares
IV 17	\$ 1.137,8	448	4,0%	\$ 21.903
I 18	\$ 1.308,6	408	4,5%	\$ 22.498
II 18	\$ 1.766,4	502	5,4%	\$ 24.817
III 18	\$ 1.885,6	433	5,1%	\$ 27.200
IV 18	\$ 2.255,8	461	5,9%	\$ 28.353

Fuente: elaboración propia en base a CAMMESA, ADEEERA y ENGHO 2017/8

La división por trimestre no capta adecuadamente la estacionalidad señalada más arriba, pero es factible ver que los meses de invierno y los de verano presentan consumos mayores que el resto. Lo mismo aplica para los precios medios y marginales de los hogares que se asumen constantes a lo largo de la muestra, cuando estos en general varían por cuestiones climáticas (ej: el uso de aires en el verano empuja los consumos hacia arriba pudiendo saltar a un segmento tarifario mayor que en los meses templados, o no contabilizar descuentos por el uso racional de energía como sucedió en los meses de la muestra). En relación a ello, cambios en los consumos bimestrales podrían estar relacionados con veranos o inviernos intensos y no con cambios en las tarifas, lo cual queda incorporado en los errores muestrales del modelo de regresión, siendo una variable interesante de incorporar en futuras investigaciones.

Por otra parte, otras limitantes que existen en la metodología para estimar la variable precio es que se utiliza un único valor de referencia para toda la provincia, pudiendo existir más de una distribuidora y/o cooperativa con cuadros tarifarios diferentes. Asimismo, las estructuras impositivas pueden variar a nivel municipal, implicando una gran diversidad de precios finales de electricidad en el agregado nacional.

F.2 Estructura del consumo eléctrico de los hogares a nivel país y provincial

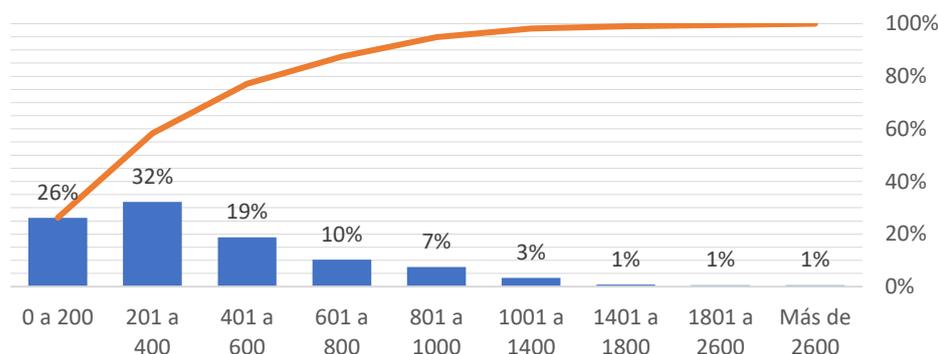
Habiendo analizado la metodología de estimación de las cantidades consumidas de electricidad y la determinación de los precios de referencia, se avanzará en el estudio de su evolución comparando entre 2012/3 y 2017/8 a nivel país como provincial.

2012/3

Para el 2012, la media del consumo eléctrico arrojó un valor de 534kwh/bim¹⁷ mientras que la mediana es fue de 449kwh/bim¹⁸. Respecto a lo señalado por Margulis (2014) para el período 2004 en donde la media era de 405Kwh/bim y la mediana de 330 kwh/bim, presentan un incremento del 31% y 36% respectivamente.

Para analizar cómo se distribuyen los hogares a lo largo del espectro del consumo de electricidad, se avanzó con segmentarlo en bloques de a 200kwh bimestrales. Para comenzar, el 59% de ellos consumía menos de 400kwh por bimestre y el 95% no alcanzaba los 1000kwh. Como fue analizado en la **Sección D.1**, la política tarifaria sucedida durante los años de relevamiento, una elevada porción de subsidios estaba concentrada en esta última categoría, lo que incluía a casi todo el espectro del consumo residencial de los hogares. Es decir, adolecería de un error de inclusión sin poder diferenciar entre los hogares que efectivamente requerían de la ayuda del Estado respecto a los que no, aumentando el costo fiscal de manera desproporcionada.

Gráfico 13: Consumo bimestral de electricidad de los hogares en kwh 2012/3



Fuente: Elaboración propia en base a ENGHO 2012/3

A nivel regional se respeta la distribución señalada anteriormente, salvo en el Noreste y Cuyo en donde el segmento más concentrado se encuentra entre 400 y 600kwh bimestrales. Para el primer caso, esperable por la falta de conexión de Gas Natural mientras que el segundo refleja los altos consumos hallados en el ejercicio para San Juan, que se verá más adelante.

En materia de distribución del ingreso, un hogar dentro del 10% más pobre de la población consume valores cercanos a la mitad de lo que consume el promedio del país. A medida que

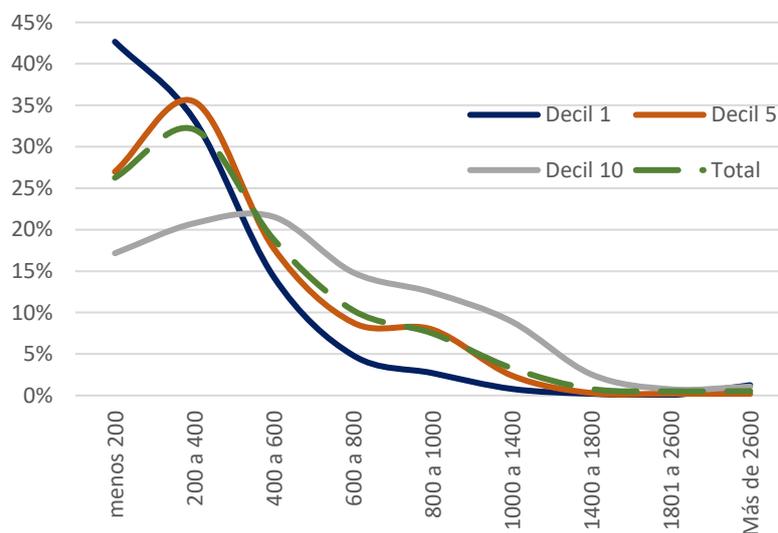
¹⁷ Medina y Vincens (2011) en su trabajo para España encuentran que el consumo eléctrico de un hogar es de 577 kwh/bimestre y que representa aproximadamente 2,4% del ingreso del hogar.

¹⁸ Para hacer comparaciones compatibles con 2017/8, se quitó d la muestra a Tierra del Fuego y Santa Cruz, que son provincias que no se obtuvo información tarifaria actualizada para la muestra de 2017/8.

se incrementan sus ingresos la demanda eléctrica se incrementa, lo que supone que los hogares más vulnerables se encuentran restringidos energéticamente. El Cuadro 9 muestra que entre el primer y último decil, el consumo energético aumenta 109%; sin embargo, el ingreso promedio de los hogares lo hace en un 1305%. Se evidencia entonces una baja elasticidad ingreso de la demanda eléctrica residencial, argumento que será desarrollado en el modelo de la **Sección G**; sin embargo, podemos adelantarnos a conjeturar que la demanda eléctrica no es un buen indicador de los ingresos de los hogares ni viceversa. A modo de ejemplo, el gráfico del Cuadro 9 muestra que el 43% de los hogares más pobres del país consumen menos de 200kwh/bimestre en promedio, mientras que el 76% de ellos no llega a los 400kwh/bimestre. Sin embargo, si se tomara este último valor como corte para focalizar los subsidios a la energía, también se estaría incluyendo al 38% de la población más rica del país que no lo necesita. En ese marco, si bien los consumos del decil más elevado superan al promedio del país para niveles superiores de demanda, la realidad es que los hogares se distribuyen de manera relativamente uniforme a lo largo de todo el espectro de consumo¹⁹. Ello denota la complejidad de la articulación de la política y la necesidad que plantea el presente trabajo de tomar otras variables adicionales al ingreso del hogar como determinantes del consumo energético

Cuadro 9: Consumos kwh/bimestre por deciles de ingreso. 2012/3

Decil de ingreso del hogar	Consumo kwh/bim hogar
1	296
2	350
3	379
4	387
5	409
6	432
7	457
8	495
9	506
10	618
Total país	534



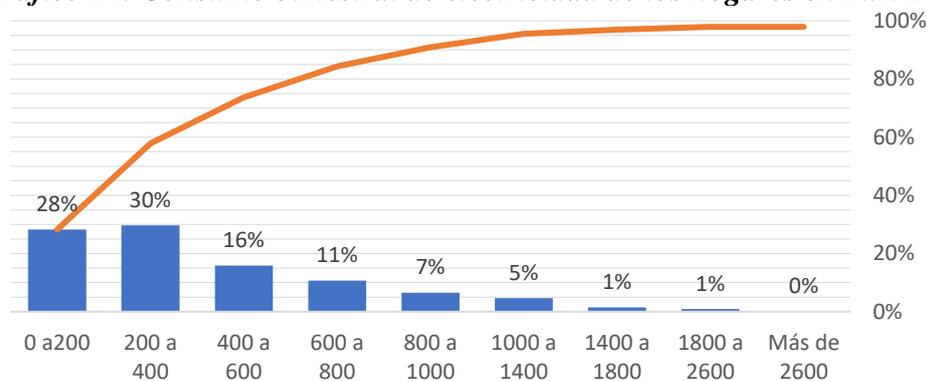
Fuente: Elaboración propia en base a ENGHO 2012/3

¹⁹ Similares hallazgos son afirmados por Hancevic y Navajas (2015)

2017/18

A nivel país, el promedio de consumo de los hogares es de 542 kwh/bimestre y la mediana es de 400 kwh/bimestre. La distribución de los consumos conserva su patrón respecto al período anterior, con un pequeño corrimiento hacia la izquierda.

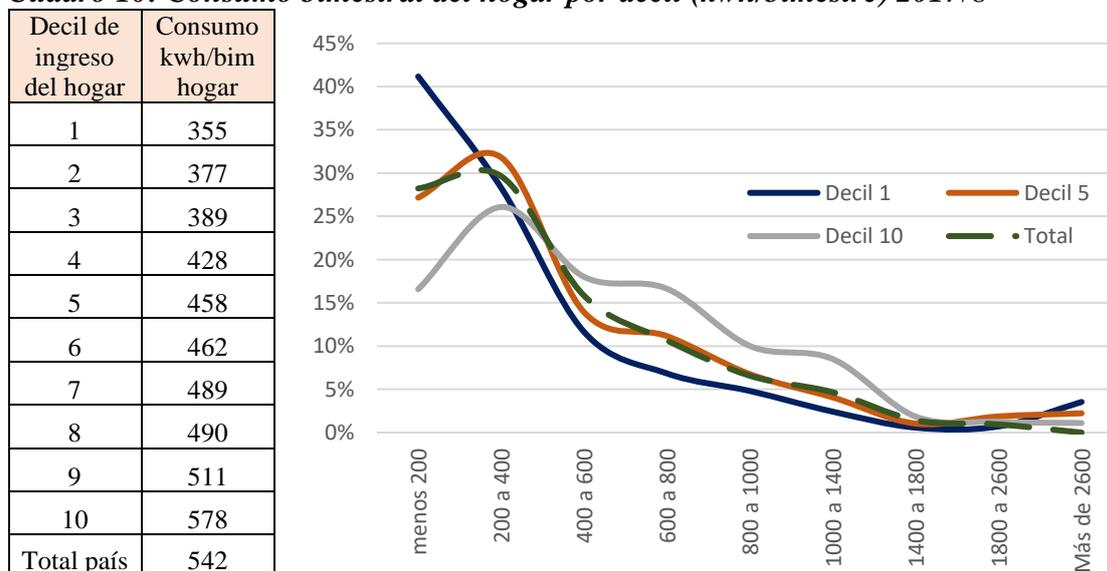
Gráfico 14: Consumo bimestral de electricidad de los hogares en kwh 2017/8



Fuente: Elaboración propia en base a ENGHO 2017/8

Dicho desplazamiento se evidencia en el Cuadro 10, con un incremento en el promedio de consumo de los hogares en los primeros deciles, y una caída en los últimos²⁰. aunque esta última reducida. Es decir, existe cierta concentración de los consumos de la población en valores intermedios; aunque los hogares más vulnerables aún se encuentran restringidos.

Cuadro 10: Consumo bimestral del hogar por decil (kwh/bimestre) 2017/8



Fuente: Elaboración propia en base a ENGHO 2017/8

²⁰ Esta apreciación puede estar sesgada por los problemas metodológicos que enfrenta la Encuesta de hogares, que en general las familias pertenecientes a los deciles más elevados tienden a sub declarar los gastos del hogar.

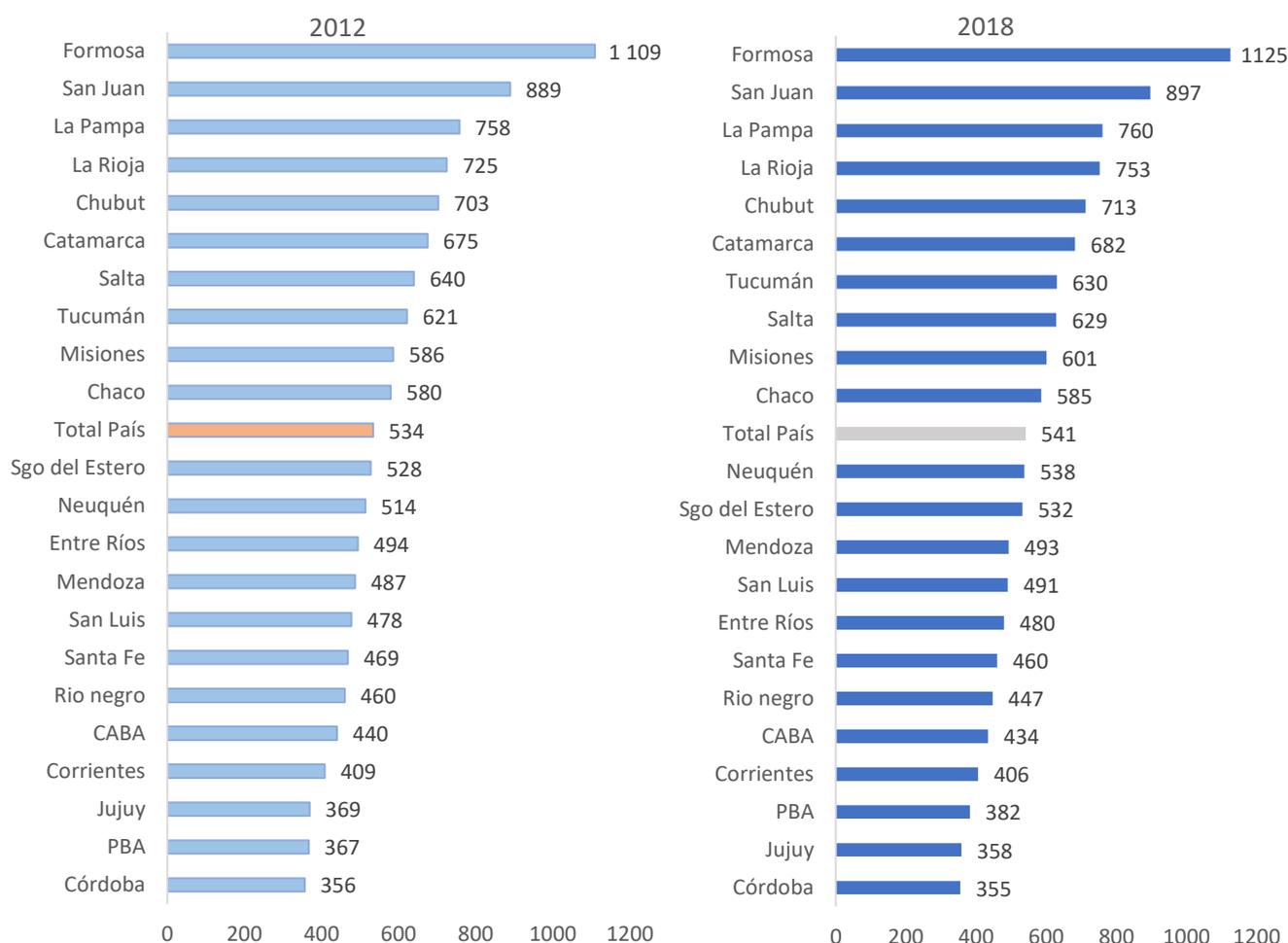
Análisis de la demanda eléctrica provincial

La amplitud de Argentina en materia de regiones y territorio no hace más que diversificar los patrones de consumo de los hogares, inyectando mayor variabilidad y estacionalidad en la demanda. La complejidad regional y provincial encuentra sus los motivos en las diferentes necesidades según las características habitacionales, las tarifas provinciales y su estructura impositiva, los ingresos de los hogares, características socioeconómicas de sus miembros, pautas y hábitos de consumo, equipamiento con el que cuentan, diferencias climáticas, entre otras cuestiones. Algunas de ellas serán abordadas en las **Secciones G y H** a continuación. Por ende, avanzar en el estudio de los condicionantes y requerimientos de demanda residencial es fundamental para el diseño de sistemas energéticos robustos, con capacidad de responder a tales desafíos.

Sólo a modo de ejemplo, mientras en la Patagonia el 97% de los hogares cuenta con algún sistema de calefacción en 2013 en el NEA el 64% no tenía ninguno; a la inversa, en 2018 el 66% de los hogares del NEA tiene al menos un Aire Acondicionado; en la Patagonia ese valor es de apenas el 15% de las viviendas.

El Gráfico 15 ordena los niveles promedio de consumo eléctrico bimestral de los hogares (kwh), observándose una dinámica estable entre provincias a lo largo de los años, a pesar de tener implícitos los aumentos tarifarios sucedidos post 2016. En ese marco, una hipótesis que acompaña al hallazgo señalado más arriba respecto a la baja sensibilidad de las cantidades consumidas a los ingresos es que los hogares tampoco son muy sensibles a cambios en los precios de los energéticos; al menos en el promedio de consumo del total de los hogares a nivel provincial, analizado bajo el modelo de demanda de la **Sección G**.

Gráfico 15: Consumo eléctrico por provincia. 2012 y 2018. Kwh/bimestral



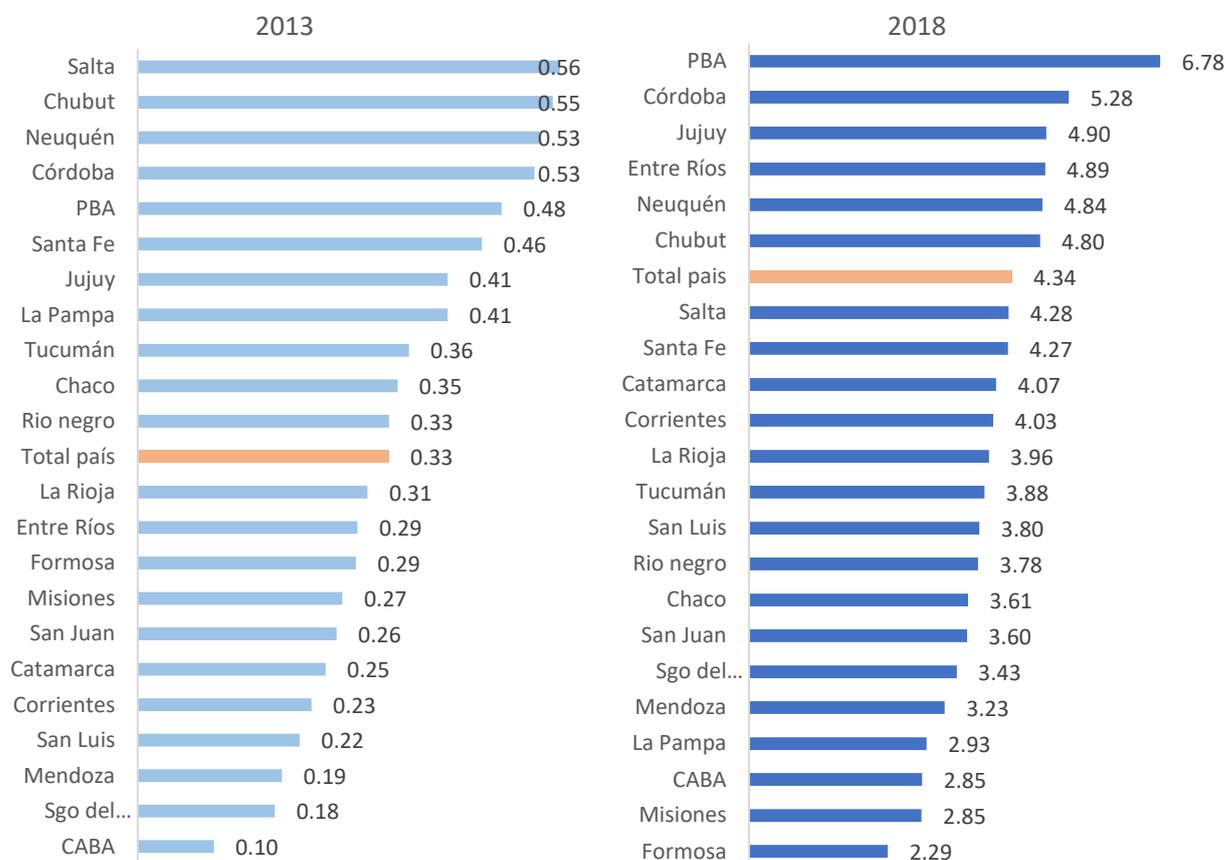
Fuente: Estimación propia en base a ENGHO y cuadros tarifarios provinciales

Análisis tarifario provincial

Como fue explicado en la metodología en la **Sección F.1**, los precios de referencia provinciales de los gráficos a continuación y que serán utilizados en el modelo de estimación de la demanda eléctrica de la **Sección G**, corresponden al precio de la electricidad en cada provincia de la mediana del consumo del país (incluido el costo variable, fijo e impuestos). Los cambios en las posiciones de provincias entre 2012 y 2018 encuentran asidero en que durante los años 2017 y 2018 además de los aumentos tarifarios definidos a nivel nacional para todos los usuarios, sucedieron procesos de revisión tarifaria integral a nivel provincial. Es decir, además de los incrementos del precio de la energía comprada por las distribuidoras definido por la Secretaría de Energía de la Nación, las provincias a través de sus Entes Reguladores autorizaron incrementos en el Valor agregado de distribución (VAD) que

compone los costos de electricidad. La diversidad de dichos aumentos y su aplicación terminaron de definir el nuevo ordenamiento de los valores tarifarios provinciales.

Gráfico 16: Estructura tarifaria provincial 2012/3 y 2017/8- \$/kwh bimestral



Fuente: Elaboración propia en base a ENGHO y cuadros tarifarios provinciales

Para comenzar, resalta el encarecimiento de la Provincia de Buenos Aires, no sólo en términos relativos a 2012 sino respecto a los valores en promedio del resto de las provincias. Córdoba y Chubut siguen siendo las provincias con tarifas más elevadas, mientras que Salta pasa a ser de la más costosa en 2012 a estar en valores promedio del país. En el otro extremo, CABA continúa en el grupo de los cuadros tarifarios más bajos, junto con Mendoza y Santiago del Estero. Por otra parte, si bien continúa elevada la dispersión tarifaria entre provincias, se observa un pequeño acercamiento, siendo la brecha entre las más caras y batatas de 4 veces en 2012, a 3 veces en 2018.

Por último, debe considerarse la relevancia que tienen la incidencia tributaria en este ranking ya que las provincias que en general se encuentran por encima de la media, se corresponden con una mayor carga impositiva: PBA (48%); Córdoba (31,6%) y Entre ríos (entre 40% y 54% según el consumo), son algunos de los ejemplos.

La comparación sobre el incremento tarifario queda más claro si se deflactan los valores; en este caso fueron calculados a diciembre de 2016. En el **Anexo I.A** se presentan los valores deflactados para todas las provincias. Así, en términos reales, las tarifas²¹ se incrementaron un 169% a nivel país entre 2012 y 2018; CABA en un extremo con un incremento de 483% y La Pampa en el otro, con un aumento del 47%.

G. El modelo de demanda de energía eléctrica residencial

El objetivo del modelo es explicar los determinantes del consumo eléctrico de los hogares. En diversos trabajos realizados (Navajas (2008), Hancevic y Navajas (2015), Margulis (2014), Campoy(2012), Medina y Vincencs (2011), Mendieta (2016), Galindo (2014)) se evidenció que las decisiones de consumo están influenciadas por variables coyunturales, como puede ser el nivel de ingreso o las tarifas, y estructurales, como ser la provincia en la que vive, si tiene acceso al gas natural o las características socioeconómicas y estructurales de los habitantes y el hogar. Por otra parte, en la caracterización realizada en las **Secciones E y F** se encontraron patrones de consumo de los hogares según la región en donde habiten y se alzaron dos hipótesis a contrastar con el modelo: una que el ingreso no es la variable determinante más relevante en la demanda de electricidad, y dos, que las cantidades consumidas responden menos que proporcionalmente a los cambios en las tarifas. En ese marco, se propondrán variables que componen la función de demanda eléctrica del hogar para los períodos 2012/3 y 2017/8 con un doble objetivo: primero para identificar su incidencia, y en segunda instancia, para analizar si hubo cambios entre ambos períodos relevados.

Por otra parte, en la **Sección H** se agregará al análisis funcional la tenencia de equipamiento del hogar como otra de los condicionantes que juegan un rol crucial en determinación del consumo de los hogares, siendo un aporte diferencial respecto a los estudiados anteriormente en la materia, basados en la ENGH0. Ello es factible gracias a la inclusión de un módulo energético en el relevamiento de 2017/8, que nos permitirá entrar más en detalle sobre las características de los equipos y sus usos finales respecto a los datos disponibles en muestras anteriores.

²¹ Recordar que lo que se compara aquí es la tarifa de la mediana del consumo a nivel país, en cada provincia. En ese sentido, puede que los segmentos de menores consumos hayan aumentado en menor magnitud.

G.1 Función de demanda energética del hogar. Estimación por MCO. Comparación 2012 vs 2018

Para estimar la relación entre la demanda de electricidad de los hogares y las variables explicativas propuestas, se utiliza la metodología de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO). Los resultados de los parámetros individuales muestran cómo afecta a la demanda la variable estudiada, por ejemplo, el ingreso, *ceteris paribus* el resto de las variables incluidas en la regresión. Ello permite “limpiar” el efecto de dichos regresores sobre la relación funcional entre el ingreso y la demanda. Por otra parte, dado que se utiliza una muestra de datos, en la función de demanda de electricidad del hogar propuesta se observa el término de error ε que representa otros factores que afectan al consumo bimestral del hogar pero que no son capturados por la misma. Para que la estimación por MCO sea correcta, se asumen una serie de supuestos, entre los cuales se encuentra que en promedio ε no depende de dichas variables. Así la ecuación señala cómo varía *en promedio* el log(consumo bimestral de los hogares) cuando cambia cada uno de los regresores, asumiendo el resto constante.

La función de demanda propuesta tiene la siguiente forma funcional:

$$\begin{aligned} \log(\text{Consumobimestral}) \\ = C + \alpha \log(\text{Gastobimestral}) + \beta \text{CaracterísticasHabitantes} \\ + \gamma \text{CaracterísticasHogar} + \theta \text{Regiones} + \delta \log(\text{Precio}) + \varepsilon \end{aligned}$$

Cuadro 11: Variables de la función de demanda eléctrica residencial

Categoría	Nombre de variable	Descripción	Fuente
Consumo bimestral Kwh/bim	Log(Consumo eléctrico del hogar bimestral)	Demanda del hogar en kwh bimestrales estimados para cada hogar	Calculado en base a cuadros tarifarios y ENGHO
Ingreso	Log(Gasto hogar)	Gasto de los hogares bimestral (\$)	ENGHO
Habitantes	Adultos activos	Cantidad de miembros adultos entre 14 y 64 años	ENGHO
	Menores	Cantidad de miembros del hogar menores de 14 años	ENGHO
	Mayores	Cantidad de miembros del hogar mayores de 65 años	ENGHO
	Edad	Edad jefe de hogar	ENGHO
	Género	Toma valor 1 si el jefe de hogar es hombre	ENGHO
	Educación	Toma el valor de 1 si el jefe de hogar tiene al menos el secundario completo	ENGHO
Características del hogar (Son todas variables dummies)	Habitaciones	Toma el valor de 1 si la vivienda tiene más de dos dormitorios de uso exclusivo	
	Casa	Toma valor 1 si el hogar reside en una casa. Cero si lo hace en otro tipo de vivienda (departamento, etc)	ENGHO

	Cocina a Gas	Toma valor 1 cuando el hogar utiliza Gas Natural para cocinar. Busca representar el acceso a la red de GN	ENGHO
	Pared externa precaria	Toma valor 1 cuando no la pared externa no es de ladrillo, piedra o bloque de hormigón	ENGHO
	Aire Acondicionado	Toma valor 1 si la vivienda cuenta con Aire Acondicionado	ENGHO
Regiones (Son todas variables dummies)	Pampeana	Toma el valor 1 cuando el hogar habita en esa región	ENGHO
	Noroeste	Toma el valor 1 cuando el hogar habita en esa región	ENGHO
	Noreste	Toma el valor 1 cuando el hogar habita en esa región	ENGHO
	Cuyo	Toma el valor 1 cuando el hogar habita en esa región	ENGHO
	Patagonia	Toma el valor 1 cuando el hogar habita en esa región	ENGHO
Precio	Log(Precio mediana país)	Es el valor tarifario representativo de la mediana del consumo del país, para cada provincia.	Cuadros tarifarios provinciales

Fuente: Elaboración propia

La variable explicada es el log (consumo bimestral eléctrico de los hogares), estimado a través de la metodología explicada anteriormente. El Cuadro 12 muestra los principales resultados obtenidos. Para comenzar, la *elasticidad ingreso* (utilizando como proxy gasto del hogar) de la demanda de electricidad es baja²² lo que denota que es un bien necesario, en donde cambios en el ingreso no se traducen en cambios en la demanda relevantes. Así, un aumento del 1% en el ingreso del hogar, el consumo eléctrico aumenta un 0,20% en 2012 y un 0,24% en 2018.

Respecto a las variables que *caracterizan a los habitantes del hogar*, cada miembro adulto adicional aporta en promedio entre un 5 y un 7% al consumo eléctrico, pero si es menor de 14 años dicho aporte se reduce al 2% en 2013 o al 4,5% en 2018. Aquí se identifica una intensificación en el consumo energético de los menores entre relevamientos, probablemente vinculado al mayor equipamiento electrónico con el que cuentan para ocio y educación.

Cuadro 12: Determinantes del consumo de electricidad de los hogares 2012/3 y 2017/8. Kwh/bimestrales

Log(Consumo bimestral kwh)	2012	2018
Log(Gasto hogar)	0.2026***	0.2399***
Cantidad miembro activo	0.0587***	0.0740***
Menor 14 años	0.0203***	0.0452***

²² En Hancevic y Navajas (2015) una regresión similar con los datos de la ENGHO 2004/5 pero considerando el gasto per cápita de los hogares arroja valores similares de 0,25. Margulis (2014) para la misma base de datos encuentra una elasticidad de 0,26 para el hogar. Medina y Vicens (2011) para España encuentran valores de 0,16 y Gerschuni (2013) para Uruguay de 0,52.

Mayor 65 años	0.0400***	0.0382**
Edad del jefe de hogar	0.0022***	0.0163*
Género	0.0265*	0.0362**
Secundario completo	0.0248*	-0.0626***
Casa	0.1555***	0.2815***
Más de 2 habitaciones	0.1277***	0.1082***
Cocina Gas	-0.0721***	-0.0765***
Paredes externas precarias	-0.0457	0.0356
Con AA	0.2891***	0.2989***
Precio	-0.5253***	-0.5935***
Pampeana	0.4262***	0.1996***
NOA	0.4484***	0.2763***
NEA	0.4889***	0.2152***
Cuyo	0.4175***	0.2904***
Patagonica	0.3847***	0.5040***
Constante	2.7053***	3.3963***
N	18272	19265
r ²	0.2785	0.2008

Fuente: Engho 2012/3 y 2017/8

En cambio, los mayores de 65 años mantienen su aporte a la demanda eléctrica²³. La edad dibuja una curva ascendente en la demanda eléctrica hasta llega a adultos, para luego descender cuando entran en edad más avanzada. El género presenta bajo nivel de significatividad, aunque en 2018 un jefe de hogar varón aporta un 3% adicional a la demanda de energía respecto a si fuera mujer. Un cambio en el patrón de comportamiento sucede en la educación del jefe de hogar. Mientras que en 2012 el jefe de hogar con el secundario finalizado incrementaba al consumo del hogar, en 2018 haber alcanzado ese nivel educativo tiene el efecto contrario. En la literatura se encuentran explicaciones respecto a que los hogares con mayor educación presentan patrones de consumo más eficientes²⁴, lo que podría haber cambiado en los últimos años.

Las *características estructurales del hogar* resultaron ser todas significativas, con excepción del indicador de paredes precarias en la vivienda. Para comenzar, que el lugar de residencia sea una casa en lugar de un departamento implica mayores niveles de consumo. El motivo radica en que existen gastos que en los departamentos son compartidos en el edificio (como bombeo para agua, iluminación de espacios comunes, entre otros) mientras que en una casa

²³ La diferencia en los aportes al consumo energético del hogar en función de las edades de sus habitantes coincide con trabajos similares como los de Hancevic y Navajas (2015), Margulis (2014) y Mendieta (2016)

²⁴ Hang(2015) encuentra los mismos resultados tanto la incidencia positiva del género sobre los consumos como el mayor ahorro eléctrico ante mejor nivel educativo del jefe de hogar para Taiwan entre 1981 y 2011

debe ser cubierto de manera individual. Asimismo, se caracterizan por ser de mayor superficie, con mayor equipamiento asociado, mayores pérdidas de calor y en promedio viven más habitantes que en los departamentos (3,3 miembros vs 2,4). Sin embargo, se observa un incremento considerable entre ambos relevamientos, lo que abre posibles líneas de investigación respecto a sus causas. Algunas hipótesis podrían estar vinculadas a una mejora en la eficiencia energética relativa en los departamentos, o el incremento en el consumo de las casas. En términos de consumos promedios, mientras que en 2012 un hogar con dos habitaciones consumía 380 kwh/bimestre si residía en, en 2018 el consumo era de 468kwh/bim señalando la segunda alternativa como probable.

Las viviendas que tienen acceso al Gas Natural²⁵ consumen en promedio un 7% menos de electricidad que el resto, mientras que aquellas que cuentan con aire acondicionado (AA) incrementan en un 29% su consumo promedio, *ceteris paribus*, Respecto al GN las conclusiones parecieran ser más intuitivas que las halladas por Margulis (2014) y Hancevic y Navajas (2015) que encuentran el signo contrario, mientras que son coincidentes en lo arribado para AA.

La *elasticidad precio* de corto plazo señala que un aumento del 1% en las tarifas implicaría una reducción del 0,52% del consumo energético en 2012 y de 0,59%²⁶ en 2018; es decir, permanece relativamente estable²⁷. Respecto a lo señalado en Margulis (2014), en donde el valor estimado es de 0,23% se observa que la elasticidad en ambos períodos se duplica, aunque permanece inelástica. Es decir, si bien los hogares son más sensibles a cambios en las tarifas, las conclusiones no cambian respecto a la prudencia que debe observar el hacedor de política energética al momento de incrementar las tarifas. De esta manera, un aumento en el precio, dada la inelasticidad, provocará bajos impactos en el nivel de consumo de los hogares, pudiendo tener mayor influencia en las facturas eléctricas que abonan y por ende en los ingresos disponibles de las familias. Los resultados de una elasticidad precio en niveles más elevados están en línea con lo señalado Navajas (2008) en donde un incremento en el nivel de precios, como el sucedido entre 2004 y 2018, conlleva a que los hogares incrementen su sensibilidad frente a ellos.

²⁵ Se realizaron regresiones incorporando los artefactos de calefacción, si era móviles o fijos, pero no resultaron significativos. Asimismo, se realizaron simulaciones con el precio medio de los consumos del país y los resultados son similares a los mostrados con el precio del consumo mediano del país.

²⁶ Galindo (2014) encuentra una elasticidad precio de 0,24 para el Salvador para los años 2005/6. Zhoe(2009) para China estima valores entre 0,3 y 0,5 para el período 2007-2009. Reiss y White (2001) para California para los años comprendidos entre 1993 y 1997 encuentran que la elasticidad precio es de 0,39.

²⁷ Cabe aclarar que se utilizó un único precio para cada provincia, definido en función del valor correspondiente a la mediana del consumo del país. Se realizaron simulaciones con otros valores como el precio de la mediana provincial o del promedio del consumo del país y los resultados no arrojan diferencias significativas.

Por último, el *análisis regional* permite capturar dos cuestiones. La primera, es que en 2012 existía una diferencia significativa entre los consumos de GBA, tomados como base, respecto al resto de las regiones. Es decir, que el hogar residía en el NEA contaba en promedio con una demanda eléctrica un 48% superior. Si bien en 2018 la brecha cae, sigue siendo relevante. Desde una óptica temporal, en el análisis de Margulis (2014) las diferencias eran muy menores entre regiones para 2004, llegando a su pico en 2012 para luego disminuir en el último relevamiento. Podría existir cierta correlación con el nivel de precios de la electricidad en donde las mayores distorsiones en sus valores se encuentran en 2012, pudiendo generar consumos ineficientes en los hogares y entre regiones.

G.2 Estimación por regresión cuantílica de la función de demanda energética del hogar. Comparación 2012 vs 2018

La estimación por MCO realizada muestra los determinantes de la demanda eléctrica residencial, para promedios muestrales de la población. Sin embargo, este método no capta adecuadamente las diferencias de las variables explicativas en los hogares que presentan elevados o bajos consumos respecto a la media condicional²⁸. Por este motivo, se avanza en realizar una regresión cuantílica de la función de demanda eléctrica con el objetivo de visualizar los impactos marginales de las variables para distintos niveles de consumo. Entre las ventajas se encuentra poder visualizar cómo cambian los efectos de cada variable explicativa para distintos niveles de consumo, no sólo la media. Si existiesen diferencias significativas con los coeficientes estimados por MCO aportaría información valiosa respecto a la necesidad de focalizar las políticas energéticas en los extremos de la distribución de consumo.

Las estimaciones por regresiones cuantílicas siguen el trabajo de Koenker y Bassett (1978), quienes introducen las regresiones por percentiles como una técnica estadística para estimar funciones en determinado cuantil de una variable dependiente condicional a la información observada. A diferencia de las estimaciones por métodos clásicos de regresión lineal que estiman la media condicional dada la matriz de variables explicativas $E(Y_i/X_i) = X_i'\beta$ con esta técnica se busca estimar funciones cuantílicas condicionales a un conjunto de información teniendo en cuenta las variables explicativas, que se puede escribir como $Q_q(Y_i/X_i) = X_i'\beta_q$, es decir, funciones para el q -ésimo cuantil de Y_i con respecto a las

²⁸ Hace referencia a que MCO arroja los valores promedios de la variable explicada condicionada a los valores de la muestra de las variables explicativas.

variables explicativas, siendo $q \in (0,1)$, donde Y_i es el logaritmo del consumo bimestral del hogar) y X_i las variables explicativas (características del hogar, sus habitantes y precios).

Otra de las ventajas de esta metodología es que sus estimadores (β_q) no se ven afectados por valores extremos o atípicos, cosa que sí ocurre en la estimación por MCO.

Las estimaciones se realizaron para los cuantiles de consumo $q = \{0,1, 0,25, 0,5, 0,75 \text{ y } 0,9\}$, pero por simplicidad expositiva se mostrarán los valores extremos de los mismos y se comparará con las estimaciones de MCO del Cuadro 12.

El ejercicio se realizó para ambos relevamientos, buscando hallar dinámicas en común o divergentes en función del momento del tiempo

Cuadro 13: Estimación de la demanda de electricidad por regresión cuantílica. 2012 y 2018

Variables	2012			2018		
	q.10	q.50	q.90	q.10	q.50	q.90
Log(Gasto hogar)	0.2325***	0.1879***	0.1632***	0.2756***	0.2198***	0.1997***
Cantidad miembro activo	0.0609***	0.0540***	0.0480***	0.0904***	0.0748***	0.0568***
Menor 14 años	0.0129	0.0288***	0.0273***	0.0573***	0.0454***	0.0378***
Mayor 65 años	0.0474*	0.0167	0.0161	0.0427	0.0355*	0.0464*
Edad del jefe de hogar	0.0015	0.0028***	0.0032***	0.0057	0.0215*	0.01
Género	0.0309	0.0229*	0.0226	0.0714*	0.0253	-0.0148
Secundario completo	0.0004	0.0296*	0.0624***	-0.0157	-0.0548***	-0.0798***
Casa	0.2083***	0.1142***	0.1174***	0.3649***	0.2658***	0.2513***
Más de 2 habitaciones	0.2139***	0.1212***	0.0761***	0.1892***	0.1150***	0.0792**
Cocina Gas	-0.0202	-0.0868***	-0.1158***	0.0556	-0.1184***	-0.1183***
Paredes externas precarias	-0.0569	-0.0354	-0.0615*	0.0691	0.0306	0.081
Con AA	0.3220***	0.2631***	0.2653***	0.3927***	0.2738***	0.2417***
Precio	-0.5806***	-0.5310***	-0.4293***	-0.6916***	-0.6441***	-0.5073***
Pampeana	0.5603***	0.4483***	0.2442***	0.4351***	0.2142***	-0.0483
NOA	0.5687***	0.4427***	0.3017***	0.4122***	0.2867***	0.1399***
NEA	0.5737***	0.5387***	0.3329***	0.2959***	0.2017***	0.1537***
Cuyo	0.4262***	0.4004***	0.3795***	0.4182***	0.2254***	0.2044***
Patagonica	0.1229**	0.4211***	0.5429***	0.6609***	0.5055***	0.2744***
Constante	1.4868***	2.8980***	4.0447***	1.7909***	3.7757***	4.9728***
N	18272	18272	18272	19265	19265	19265
Pseudo R2	0.11	0.12	0.12	0.13	0.12	0.13

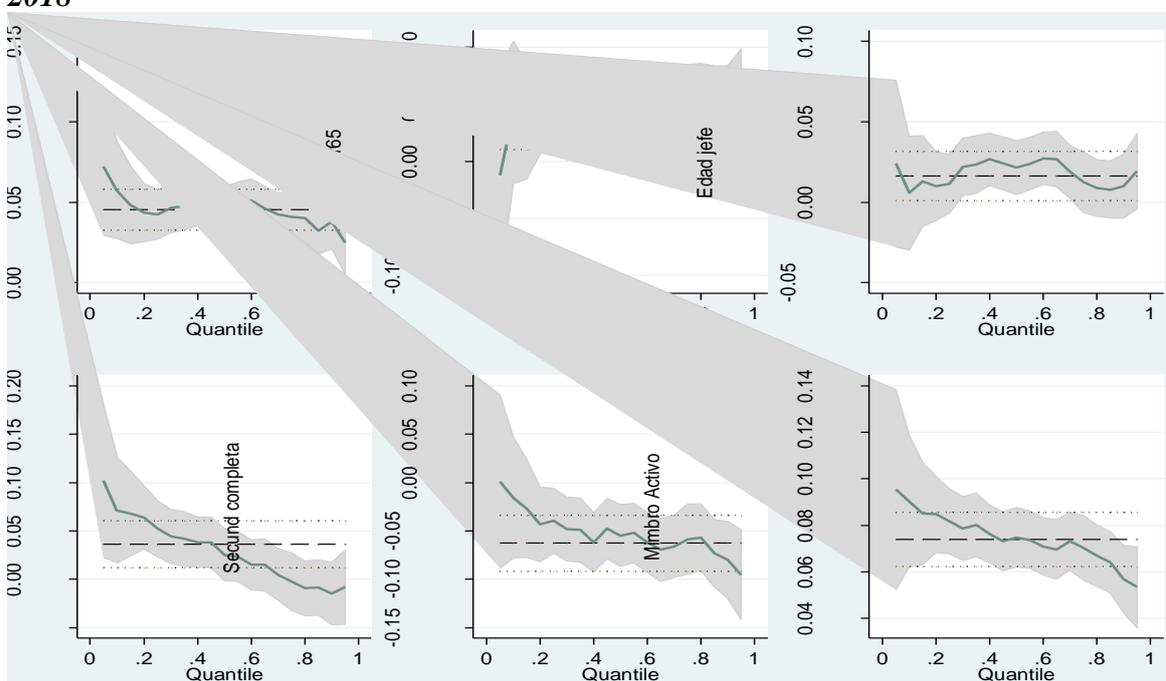
Significatividad: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$

Fuente: ENGHO 2012/3 y 2017/8

El comportamiento de los coeficientes de las regresiones por cuantiles de ambos años presentan dinámicas similares. Por este motivo, las gráficas de los coeficientes más

relevantes por cuantil serán sólo presentadas para 2018 haciendo referencia a 2012 cuando sea requerido. La interpretación de cada variable explicativa, muestran el impacto que tiene un cambio unitario sobre el log(consumo bimestral eléctrico del hogar), manteniendo constante el resto de los regresores. En el eje horizontal se presentan los niveles de cuantiles del consumo y en el vertical el rango de valores que adopta la variable explicativa. La línea de guiones horizontal es el valor del estimador de MCO, los puntos sus intervalos de confianza, y la superficie sombreada los intervalos de confianza de la estimación por regresión cuantílica. El nivel de significatividad para todas las regresiones utilizado es de 95%

Gráfico 17: Coeficientes de regresiones por cuantiles: Características de los habitantes. 2018



Fuente: ENGHO 2017/8

El Gráfico 17 muestra las *variables que caracterizan a los habitantes del hogar*. En términos generales, los coeficientes de las distintas regresiones por cuantiles fluctúan en torno a la media condicional, y sólo en los percentiles más extremos algunos de ellos se apartan de la media. Tal es el caso de las variables *Género*, o la *Cantidad de adultos activos* que muestran una dinámica decreciente a medida que se avanza en la distribución del consumo eléctrico. Así, para los percentiles menores cada miembro adicional del hogar aporta un 10% más al consumo de electricidad, para luego decaer cuando se avanza hacia consumos más elevados. Ello puede ser resultado de que las necesidades del hogar a partir de un determinado umbral de consumo están cubiertas, y miembros adicionales requieren menores consumos

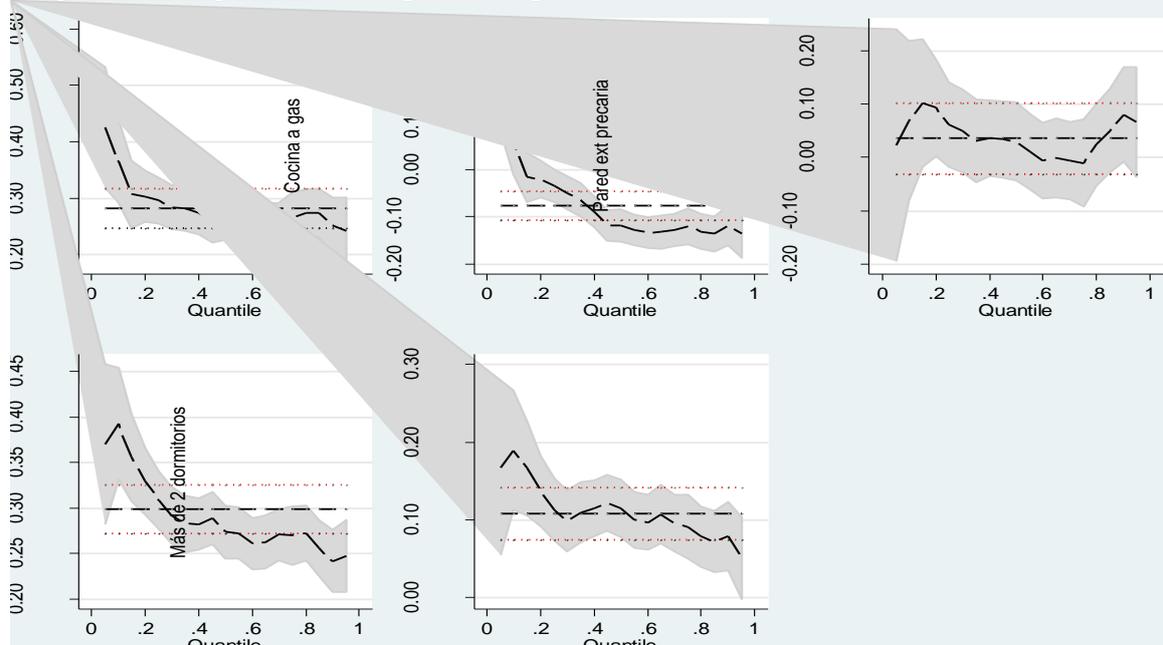
energéticos adicionales. Respecto al *nivel educativo del jefe de hogar*, a medida que se incrementan los consumos, contar con un nivel educativo relativamente alto impacta positivamente en los ahorros de energía²⁹. Más adelante se evaluará con mayor detalle esta premisa pero indicaría que la educación es una vía relevante al momento canalizar políticas de eficiencia energética.

Más allá de las particularidades señaladas, todas las variables muestran holgadas bandas de confianza de los coeficientes dando cuenta de una gran dispersión; asimismo, los coeficientes de las regresiones por cuantiles se ubican dentro del intervalo de confianza del estimador de MCO siendo por ende una buena caracterización del consumo del hogar para las características de los habitantes.

Respecto a las *características del hogar*, a diferencia del bloque anterior, las variables presentan valores que se diferencian de los descriptos por la estimación de MCO en los extremos de la distribución del consumo de electricidad modelado lo que significa que la regresión cuantílica aporta información relevante.

Para comenzar, si la media muestral de los hogares que viven en casas consumen en promedio más energía eléctrica que los que residen en departamentos (ver Cuadro 12), ello se acentúa en los casos en donde su consumo se encuentra en los cuantiles más bajos de la demanda, llegando a tomar valores del 40%, comparado al 28% promedio.

Gráfico 18: Coeficientes de regresiones por cuantiles: Características de la vivienda. 2018



Fuente: Elaboración propia en base a ENGO 2017/8

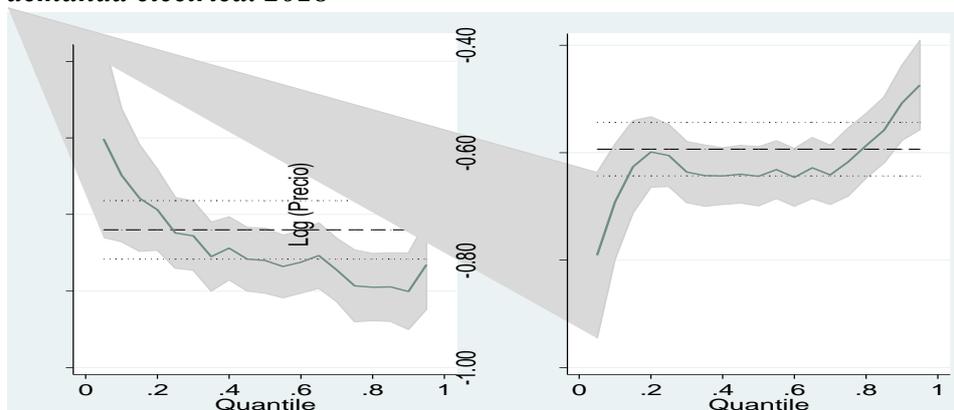
²⁹ Wilson C (2015) y Huang (2015) señalan la misma relación inversa entre el nivel educativo del jefe de hogar y consumo eléctrico

Un posible razonamiento podría ser que las familias que residen en casas, con más de dos habitaciones como el modelo plantea, pero que se encuentran en los menores cuantiles de demanda eléctrica, requieren de mayor energía para cubrir las mismas necesidades respecto a aquellos que habitan en departamentos.

Similar dinámica presenta la variable *Cocina a Gas*, que busca identificar aquellos hogares con acceso a la red de GN. Si bien para el 90% de la distribución del consumo eléctrico contar con Gas Natural disminuye los requerimientos de energía, el primer cuantil muestra el signo contrario, lo que conlleva a buscar posibles explicaciones y alerta sobre su implicancia en materia de política energética. Por su parte, a medida que aumentan los cuantiles de consumo del modelo, contar con GN implica ahorros de electricidad incrementales. Así, mayores niveles demandados podrían corresponderse con una mejor cobertura de necesidades energéticas o usos que hacen los hogares (como ser calefacción, cocción, óseo, refrigeración, calentamiento de agua, entre otros); si los hogares cuentan con GN parte de ellos son respondidos a través de dicho energético aliviando los requerimientos adicionales de energía eléctrica.

Respecto a la tenencia de *Aires Acondicionados*, existe un consenso en toda la literatura señalada en el Marco Teórico respecto a su relevancia e incidencia sobre la demanda eléctrica de los hogares. El Gráfico sólo muestra que dicho impacto es mayor en los menores cuantiles de consumo eléctrico del modelo, pudiendo ser un buen indicador sobre dónde avanzar en políticas de consumo energético responsable. Por último, la existencia de paredes precarias resulta no significativa.

Gráfico 19: Coeficientes de regresiones por cuantiles: Elasticidad precio e ingreso de la demanda eléctrica. 2018



Fuente: Elaboración propia en base a ENCHO 2017/8

La regresión cuantílica aporta información significativa respecto a las *elasticidades ingreso* (proxy gasto) y *precio* de la demanda eléctrica residencial. Respecto a la primera, para los

menores cuantiles de consumo eléctrico el regresor señala que la elasticidad ingreso es mayor respecto a la media condicional y lo contrario sucede con los valores mas elevados de consumo. Una interpretación es que la demanda energética condicionada para los primeros cuantiles se encuentra restringida y por ende cambios en el ingreso conllevan cambios significativos en la demanda. Posteriormente, y una vez satisfecho un nivel básico de demanda eléctrica, la relevancia del ingreso cede preponderancia. Por encontrarse por fuera del intervalo de confianza del estimador de MCO, el ingreso (aproximado por el gasto) es una variable determinante para los hogares estudiados bajo esta regresión tanto de consumos bajos como altos. La *elasticidad precio* por su parte, también decae a medida que se incrementan los consumos del modelo. Es un hallazgo más que relevante en materia de política tarifaria ya que evidencia que en los primeros cuantiles, los hogares son más sensibles a cambios en los precios, mientras que en aquellos más intensivos en el consumo del modelo, las tarifas tienen una menor relevancia como determinantes de su demanda. De esta manera, las estimaciones sugieren cierta cautela al momento de diseñar los esquemas tarifarios en los segmentos de menores consumos ya que incrementos en las tarifas podrían tener un doble impacto sobre las cantidades demandadas: a través de los precios y a través del ingreso disponible, arrastrando a las familias a condiciones de pobreza energética. A modo de cierre, se segmentó la distribución del consumo por quintil de gasto (como proxy de ingreso), con el fin de analizar si el nivel socioeconómico es un condicionamiento adicional sobre las elasticidades. Para el primer quintil de gasto, es decir para los hogares más pobres, independientemente de dónde se ubiquen en la distribución de consumo energético, la elasticidad ingreso tiene un mayor impacto en la demanda de energía eléctrica respecto al resto de los hogares (tanto para el cuantil 0.1 como para el cuantil 0.9 la elasticidad ingreso es 0,27, algunos puntos por encima a 0,23 de la media condicional). Lo mismo sucede con la elasticidad precio, la cual se incrementa para dichos hogares independientemente su ubicación en la distribución del consumo eléctrico del hogar. Ambas afirmaciones no hacen más que verificar que los hogares más pobres se encuentran restringidos energéticamente y que son más vulnerables a los aumentos tarifarios respecto al promedio de las familias del país.

H. Equipamiento del hogar como determinante del consumo eléctrico

El anterior análisis permite visualizar los determinantes del consumo vinculados a la estructura de la vivienda, cuestiones climáticas y de acceso a servicios públicos. Sin embargo, el equipamiento de electrodomésticos y gasodomésticos con los que cuenta es otro de los determinantes relevantes, ya que a través de los cuales se define cómo el hogar utiliza los diferentes energéticos. En función de ello, es factible afirmar que la demanda de energía puede analizarse desde un enfoque de corto plazo o largo plazo. Tal como señala Reiss y White (2001)³⁰, la diferencia consta que, en el corto plazo, ante cambios por ejemplo en las tarifas, se asume que el equipamiento del hogar permanece constante, traduciendo su impacto en readecuaciones de su uso. En cambio, en el largo plazo, es factible tomar medidas de eficiencia energética o reacomodar el stock de equipos para adaptarse a la nueva realidad. El modelo de demanda del presente trabajo es de corto plazo, asumiendo al equipamiento como variable stock, para evaluar el impacto ante cambios en los precios o ingresos. Por su relevancia, se adicionará información en materia de equipamiento de los hogares a la función de demanda estudiada en la **Sección G**, dada la disponibilidad de datos con los que cuenta la ENGHO para los años analizados. Para la edición de 2012/3 si bien se consultaba sobre la tenencia de equipos de los hogares, su cantidad y antigüedad, en la información publicada sólo consta si los hogares tienen o no determinado equipamiento. Una situación muy diferente es la de la ENGHO 2017/8, siendo el primer relevamiento en Argentina en incorporar un módulo energético que recopile información sobre los patrones de consumo de los hogares y el equipamiento asociado.

A continuación, se realiza una breve descripción de la información provista por ambos relevamientos, para luego avanzar en la estimación de la nueva función de demanda eléctrica residencial.

H.1.i Equipamiento de los hogares en 2012/3

El equipamiento relevado en 2012/3 es escueto, con sólo 23 productos, algunos comparables con los de 2018. Como se puede observar, el foco de la encuesta estuvo en capturar el stock de pequeños electrodomésticos.

³⁰ Reiss, P y White, M. (2001). Household energy demand, revised. NBER Working Papers Series. WP 8687

Cuadro 14: Equipamiento relevado y participación en los hogares nivel país. 2012/3

Uso Final	Equipamiento	% de hogares. Total país
Cocción	Cocina con horno	96.6%
	Horno a microondas	45.3%
Conservación de alimentos	Heladera sin freezer	21.5%
	Heladera con freezer	76.4%
	Freezer	11.6%
Refrigeración	Aire Acondicionado	36.3%
Calefacción	Estufa a gas tiro balanceado	40.0%
ACS	Termotanque	40.1%
Lavado de ropa	Lavarropa automático	65.2%
	Lavarropa no automático	22.7%
Otros	Lavavajilla	2.1%
	Multiprocesadora	22.9%
	Cámara fotográfica digital	43.9%
	Computadora	57.1%
	Conexión a Internet	47.4%
	DVD	62.0%
	Televisor	96.6%
	Video cámara digital	5.2%
	Video casetera/reproductora	8.3%
	Aspiradora	21.9%
	Extractor de aire/purificador	22.5%
	Teléfono celular	87.7%
	Teléfono inalámbrico	29.2%

Fuente: Engho 2012/3

H.1.ii Equipamiento de los hogares ENGHO 2017/8

Para 2017/8 el parque relevado fue de un total de 41 artículos y 4 tipos de lámparas para iluminación, casi el doble del relevamiento anterior.

A continuación, tomando la mayor disponibilidad de información del relevamiento, se presentan los equipos por principales usos finales de la energía que realizan los hogares a nivel país y la distribución del energético consumido por cada equipo.

- I. Cocción de alimentos: el 96% de la población del país cuenta con un Horno o Cocina a gas, seguido en relevancia la tenencia de Microondas (44%) y Anafe a Gas (31%). El Gas Natural es el energético que más se utiliza para cocinar (44%), seguido por la electricidad (33%). El GLP tiene una presencia elevada particularmente en las regiones sin acceso a Gas Natural (Tubo o Garrafa).
- II. Conservación de alimentos: el 84% de los hogares cuenta con heladeras con freezer, seguida de lejos por el resto del equipamiento (heladeras sin freezer y freezer).

- III. Refrigeración de ambientes: El 55% de los hogares cuenta al menos con Split o un Compacto Ventana para refrigeración a nivel país, mientras que el 59% de las familias tiene al menos un ventilador.
- IV. Calefacción: el 47% de las familias cuenta con al menos una estufa con o sin tiro balanceado (base gas) y 4% son con garrafa. El 16% cuenta con splits con calefacción y 27% de estufas eléctricas. Por su parte, la fuente calórica mayoritaria es el gas (GN 48% + GLP 6%) frente a la electricidad (41%)
- V. Iluminación: Si bien la mayor parte de las lámparas son de bajo consumo (36%) o Led (24%), existe aún un elevado porcentaje del parque representado por lámparas tubo (14%) o halógenas (14%) que conllevan elevados niveles de consumo.
- VI. Agua Caliente Sanitaria (ACS): El 35% de los hogares cuenta con termotanque a gas, seguido por un 25% de calefón a gas con o sin piloto automático. Luego el 15% tiene calefón eléctrico y 11% termotanque eléctrico. El gas natural es el claro predominante en el calentamiento del agua (61%), salvo en las provincias sin acceso a él.
- VII. Lavado de ropa: El 68% de los hogares cuenta con lavarropas automático, frente a un 20% de los mismos que aún utilizan los semiautomáticos.
- VIII. Otros: de los electrodomésticos relevados en la encuesta, el 66% de los hogares tiene al menos una TV LED y el 35% de ellos una Tv de Tubo. Por su parte, el 30% de la población posee una computadora de escritorio y el 60% una plancha

Si bien se observa que para cada uso existe un equipamiento y un energético predominante, a medida que se desagrega el análisis por niveles de ingreso o regiones, la composición cambia, en ocasiones, significativamente.

Así, la comparación entre deciles de ingreso de las familias aporta información cualitativa relevante sobre la canasta de consumo energético; tal como se observa en el Cuadro 15 a continuación. Por ejemplo, los motivos detrás de las diferencias entre deciles de ingreso en los equipos para calefacción como es el split o por radiadores de agua son una combinación entre el nivel socioeconómico y el clima. Los hogares más pobres se concentran en las regiones más cálidas, mientras que los de mayores ingresos se encuentran en gran proporción en las más frías. Por ende, la diferencia del parque de equipos para calefacción entre deciles está influenciada también por cuestiones climáticas. Efectivamente, los equipos con mayor presencia en los hogares más humildes son los que utilizan GLP o incluso Kerosene para calefaccionarse, característicos de regiones de menores niveles promedio de ingreso o sin

acceso a GN. Lo mismo explica el uso de ducha eléctrica o termostato eléctrico para calentar agua, a diferencia de deciles con mayores ingresos.

Por último, al igual que sucedía en el anterior período relevado, los primeros deciles evidencian cierto rezago tecnológico, con presencia de lavarropas semiautomáticos, heladeras sin freezer, y TV de Tubo que implicarían una cobertura ineficiente de las necesidades de confort.

Cuadro 15: Participación del equipamiento por hogar a nivel país y diferencia entre hogares con elevados ingresos y hogares más pobres. 2017/8

Equipamiento	Total país	Dif dec 10 vs dec 1
Agua caliente por caldera individual	0.9%	3460.1%
Calefacción por radiadores de agua	1.0%	1163.0%
Calefacción por losa radiante	1.3%	1153.7%
Calefacción centralizada a gas	1.8%	965.8%
Agua caliente central	1.7%	504.0%
Split calefacción de más de 3KW	4.6%	492.8%
Split refrigeración de más de 3KW	12.5%	468.2%
Split refrigeración hasta 3KW	32.7%	329.2%
Microondas	44.6%	312.9%
Split calefacción hasta 3KW	10.7%	295.5%
Computadora de Escritorio	30.7%	273.7%
Freezer	11.4%	208.0%
Estufa / Calefactor a gas con tiro balanceado	30.2%	186.2%
Tv LED / LCD	92.4%	153.7%
Estufa / Calefactor a gas sin tiro balanceado	16.6%	145.8%
Termostato a gas	34.9%	132.8%
Horno eléctrico	16.8%	126.9%
Refrigeración centralizado eléctrico	0.5%	125.3%
Lavarropas automático	67.9%	122.3%
Anafe eléctrico	1.6%	92.4%
Calefón a gas sin piloto automático	1.8%	72.8%
Plancha	62.8%	67.5%
Compacto tipo Ventana	9.8%	65.7%
Calefón a gas con piloto automático	22.7%	63.0%
Anafe a gas	31.5%	43.3%
Heladera con freezer	84.4%	35.0%
Horno a gas	29.4%	34.0%
Calefón solar – termostato solar	0.3%	25.0%
Bomba de pozo / cisterna	8.9%	0.2%
Ventilador	80.3%	-2.3%
Estufa eléctrica	27.0%	-3.9%
Cocina a gas	67.0%	-9.3%
Hogar/ salamandra a leña	5.9%	-18.8%
Termostato eléctrico	10.7%	-23.3%
Tv tubo	40.1%	-55.0%
Estufa a garrafa	4.3%	-71.9%
Heladera sin freezer	12.0%	-72.3%
Lavarropas semiautomático	18.9%	-83.7%
Ducha eléctrica	6.0%	-84.8%
Calefón eléctrico	15.4%	-86.9%
Estufa a kerosene	0.2%	-100.0%

Fuente: ENGHO 2017-8

Por su parte, evaluar a nivel regional el equipamiento de los hogares permite verificar algunos patrones señalados durante el trabajo. Los cuadros se presentan en el **Anexo III.A**. Se postula que el equipamiento podría ser una guía respecto a posibles acciones que permitieran mejorar la demanda de energía de los hogares, en calidad y eficiencia. A modo de ejemplo, los hogares del NEA que no cuentan con acceso al GN presentan un patrón de consumo más caro e ineficiente. Primero, porque por unidad calórica para cocinar o calentar agua, pagan un precio mayor por utilizar gas de tubo o garrafa. En segundo lugar, si en cambio utilizan electricidad para dicho fin, como puede ser termotanque eléctrico, horno eléctrico o estufas eléctricas, el consumo presenta un costo mayor para obtener el mismo nivel de confort³¹.

En tercer lugar, en el NEA pero también en el NOA, los equipos utilizados son más antiguos y por ende de menor eficiencia relativa a otras alternativas. A modo de ejemplo, mientras que en el GBA el aire compacto de ventana está presente sólo en el 5% de las familias relevadas, en el NEA da cuenta del 41% de los hogares y NOA 17%³². Caso contrario sucede con el Split en donde la mayor presencia está en GBA (38%), a pesar de no ser la región con mayores temperaturas del país. Consecuentemente, existe un margen elevado de acción en las provincias del norte en materia de eficiencia energética vinculado a la refrigeración, que es un uso extensivo entre su población.

Para calefacción, Cuyo es una de las regiones sobre las cuales podrían generarse mejoras en los consumos ya que el 40% de los hogares señala tener estufas sin tiro balanceado. GBA en cambio, muestra una tendencia a la electrificación en el calentamiento de los hogares, ya que el 37% de los mismos lo hace con estufas eléctricas o con Splits, valores que superan el promedio del país e incluso a la Patagonia, que lo hace en un 80% en base de estufas de tiro balanceado a GN. En ese marco, si se profundizara esta tendencia, que sucede también a nivel global, es importante focalizar la penetración de equipos con buena eficiencia energética que alivien la recarga de la curva de demanda energética y sobre todo, su estacionalidad.

H.1. iii Alcance del Módulo energético – ENGHO 2017/8

Uno de los principales aportes que se le reconoce a la incorporación del Módulo Energético en la ENGHO es contar con un relevamiento sobre los patrones de consumo energético de

³¹ Gil (2017) muestra que el costo de un Mwh con origen de GLP de Tubo es de USD4,9, de Garrafa USD3,9, de GN es USD1 y de electricidad va entre USD 3,3 y USD 5,4 dependiendo de la región

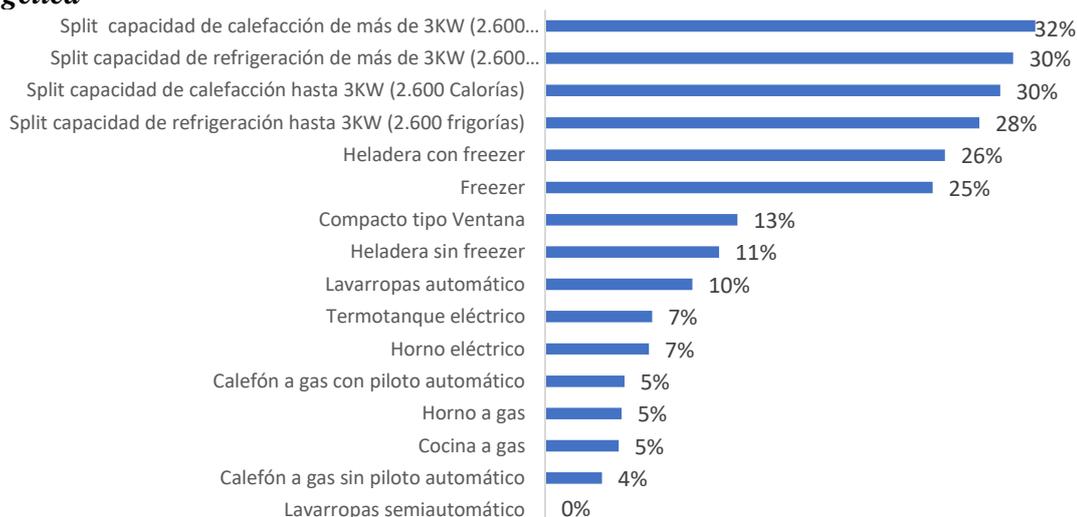
³² Lo mismo sucede con Lavarropas no automáticos y TV de Tubo, con mayor presencia en los hogares del NOA y NEA que en el resto de las regiones.

los hogares, ya que consulta sobre frecuencia de uso, o cantidad de horas según sea el producto que se trate, o la habitualidad de su utilización. Otro, es la disponibilidad de información sobre eficiencia y antigüedad del stock de bienes de uso de los hogares.

Si bien en un principio se analizó la posibilidad de incorporar ambas variables como explicativas de la función de demanda de los hogares, existen una serie de limitaciones metodológicas y de información que truncaron la iniciativa.

Primero, la representatividad de la información sobre las etiquetas de eficiencia energética del parque encuestado es acotado. De los 16 productos relevados sobre eficiencia, **sólo el 15% de las respuestas informan el etiquetado (lo que representa el 7% del total de los 41 productos del módulo energético)**, mientras que el 85% de las mismas señala o que no sabe o que no tiene, o presenta alguna inconsistencia (valores de etiqueta que no existen para ese equipo).

Gráfico 20: Porcentaje de respuestas con información sobre etiqueta de eficiencia energética



Fuente: ENGHO 2017-8

En segundo lugar, por ser el modelo de demanda aquí presentado una regresión de corte transversal, es necesario contar con la información a nivel hogar. Si bien se ensayaron una serie de indicadores que buscaban unificar la información que estaba a nivel de equipos, con su eficiencia y antigüedad respectiva (las opciones se presentan en el ANEXO III), la realidad es que los resultados arribados no fueron satisfactorios.

De esta manera, si bien los datos provistos por la ENGHO 2018 sobre la antigüedad y la eficiencia del equipamiento de las viviendas, aunque acotada es relevante, el tiempo de utilización y su correcto uso son igual de relevantes en la definición del consumo energético. Asimismo, medir la eficiencia de los equipos y extrapolarla a nivel hogar es erróneo,

pudiendo tener un *mix* de equipos antiguos y modernos que no terminan por definir un patrón unívoco de consumo o eficiencia. No debe olvidarse tampoco los efectos secundarios de las tarifas (y su diversidad a nivel provincial) que impactan en los tiempos de uso de cada equipo y de los costos de los equipos que definen la composición del parque.

Por último, el comportamiento de los integrantes del hogar es determinante en la cuantificación de la demanda y es otra variable sobre la cual no se tiene información relevante. Independientemente de la eficiencia o antigüedad del equipamiento, si las familias pasan la mayor parte del día fuera, seguramente la demanda sea menor respecto a hogares con integrantes que realizan actividades dentro de la vivienda.

Como conclusión, si bien la baja representatividad la información sobre eficiencia del módulo energético de la ENGHO 2018 es una de las barreras para su modelización, la complejidad intrínseca de la definición de “hogares eficientes”, impide obtener relaciones causales insesgadas o certeras vinculadas al vínculo entre el consumo y los equipos del hogar.

Estas afirmaciones encuentran respaldo en la literatura de los últimos años que analiza los consumos energéticos de los hogares.

Durante la última década, un gran número de autores afirman que la demanda de energía residencial no sólo depende de factores como precios de la energía, el clima, las características de las viviendas y su composición, sino que certeramente hay otras variables que tienen incidencia. Entre ellas, se encuentran el *estilo de vida*, el *comportamiento de sus habitantes*, y los patrones de consumo de los equipos y su eficiencia. Dicha conclusión surge como resultado de diversos trabajos que compararan hogares con similares características físicas, pero con consumos que divergen hasta 3 veces³³. Uno de los motivos por los cuales estos últimos atributos han sido escasamente estudiados es por presentar barreras metodológicas y de costos al momento de capturar su especificidad. Así, los autores se enfrentan con realidades como que la implementación de medidas de eficiencia energética no redundan en menores niveles de demanda o que hogares más antiguos presentan menores consumos que los más modernos, aun controlando por el resto de sus características físicas. Consecuentemente, términos como el *comportamiento de ahorro energético de los habitantes del hogar*, el *estilo de vida* o cultural del hogar, o el *efecto rebote* de la implementación de medidas de eficiencia energética comienzan a tomar protagonismo en

³³ El trabajo de Charlier, D. y Martínez-Cruz, A. (2020) analizado más adelante hacen un recuento bibliográfico sobre estas experiencias en ciudades de Asia, China, países de OECD, Italia, Suiza Francia y UK.

esta corriente de análisis como los factores relevantes que inyectan cierta dispersión entre los consumos esperados en los hogares y los efectivos.

Según Belaid y García (2016), el concepto *de comportamientos energéticos (energy behaviours)* en su sentido más amplio define la influencia de los ocupantes en la vivienda, así como también su concepción y actitud frente al ahorro de energía. El *efecto rebote*, por su parte, es definido como el aumento en la demanda final de energía como consecuencia de la implementación de medidas de eficiencia energética, resultado del abaratamiento relativo por unidad de energía.

Entre los autores que abordan estos temas se encuentra **Haas (1997)** que pone en el centro del análisis la necesidad de contar con indicadores de eficiencia energética, que incorporan esta divergencia de comportamientos, para intentar hacer comparaciones a nivel internacional del consumo residencial. Utiliza parámetros estructurales, climáticos, demográficos, económicos y tecnológicos para lograr este indicador de eficiencia energética diferenciando entre los que tienen efectos directos o indirectos. Los primeros son los estructurales (m², cantidad de equipos, cantidad de sistemas de calentamiento de agua, etc), los del comportamiento de los hogares (definición de la temperatura adentro del hogar, cómo se ventila, cuanto tiempo se usan los equipos, etc) y los de eficiencia tecnológica (cuánta energía es necesaria para proveer cierto servicio, que dependen de las decisiones de las familias y su estilo de vida).

Por su parte, los efectos indirectos más relevantes sobre el consumo energético son el ingreso, los precios de la energía y la actitud de los habitantes. Allí se encuentra con que es imposible capturar las preferencias de temperatura dentro de los hogares, lo que además está influenciada por precios de la energía, calidad térmica del hogar, gustos y el energético elegido. Concluye que es imposible comparar la eficiencia de la tecnología de cada uso como indicador de eficiencia del hogar. Consecuentemente, afirma que la reducción de la intensidad energética del hogar no puede depender únicamente de mejoras tecnológicas, sino que el comportamiento de las familias es relevante.

Charlier, D. y Martínez-Cruz, A. (2020) señalan que, si bien en las últimas décadas los hogares experimentaron un decrecimiento en la demanda de energía resultado de mejor aislamiento y mejoras de eficiencia de los equipos de las viviendas, aún existe una elevada dispersión en el consumo entre viviendas similares (del orden entre 1.2 a 2.8 veces). Esta brecha en el desempeño energético (*performance gap*) muchas veces fue atribuido a que los consumidores no hacen las inversiones necesarias para obtener los ahorros, aún cuando su retorno sea positivo. Asimismo, citan ejemplos en donde los cálculos de ingeniería en la

implementación de medidas de eficiencia daban un ahorro del 26% del consumo, pero luego efectivamente no sucedió ninguno. En ese contexto, algunos autores señalan como responsable del performance gap al efecto rebote, explicado anteriormente. Otros, introducen el concepto de *Hábitos de ahorro energético*³⁴ como responsables de la brecha en el consumo de los hogares, englobando a las acciones diarias como ser el cierre de ventanas, apagar las luces que no se usan, implementación de termostatos, etc. Esta corriente de autores concluye que el efecto de las inversiones en eficiencia es anulado por las costumbres del hogar, como por ejemplo, mantener ventanas abiertas en días cálidos, invalidando el efecto del aislamiento de paredes y techos. La metodología elegida por los autores es comparar el consumo de energía de las viviendas en Francia similares en composición y etiqueta de eficiencia energética, salvo por los hábitos de ahorro del jefe del hogar. No arriban a diferencias en la energía consumida, concluyendo que los hábitos de ahorro del jefe/a de hogar no compensa la intensidad energética del patrón de comportamiento del resto de los habitantes y se anulan los efectos. Se basan en los datos de la encuesta PHEBUS para 2012 (Performances of Housing, Energy Equipment, Needs and Uses of Energy Survey). Entre sus sugerencias para cerrar la brecha de desempeño, apuntan a políticas dirigidas a cambiar el comportamiento de todos los habitantes del hogar. Entre los desafíos se encuentra lograr captar a través de encuestas el comportamiento de todos los integrantes del hogar.

Otro de los estudios que utiliza PHEBUS es el de **Belaid y Garcia (2016)** que busca los factores que inciden en el *comportamiento de ahorro energético del hogar* y definen 5 variables que aportan al ahorro energético: precios de la energía, ingresos, educación, edad y la performance energética de la vivienda. Por otra parte, analizan variables como el estatus social, el nivel educativo, la conciencia ambiental de los integrantes, y la presencia de menores como factores que inciden en las decisiones de ahorro. Señalan que más allá de promover tecnologías eficientes y nuevas fuentes de generación de energía, focalizar en el comportamiento de los habitantes del hogar aparece como la línea de acción más prometedora. De esta manera, posiciona al *comportamiento energético* como el elemento faltante más primordial en el vínculo entre el progreso tecnológico y el consumo energético residencial.

³⁴ Presencia de termostato, cerrar habitaciones que no se usan, ventanas cuando la calefacción está prendida, cargar todo o mitad el lavarropas, mantenimiento del equipamiento, etc.

Por su parte, **Belaid (2017)** realiza un modelo tipo Bottom-up también basado en la información de PHEBUS 2012 para determinar el efecto total, directo e indirecto de hogares y viviendas en el consumo energético. El objetivo es diferenciar el efecto de las características de la vivienda, de sus habitantes, del factor climático y del comportamiento de las familias en la demanda de energía. El autor señala que si se considera el efecto indirecto del comportamiento de sus habitantes sobre el uso final de la energía a través de sus elecciones, el impacto total de las características del hogar casi que emparda a la relevancia de estructura de la vivienda. Muestran que un considerable número de estudios sobre los usos energéticos del sector residencial, aún cuando incorporan información de eficiencia energética de la vivienda y el stock de equipos, subestiman el rol del comportamiento de los hogares, en la mayoría de los casos por falta de información o por los elevados costos de disponer de ella de forma desagregada.

Otros autores apuntan a la dificultad que implica realizar políticas energéticas basadas en programas de eficiencia energética y sus indicadores de resultados. **Velasco-Fernandez et al. (2020)** argumentan que el concepto de eficiencia es ambiguo y de difícil implementación. A nivel macroeconómico, la agregación de datos para generar ratios como ser un indicador de intensidad energética, va en detrimento de su rigurosidad. Como alternativa, proponen utilizar el concepto de “*performance energética*” que incorpora dimensiones cualitativas.

H.2 Modelo de demanda de energía eléctrica residencial con equipamiento

Por todo lo señalado, capturar los determinantes de la demanda eléctrica del hogar vinculados a su equipamiento y eficiencia, y al comportamiento de los residentes de la vivienda no resulta factible. Como alternativa, se incorporará información sobre la tenencia de equipamiento de los hogares al modelo de demanda eléctrica desarrollado en la **Sección G**, tanto para 2012/3 como para 2017/8. El objetivo es poder realizar una primera aproximación a las implicancias que tienen los equipos sobre las decisiones de consumo de los hogares.

Para ambos períodos, a las regresiones tanto de MCO como cuantílicas de la **Sección G**, se les sumó como variables *dummies* los equipos que señalaron los hogares con posesión. Los cuadros correspondientes a 2012 se presentan como **Anexo III.C**

A modo de resumen para dicho año, entre los equipos que más incidencia imprimen en los cuantiles bajos de consumo se encuentran las heladeras con freezer, lavarropas automático, Aire acondicionado y televisores, que presentan diferencias significativas respecto a la estimación por MCO promedio. En cambio, existe otro grupo de equipos que tienen un

comportamiento relativamente estable para todos los niveles de consumo. Entre ellos está el Termotanque, la cocina a gas y la computadora. Las dos primeras, se vinculan a cubrir necesidades básicas de los hogares en materia de calentamiento de agua y cocción, y por ende presentan menor variabilidad entre segmentos de demanda, mientras que la computadora no aporta niveles adicionales de consumo significativos.

Así, si se realizara una política de eficiencia energética para los años 2012/3, por ejemplo, a través del recambio de heladeras o lavarropas automáticos, los mejores resultados se encontrarían focalizándose en los segmentos de menores consumos, para obtener mayores ahorros teóricos por parte de los hogares. En cambio, mejorar la eficiencia de las cocinas a gas o termotanques podría ser una política transversal a todos los hogares por tener un impacto similar en los segmentos de consumo bajos y altos.

Por otro lado, si se tuviera que priorizar por qué electro/gasodomésticos comenzar a actuar, sin dudas los Aires acondicionados y las Heladeras con freezer deberían ser elegidos por sobre otras alternativas (como lavarropas o estufas o cocinas a gas), por ser los de mayor incremento de consumo reflejan ante la compra una unidad adicional en el hogar.

Para 2017/8, si bien la función de demanda anterior daba cuenta respecto de algunos equipos, como ser el aire acondicionado o el uso de combustibles para cocinar o calefaccionar (gas o electricidad), el Módulo energético en 2018 aporta información adicional respecto a los equipos por usos finales de energía. Por ende, se diseñaron un conjunto de variables *dummies* que buscan reflejar si los hogares cuentan con al menos uno de dichos equipos y cuantificar su aporte a la demanda eléctrica. Para reflejar los 8 usos energéticos se considerará:

Cuadro 16: equipamiento por uso energético en el modelo de demanda eléctrica residencial

Cocción	Cocina/Horno a gas	Igual a 1 cuando el hogar tiene al menos una Cocina u Horno a gas
	Horno eléctrico	Igual a 1 cuando el hogar tiene al menos un Horno eléctrico
	Microondas	Igual a 1 cuando el hogar tiene al menos un Microondas
Conservación alimentos	Heladera con freezer	Igual a 1 cuando el hogar tiene al menos una Heladera con freezer
	Heladera sin freezer	Igual a 1 cuando el hogar tiene al menos una Heladera sin freezer
Calefacción	Estufa a gas sin TB	Igual a 1 cuando el hogar tiene al menos una Estufa a gas sin tiro balanceado
	Estufa con TB	Igual a 1 cuando el hogar tiene al menos una Estufa a gas con tiro balanceado
	Estufa eléctrica	Igual a 1 cuando el hogar tiene al menos una Estufa eléctrica
	Estufa garrafa	Igual a 1 cuando el hogar tiene al menos una Estufa a garrafa

	Split calefacción <2600 cal	Igual a 1 cuando el hogar tiene al menos un Split calefacción <2600 calorías
	Split Calefacción >2600 cal	Igual a 1 cuando el hogar tiene al menos un Split calefacción >2600 calorías
ACS	Calefón a gas con piloto a.	Igual a 1 cuando el hogar tiene al menos un Calefón a gas con piloto automático
	Termotanque a gas	Igual a 1 cuando el hogar tiene al menos un Termotanque a gas
	Termotanque eléctrico	Igual a 1 cuando el hogar tiene al menos un Termotanque eléctrico
Lavado de ropa	Lavarropas automático	Igual a 1 cuando el hogar tiene al menos un Lavarropas automático
Refrigeración	Split refrig. < 2600 frig.	Igual a 1 cuando el hogar tiene al menos un Split para refrigeración < 2600 frigorías
	Split refrig. > 2600 frig.	Igual a 1 cuando el hogar tiene al menos un Split para refrigeración > 2600 frigorías
Iluminación	Iluminación eficiente ³⁵	Igual a 1 cuando el hogar tiene Iluminación eficiente
Otros	PC	Igual a 1 cuando el hogar tiene al menos una Computadora
	TV	Igual a 1 cuando el hogar tiene al menos una TV Led/LCD

Fuente: Elaboración propia en base a ENGHO 2017/8

En ese marco, se avanzará en un análisis de regresión cuantílica para evaluar la relevancia de los equipos como determinantes de la demanda de energía eléctrica residencial, en cada uno de los cuantiles de consumo modelados. Ello permitirá conocer en mayor detalle cómo cambian a través de la distribución del consumo condicionada, los impactos individuales de la canasta de electro/gasodomésticos del hogar. A diferencia del período anterior, en donde la encuesta simplemente informaba si el hogar tenía determinado equipo o no, aquí también se dispone de la cantidad de equipos con los que cuenta el hogar, y una mayor cobertura por uso. A continuación, se presenta un cuadro que resume la modelización tradicional, basado en el promedio de la muestra a través de MCO y un mayor detalle de los valores que toman las variables explicativas en la regresión cuantílica.

Cuadro 17: Estimación de la demanda eléctrica bimestral del hogar, con información del equipamiento eléctrico. Regresión cuantílica y MCO

Variable	MCO	Q.25	Q.50	Q.75
Log gasto bimestral	0.1953***	0.1896***	0.1831***	0.1720***
Miembros activos	0.0849***	0.0922***	0.0899***	0.0778***
menor14	0.0667***	0.0717***	0.0684***	0.0615***
mayor65	0.0008	0.0048	-0.0028	0.0129
Edad jefe hogar	0.0415***	0.0477***	0.0508***	0.0357***

³⁵ Se definió una variable ad-hoc de iluminación eficiente. La misma toma el valor de 1 si los hogares no cuentan con lámparas halógenas, tubo o incandescentes

Casa		0.3124***	0.3041***	0.3018***	0.2887***
Paredextprecaria		0.0393	0.0749	0.0055	0.0319
Pampeana		0.2264***	0.3636***	0.2581***	0.0947***
NOA		0.3323***	0.3990***	0.3249***	0.2626***
NEA		0.3243***	0.3644***	0.3199***	0.2645***
Cuyo		0.3269***	0.3497***	0.2629***	0.2196***
Patagónica		0.4670***	0.4585***	0.4804***	0.4368***
Log Precio		-0.6228***	-0.6703***	-0.6896***	-0.6348***
Cocción	Cocina/Horno a gas	0.0903*	0.1233**	-0.0198	0.0885*
	Horno eléctrico	0.0149	0.021	0.0093	-0.0043
	Microondas	0.0584***	0.0841***	0.0578***	0.0367*
Conservación alimentos	Heladera con freezer	0.0402	0.0252	0.0279	0.0416
	Heladera sin freezer	-0.0339	-0.0781*	-0.0431	-0.0101
Calefacción	Estufa a gas sin TB	-0.0760***	-0.0735**	-0.0791***	-0.0793***
	Estufa con TB	-0.0734***	-0.0416	-0.1015***	-0.0959***
	Estufa eléctrica	0.0006	-0.0061	0.0074	0.0016
	Estufa garrafa	-0.0271	-0.0215	-0.0388	-0.0044
	Split calef. < 2600 cal	-0.012	0.0181	0.0001	0.0207
	Split Calef. > 2600 cal	-0.012	-0.0136	0.0215	0.0071
ACS	Calefón a gas con piloto a.	-0.0842***	-0.0775**	-0.0995***	-0.1056***
	Termotanque a gas	-0.0085	0.0131	-0.0146	-0.0324
	Termotanque eléctrico	0.1597***	0.1831***	0.1784***	0.1316***
Lavado de ropa	Lavarropas automático	0.1017***	0.1167***	0.0881***	0.0869***
Refrigeración	Split refrig. < 2600 frig.	0.1679***	0.1577***	0.1354***	0.1572***
	Split refrig. > 2600 frig.	0.1754***	0.1517***	0.1368***	0.1785***
Iluminación	Iluminación eficiente	-0.0198	-0.0477	-0.0424	-0.0335
Otros	PC	0.0738***	0.1067***	0.0677***	0.0338*
	TV	0.0857***	0.0923***	0.0757***	0.0664***
	Constante	3.5742***	3.1004***	3.9839***	4.5762***
N		19097			
r2		0.1979			

Significatividad: * p<0,05; ** p<0,01; *** p<0,001

Fuente: ENGHO 2017/8

La descripción detallada de los regresores que caracterizan a los habitantes y a la estructura del hogar ya fueron analizados en la **Sección G**; consecuentemente, salvo lo relativo a la elasticidad ingreso o precio de la demanda, la presente sección se focalizará en describir únicamente la incidencia de los equipos sobre la demanda eléctrica del hogar. Para comenzar, la elasticidad ingreso, al igual de lo que sucede en 2012/3, disminuye respecto a la estimación de MCO sin incorporar el equipamiento (Ver Cuadro 12), al quitar el efecto indirecto de los equipos sobre la demanda energética, incorporado en el ingreso de los

hogares. En cambio, la elasticidad precio aumenta levemente³⁶, lo que podría reflejar que controlando la demanda eléctrica por el equipamiento, que constituye la variable stock en el corto plazo, los hogares se vuelven más sensibles a variaciones en las tarifas eléctricas.

Respecto a las variables *vinculadas con equipamiento*, las *Heladeras con Freezer*, *Iluminación* y *Cocina a gas* si bien tienen los signos esperados, no son estadísticamente significativas. Uno de los argumentos es que son equipos pertenecen al consumo base de los hogares, y que por ende no agregan información estadística a la ecuación³⁷.

Entre los equipos con mayor incidencia en el consumo, se encuentran los *Split para refrigerar*, el *Termotanque eléctrico*, en general asociado a zonas donde no es accesible el gas natural, y el *Lavarropas automático* con aportes que van en promedio entre 17% y 10%. El elevado impacto del *Aire acondicionado* en los consumos es señalado por numerosos estudios a nivel internacional desde hace más de una década; y si bien la eficiencia energética ha realizado avances en disminuir su consumo específico, aún sigue siendo de los equipos más determinantes a nivel residencial en los países/regiones con climas templados a cálidos³⁸. Como contraparte, se encuentran los equipos a gas que traccionan en dirección contraria en la demanda eléctrica, aliviando su intensidad. Ellos son las *Estufas a gas con y sin tiro balanceado*, que reducen la demanda de electricidad en un 7% y el *Calefón a gas con piloto automático*, en un 8%.

Pasando al análisis por cuantiles del consumo eléctrico, el Grafico 21 compara el estimador que arroja la media muestral a través de la estimación de MCO respecto a los valores que toma en los extremos de la muestra modelada. En términos generales, se observa que a medida que los hogares son más intensivos en consumo en función del modelo estimado, el impacto individual de los equipos disminuye.

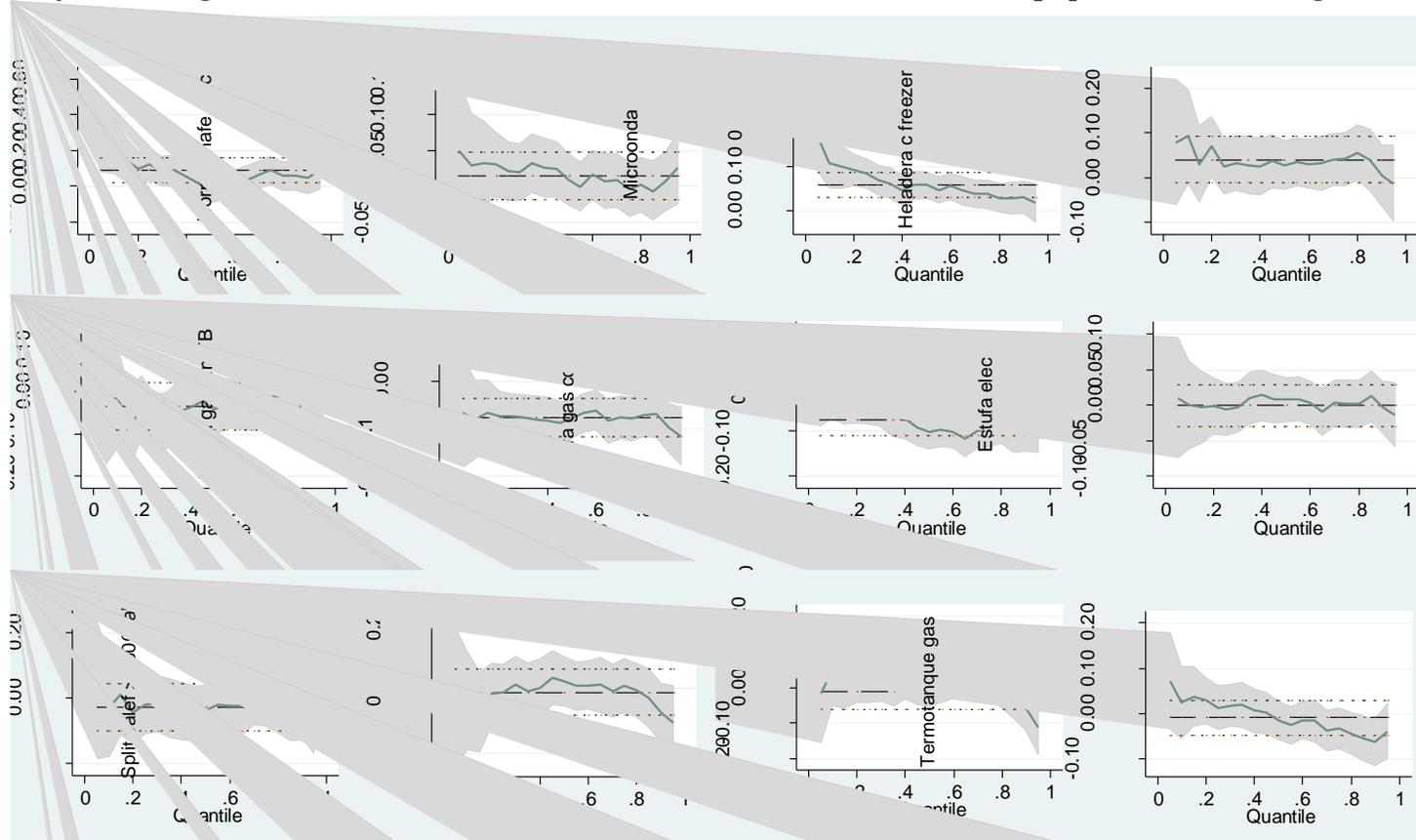
Comenzando por los equipos para **Cocción**, cocina/horno a gas presenta un valor diferente al de las regresiones anteriores, en este caso con un signo contrario al esperado. El análisis cuantílico no aporta información relevante respecto a la media condicional del estimador de MCO, lo que significa que el aporte es similar para todos los niveles de consumo residencial. Incluso, en algunos cuantiles el regresor aparece como no significativo.

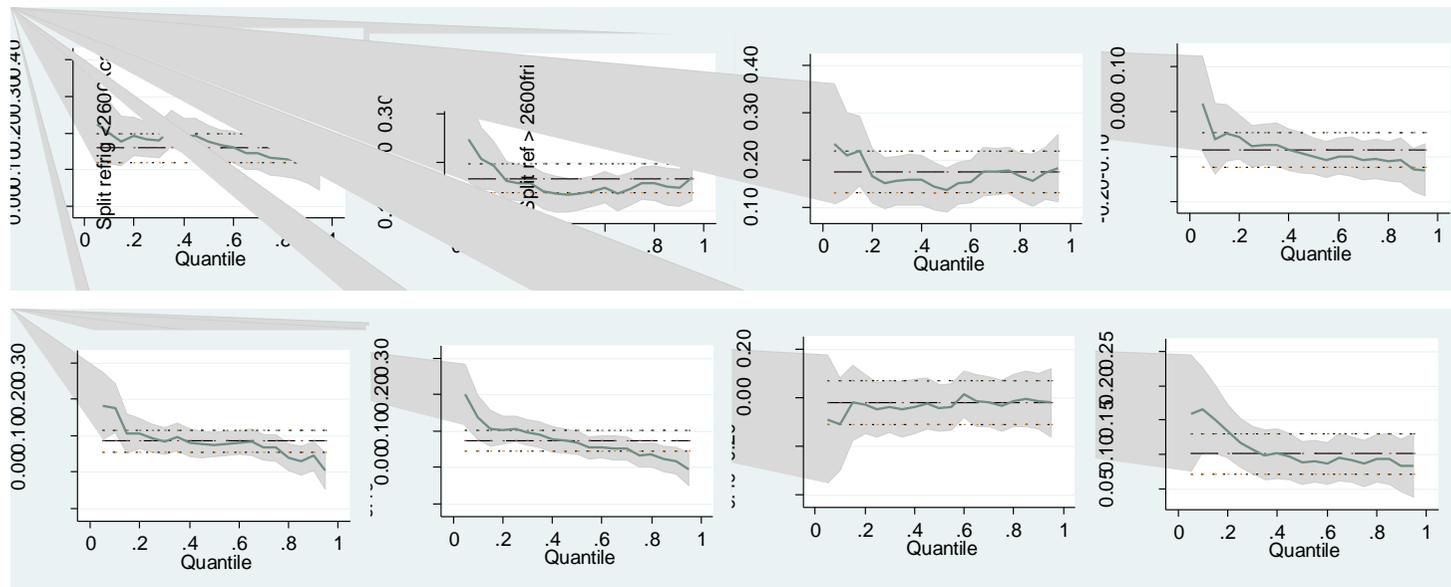
³⁶ Reiss y White (2001) basado en Encuesta del Consumo de Energía residencial (RECS) llevada a cabo para 1993 y 1997, muestran un aumento de la elasticidad precio de los hogares luego de controlar por la tenencia de AA y calefacción con electricidad.

³⁷ En Reiss y White(2001) presentan la misma conclusión ante dichas variables no significativas en simulación.

³⁸ Similar situación se desarrolla en países europeos y algunas regiones de Estados Unidos con la calefacción.

Gráfico 21: Regresión cuantílica de la demanda eléctrica residencial 2017/8. Equipamiento de los hogares





Fuente: Elaboración propia en base a ENGH0 2017/8

Ello se condice con los señalado más arriba que es una variable que está incorporada en el consumo base de los hogares y que por ende no aporta información adicional. Los *Hornos eléctricos* tampoco son estadísticamente significativos, aunque se comporta de manera esperada, con mayor incidencia sobre los cuantiles bajos del consumo; la regresión cuantílica es significativa para *Microondas* en particular para los menores consumos, llegando a aportar un 16% a la demanda eléctrica, valor que supera ampliamente al 5% arrojado el promedio de la muestra.

Para **Conservación de alimentos**, ninguna de las variables es significativa estadísticamente bajo ninguno de los métodos de estimación. Las razones podrían hallarse en lo señalado anteriormente, que se encuentran dentro de la canasta de consumo base y no aportan información adicional en la regresión.

En materia de **Calefacción**, las *estufas a gas* muestran un ahorro en el consumo energético del 7% en promedio, el cual, para el caso de estufas sin tiro balanceado, permanece relativamente estable a para todos los niveles de demanda modelada, mientras que las estufas con tiro balanceado el regresor muestra un aumento en el ahorro energético a medida que nos desplazamos hacia los cuantiles más elevados del consumo eléctrico. Ello podría direccionar medidas de eficiencia energética, a través del recambio de equipos en segmentos de mayores niveles de consumo obteniendo mayores impactos sobre la demanda total de energía final. En lo que refiere al uso de electricidad para calefaccionarse, las variables no aportan información relevante a la ecuación de demanda, aunque tienen los signos esperados. Uno de los motivos puede estar vinculado a que la presencia de AA en general se identificó en zonas cálidas, mientras que en zonas frías el energético difundido para calefacción es gas (Ver **Sección E**). En ese marco, si bien se releva la presencia del Split, su uso mayoritario está asociado a la refrigeración del hogar.

Para **Calentamiento de Agua Sanitaria**, *Calefón a gas con Piloto automático* aporta un ahorro eléctrico del 8% en promedio, el cual se incrementa con mayores niveles de consumo del modelo. Por su parte, el *Termotanque eléctrico* es uno de los equipos que más aporta al consumo eléctrico, promediando el incremento en un 16% ante una unidad adicional del mismo. En general su tenencia está vinculada a áreas sin acceso al gas natural, y con hogares de menores ingresos. Para los primeros cuantiles, el impacto que arroja el modelo es mayor (22%), ante la imposibilidad de contar con sustitutos asequibles como el GN.

El **Lavarropas** automático es otro de los equipos que es relevante para explicar la demanda eléctrica del hogar, teniendo un impacto regresivo en la función de demanda estimada, con

mayor preponderancia en los segmentos de menores consumos (15%), respecto a la media condicional de la población (10%).

En lo que refiere a **Refrigeración**, la relevancia de los Split es un tópico extensamente abordado en el trabajo y en el *racconto* de trabajos similares en la materia y al igual que el lavarropas, tienen un menor impacto en los hogares más intensivos energéticamente.

Por el lado de **Iluminación**, se construyó una variable *dummy* que lo que busca es reflejar aquellos hogares que cuentan con un determinado umbral de luminarias consideradas como eficientes. Así, la variable toma el valor igual a 1 si los hogares *no* cuentan con lámparas halógenas, tubo o incandescentes y cero en caso contrario. Si bien no es factible arribar a una relación unívoca entre el consumo y la eficiencia en la iluminación, al menos busca limpiar el impacto de luminarias más antiguas sobre el nivel de demanda eléctrica. Aún cuando estadísticamente los regresores no son significativos, en todos los casos es posible observar que existe una relación negativa con el consumo, lo que lo posicionaría como una fuente de ahorro energético de las familias. Los valores de los regresores cuantílicos muestran que los mayores ahorros se dan en los segmentos de menores consumos (-11%), lo que conlleva a pensar que una política de recambio de luminarias podría tener mayor efecto en este segmento respecto al resto de los hogares. Luego del cuantil 0.2, en promedio, la política tiene los mismos resultados sobre cualquier nivel de la demanda eléctrica residencial.

Por último, dentro de **Otros usos** se encuentran los Televisores y las Computadoras, ambos significativos y aportantes al consumo residencial eléctrico, en un 8,5% y 7% según el promedio muestral, respectivamente. Ambos tienen un mayor impacto en los cuantiles regresados de consumos reducidos, transformándose en irrelevantes en los de mayores demandas.

Comparativamente entre 2012/3 y el último relevamiento, el equipo que lidera la incidencia en el consumo sigue siendo el Aire Acondicionado para refrigerar, aunque su impacto pasa de incrementar la demanda en un 22% en 2012/3 a valores cercanos del 17% en 2017/8; aun cuando su presencia en hogares se incrementa de 36% a 55%³⁹. Por otra parte, el impacto de los televisores sobre la demanda eléctrica promedio del país disminuyó notablemente (de un 17% a un 8,5%), aunque no lo hizo su cobertura a nivel nacional (su presencia en los

³⁹ Hang (2015) encuentra una tendencia similar en el comportamiento de Aires Acondicionados para Taiwan, en donde entre 1981 y 2011 el efecto marginal sobre el consumo decae. Lo mismo afirma la Encuesta de consumo eléctrico residencial (REC en inglés) de EEUU, pasando de representar el 58% del consumo del hogar en 1993 al 48% en 2009. Las causas son halladas en mejoras de eficiencia energética de los equipos y aislación de los hogares.

hogares en ambos años excede el 95% de los casos). Lo mismo sucede con otros equipos como Lavarropas automático que pasó de aportar al consumo un 12% a un 10%, manteniéndose en promedio la cantidad de hogares entre encuestas que tienen al menos uno (65%-68%) y similar al caso de los Microondas, pasando de incrementar la demanda eléctrica un 7% en 2012/3 a 5% en 2018.

Todos estos ejemplos señalan que, si bien no es posible incorporar de manera explícita información sobre la eficiencia o los cambios tecnológicos sucedidos entre ambos períodos, la regresión explícita que individualmente, en promedio, los consumos específicos de los equipos han mejorado en materia de requerimiento energético de la vivienda, al disminuir su impacto sobre la demanda final residencial. Dicha conclusión incluso, es habiendo controlado las regresiones por variables socioeconómicas (ingreso, edad del jefe del hogar, educación, precio de la energía eléctrica), estructurales de la vivienda (estructura de las paredes, y otras variables como cantidad de habitaciones o materiales de techos y pisos que por ser siempre no significativas fueron quitadas de las regresiones), y de localización de las familias, todas relevantes al momento de definir la ecuación de demanda eléctrica residencial.

Los resultados este análisis aportan al hacedor de política desde distintos aspectos. Primero, es factible individualizar la relevancia de los equipos como determinantes del consumo eléctrico, hasta el momento implícitamente incorporados en la variable ingreso de los hogares. Luego, es importante notar que hay cierta dispersión en su aporte, tanto entre sí, como por la necesidad que cubren y el segmento de consumo en el que se encuentran. Así, el análisis de regresión cuantílica aporta a visualizar cuáles son los espacios de políticas de eficiencia energética sobre los cuales es probable que existan resultados más fructíferos dentro del amplio espectro de consumidores residenciales.

A modo de ejemplo, no deben esperarse los mismos resultados de un recambio de luminarias en términos de ahorros en kwh acumulado para un determinado período, si se focaliza en segmentos de bajo consumo, respecto a los de altos niveles de demanda de electricidad.

En función de los resultados arrojados por la ENGHO 2017/8 políticas de mejoras de eficiencia o recambios de equipos como Heladeras, Termotanques eléctricos, Split de refrigeración, Iluminación y Lavarropas deberían concentrarse en hogares de bajos consumos, por tener mayores impactos unitarios sobre los hogares.

De manera opuesta, los recambios que mejoran la eficiencia de equipos que utilizan como fuente energética el gas, reconociéndolos como sustitutos de la electricidad para el mismo uso final, como ser Estufas de tiro Balanceado, Termotanques y Calefones a gas o incluso

Estufas eléctricas deberían focalizarse sobre los segmentos de mayores consumos, por mostrar impactos elevados en el ahorro de energía eléctrica. Sin embargo, para tener un diagnóstico completo sobre el efecto total en la demanda energética del hogar debería incorporarse el impacto de incrementar el consumo de estos equipos sobre la demanda de gas de los hogares. Asimismo, deberían considerarse medidas más complejas para impactar en los hogares de altos consumos, pero sin acceso al gas natural.

I. Conclusiones

El presente trabajo tiene como objetivo identificar los determinantes de la demanda eléctrica residencial en Argentina incorporando como variable innovadora el equipamiento del hogar. Se profundizan y actualizan antecedentes en la materia, al trabajar con bases de datos a nivel país, permitir un análisis comparativo para los períodos 2012/3 y 2017/8 bajo un mismo abordaje metodológico y sumar a la estimación realizada por MCO, el análisis de regresión cuantílica de la función de demanda eléctrica con equipamiento. La investigación contribuye al debate sobre la política tarifaria vigente, el direccionamiento de los subsidios energéticos y cómo cambios en dichas variables afectan a los hogares en el corto plazo. Para el mediano/largo plazo, cómo políticas de eficiencia energética y otras direccionadas a incidir sobre las características habitacionales de los hogares podrían ser relevantes para influir en la demanda de electricidad, encontrando una tercera vía a la dicotomía entre tarifas congeladas y grandes aumentos de precios.

El modelo se basa en información de la ENGH0 e incorpora como variables explicativas información *socioeconómica* (edad, género, nivel educativo), *características habitacionales de la vivienda* (casa o departamento, estructura de las paredes, acceso a GN, cantidad de habitaciones), *regiones* de residencia, los *precios de la electricidad* y el *ingreso* de las familias (utilizando como proxy la variable gasto). Encuentra que elasticidad ingreso y precio del consumo eléctrico del hogar para ambos períodos son inelásticas, aunque sufren un pequeño incremento en 2018 (de 0,20% a 0,23% para el primer caso y de -0,52% a -0,59% para el segundo caso) lo que muestra a la energía como un bien básico y necesario. Entre los principales aportes resalta la focalización de las conclusiones y la posibilidad de transformarlas en insumos de intervención política. Entre ellas, una premisa hallada es que los deciles de menores ingresos se encuentran restringidos energéticamente y que aumentos en los ingresos se traducen en incrementos en consumo más elevados que el resto de la población. Otra, es que la elasticidad precio es mayor en ellos, independientemente del

segmento de consumo en donde se hallen, y disminuye al pasar a hogares más ricos e intensivos en consumos, arrojando dos conclusiones: primero, que incrementos tarifarios tienen mayor impacto en hogares más rezagados, afectado de lleno su poder adquisitivo ya que enfrentan un umbral de consumo mínimo que no pueden disminuir; segundo, que las políticas de aumentos de precio sobre los hogares de mayores consumos e ingresos son poco efectivas si lo que se pretende es que sea un canal para reducir su consumo eléctrico.

Por ende, si bien programas de focalización tarifaria tienen elevados costos de implementación y podrían adolecer de errores de exclusión, podrían ser el camino correcto si son complementados con políticas de eficiencia energética direccionadas, propuestas en el presente trabajo. Para ello, se incorpora el equipamiento del hogar al análisis a través de una regresión cuantílica de la función de demanda, dividiendo los consumos de los hogares en cuantiles condicionados, permitiendo ver cómo cambian las variables explicativas a lo largo de todo el espectro de demanda del hogar modelado. Reconociendo a la canasta de equipamiento del hogar como condicionante sobre cómo se adaptan los hogares ante cambios del contexto (precio o ingreso), se proponen diferentes vectores de eficiencia energética que podrían aminorar los impactos de una reforma tarifaria sobre el consumo residencial. Así, políticas de mejoras de eficiencia o recambios de equipos como Heladeras, Termotanques eléctricos, Split de refrigeración, Iluminación y Lavarropas deberían concentrarse en los hogares de bajos consumos del modelo, por tener mayores impactos unitarios sobre su demanda. De manera opuesta, los recambios que mejoran la eficiencia de equipos que utilizan como fuente energética el gas, reconociéndolos como sustitutos de la electricidad para el mismo uso final, como ser Estufas de tiro Balanceado, Termotanques y Calefones a gas o incluso Estufas eléctricas deberían focalizarse sobre los segmentos de mayores consumos modelados, por mostrar impactos elevados en el ahorro de energía eléctrica. Por su parte, incorporar las diferencias existentes en la composición del parque de equipos de las familias en función de deciles de ingreso, región donde residen y antigüedad es otro de los aportes en materia de focalización de política.

Si bien el trabajo muestra algunas posibles líneas de acción, la realidad es que entender y por lo tanto lograr incidir sobre la demanda eléctrica residencial a través de medidas de eficiencia energética es, por el momento, un área de estudio que requiere de muchos avances. En los últimos años, *el comportamiento de los habitantes* de la vivienda se tornó en un factor crucial al momento de analizar los consumos residenciales. Hogares de similares características muestran resultados muy disimiles ante la incorporación de medidas de eficiencia. En ese marco, el módulo energético de la ENGHO 2017/8 es un buen comienzo

en *pos* de conocer la canasta de consumo de energía de las familias, pero aún se requiere de avances adicionales significativos en materia de disponibilidad de información que permita diagramar políticas acordes a los desafíos del sector eléctrico. Incorporar al equipamiento de los hogares como una variable más de política energética y profundizar en la educación de la población sobre el uso racional de la energía son dos de las premisas del trabajo orientadas a encauzar su evolución hacia un sendero sostenible. Sin embargo, también se requiere avanzar en relevamientos más profundos sobre el comportamiento de las familias, con mediciones *in situ* y con encuestas que consulten sobre las preferencias y hábitos, si lo que se pretende es lograr un sistema energético a la altura de los desafíos que la transición energética conlleva. A nivel internacional, se espera que a 2040 el sector residencial sea el responsable del 30 -35% de la demanda energética total. Con él, se prevé un incremento de la variabilidad de la curva de demanda resultado de la densificación de la tenencia de equipos en los hogares y de las nuevas tendencias a incorporarse al sistema (electrificación de los usos finales de energía, electromovilidad, generación distribuida, almacenamiento y sistemas off grid, redes inteligentes, entre otros).

En este contexto, la situación actual del sistema energético nacional y las tendencias globales sobre su evolución futura requieren de herramientas lo más amplias posibles: por un lado, un esquema tarifario focalizado no en segmentos de consumo, sino en tipos de hogares (según características socioeconómicas, regionales, y hábitos de consumo). Para ello, profundizar la información disponible es una condición *sine quan non*. Por otro, bregar por una matriz de oferta eléctrica lo más diversa posible, con capacidad para dar respuesta a la menor previsibilidad de la curva de demanda intradiaria. Por último, en relación a la demanda, reconocer a la eficiencia energética como un canal válido para diseñar los mayores esfuerzos por generar un patrón de consumo eficiente que recargue al sistema el menor costo posible, en materia de infraestructura y subsidios asociados. Sobre todo, en un contexto con márgenes de política acotados, resultado de que el 40% de la población gasta más del 10% de su canasta de consumo en energía.

ANEXO I

A. Precios de energía provinciales deflactados

El siguiente cuadro muestra el precio de la mediana de consumo del país (\$/Kwh) para cada provincia en pesos, deflactado por el IPC base diciembre 2016=100

Provincia	Precio 2017/8 de la mediana de consumo kwh/bim deflactado dic2016=100	Precio 2012/3 de la mediana de consumo kwh/bim deflactado dic2016=100	Variación interanual
CABA	0,34	1,97	483%
Sgo del Estero	1,61	2,36	289%
San Luis	0,83	2,62	265%
Corrientes	1,76	2,78	260%
Mendoza	0,77	2,23	248%
Entre Ríos	1,15	3,37	246%
Catamarca	1,84	2,81	237%
PBA	0,97	4,68	190%
San Juan	0,97	2,48	181%
Total país	1,37	2,99	169%
La Rioja	1,37	2,73	168%
Jujuy	1,02	3,38	146%
Rio negro	0,64	2,61	134%
Tucumán	0,91	2,68	123%
Chaco	1,78	2,49	116%
Misiones	1,11	1,96	116%
Córdoba	1,87	3,64	107%
Santa Fe	0,88	2,95	93%
Neuquén	0,72	3,34	88%
Chubut	1,53	3,31	80%
Formosa	0,61	1,58	63%
Salta	1,20	2,95	58%
La Pampa	1,11	2,02	47%

Fuente: elaboración propia en base a INDEC, ENGHO y cuadros tarifarios provinciales

B. Cuadros tarifarios usados para cada período

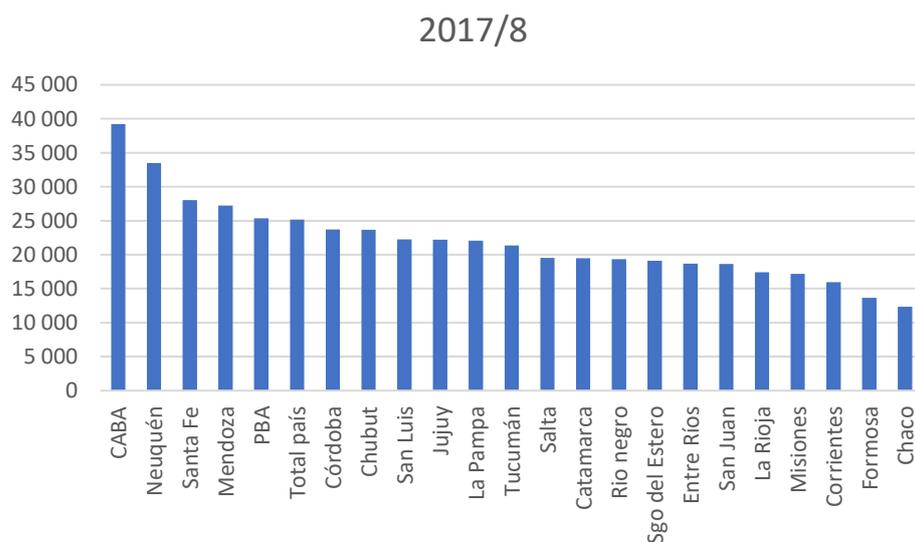
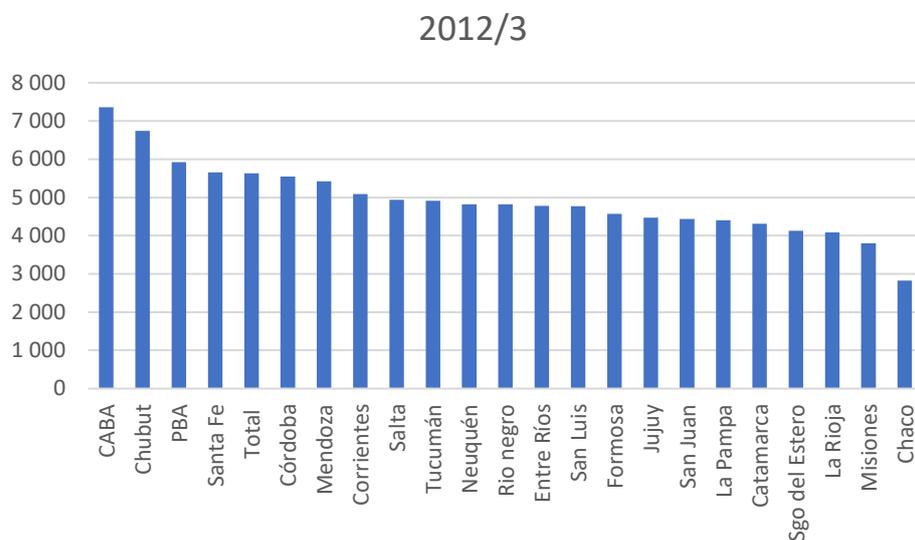
Provincia	Cuadro Tarifario de referencia (vigencia) 2012	Cuadro Tarifario de referencia (vigencia) 2018
Buenos Aires	EDEA - Julio 2012	Edes - Septiembre 2018
Chaco	Abril 2011 - Abril 2013	Agosto 18
Edenor y Edesur	Enero 2012 - Mayo 2012	Edesur - Agosto 18
Catamarca	Junio 11- Noviembre 12	Agosto - Octubre 18
Chubut	Octubre 2011 - Junio 2013	Comodoro Rivadavia - Julio 18
Córdoba	Marzo 2012 - Febrero 2013	Agosto 18

Corrientes	2008	Agosto 18
Entre Ríos	Noviembre 2011 - Enero 2012	Agosto 18
Formosa	Mayo 2011-Julio 2011	Abril 18
Jujuy	Febrero 2012 - abril 2012	Agosto 18
La Pampa	Mayo 2012 - Junio 2012	Febrero 18
La Rioja	Octubre 2011 - Mayo 2012	Agosto 18
Mendoza	Febrero 2012 - Julio 2012	Agosto - Octubre 2018
Misiones	Octubre 2011 - Julio 2012	Octubre 2018
Neuquén	Marzo-12	Agosto 2018
Rio Negro	Feb - Abril 2012	Agosto - Octubre 2018
Salta	Noviembre 2011 - Enero 2012	Julio 2018
San Juan	Feb - Abril 2012	Agosto 2018
San Luis	Noviembre 2011 - Diciembre 2012	Agosto 2018
Santa Fe	Enero 2012 - Febrero 2012	Agosto 2018
Sant Del Estero	Noviembre 2011 -	Agosto 2018
Tucumán	Noviembre 2012 -	Agosto 2018

Fuente: distribuidoras provinciales y municipales.

ANEXO II

Cuadro de gastos totales por Hogar (\$ mensuales).



ANEXO III

A. Equipamiento por región. ENGHO 2017/8

Equipamiento	Uso energético	GBA	Pampeana	NOA	NEA	Cuyo	Patagonia
Anafe a gas	Cocción	38%	31%	18%	24%	16%	37%
Anafe eléctrico		3%	1%	1%	2%	1%	1%
Cocina a gas		60%	68%	80%	74%	83%	63%
Horno a gas		35%	30%	17%	22%	15%	35%
Horno eléctrico		22%	9%	13%	41%	20%	6%
Microondas		50%	46%	30%	16%	49%	53%
Freezer	Conservación de alimentos	10%	9%	13%	21%	12%	15%
Heladera con freezer		88%	80%	84%	84%	83%	86%
Heladera sin freezer		9%	16%	10%	10%	16%	12%
Compacto tipo Ventana	Refrigeración	5%	8%	17%	41%	7%	4%
Sistema de refrigeración centralizado		0%	1%	0%	0%	0%	0%
Split capacidad de refrigeración de más 3KW		15%	12%	12%	11%	15%	2%
Split capacidad de refrigeración hasta 3KW		38%	34%	23%	29%	36%	7%
Ventilador		79%	89%	78%	93%	78%	29%
Calefacción centralizada a gas	Calefacción	2%	2%	1%	0%	1%	2%
Calefacción por losa radiante		3%	0%	0%	0%	0%	1%
Calefacción por radiadores de agua		1%	1%	0%	0%	1%	4%
Estufa / Calefactor a gas con tiro balan		27%	38%	5%	0%	33%	81%
Estufa / Calefactor a gas sin tiro balan		17%	19%	4%	0%	40%	21%
Estufa a garrafa		3%	8%	1%	0%	3%	1%
Estufa a kerosene		0%	0%	0%	0%	0%	0%
Estufa eléctrica (caloventor, radiador,		37%	21%	30%	22%	24%	6%
Hogar/ salamandra a leña		4%	9%	3%	5%	9%	4%
Split capacidad de calefacción de más 3KW		7%	4%	3%	2%	4%	1%
Split capacidad de calefacción hasta 3KW		16%	9%	4%	6%	8%	2%
Agua caliente central		Agua caliente Sanitaria	3%	1%	1%	1%	0%
Agua caliente por caldera individual	1%		1%	1%	0%	0%	1%

Calefón eléctrico		11%	19%	23%	26%	11%	2%
Calefón solar – termotanque solar		0%	0%	0%	0%	0%	1%
Ducha eléctrica		5%	4%	3%	37%	1%	1%
Termotanque a gas		38%	37%	9%	1%	39%	76%
Termotanque eléctrico		12%	8%	14%	19%	10%	3%
Calefón a gas con piloto automático		22%	26%	28%	1%	33%	11%
Calefón a gas sin piloto automático		2%	2%	2%	0%	1%	1%
Lavarropas automático	Lavado de Ropa	70%	70%	50%	48%	81%	79%
Lavarropas semiautomático		15%	19%	32%	37%	10%	10%
Bomba de pozo / cisterna	Otros usos	16%	6%	2%	5%	1%	3%
Computadora de Escritorio		34%	32%	22%	21%	29%	33%
Plancha		58%	58%	68%	74%	79%	78%
Tv LED / LCD		97%	91%	91%	76%	90%	97%
Tv tubo		36%	41%	54%	46%	39%	29%

B. Opciones de indicadores

a) Promedio eficiencia y antigüedad por uso final

Se promedian los valores de las variables eficiencia y antigüedad por uso energético (cocción, refrigeración, etc). Sin embargo, es un indicador distorsivo porque mezcla equipamiento en base a gas o a electricidad, y con equipos que no tienen etiqueta de eficiencia energética (pero si antigüedad). Por ejemplo, en el uso 1: cocción de alimentos, mezcla en el mismo indicador cocinas a gas, microondas y hornos eléctricos.

b) Eficiencia y antigüedad del hogar por energético

Otra alternativa fue separar por energético y promediar la eficiencia y antigüedad del equipamiento del hogar por fuente. Es decir, promediar la eficiencia de los equipos de energía eléctrica, de los que funcionan a gas, kerosene, etc. Mismo con la antigüedad. Nuevamente, se mezcla información de todos los equipos por fuente energética y sin considerar su uso (ej: promedio de heladeras, con TV, con computadoras, con microondas). Respecto a la antigüedad sucede lo mismo, ponderando de la misma manera una TV nueva que una heladera de hace 15 años.

c) Generar un indicador de Eficiencia Energética considerando también la antigüedad

En este caso, se generó un indicador de EE que lo que hace es tomar información del equipamiento primero si el hogar respondió sobre su etiqueta. Es decir, si el hogar respondió

sobre la eficiencia del artículo, ese es el valor que aparece en el indicador. Sin embargo, puede suceder que no haya respuesta o que el equipamiento no tenga etiqueta, con lo cual se toma como indicador la antigüedad del equipamiento, asignando como eficiente si el equipo tiene menos de 5 años, medio si tiene entre 5 y 10 años e ineficiente si tiene más. Cuando el equipamiento no tenga respuesta ni de eficiencia ni de antigüedad, el valor queda en blanco. Como dichos valores están asignados por artículo a nivel hogar, luego se segmentan los análisis, una vez logrado el indicador por hogar. Así, el promedio del indicador es el promedio de eficiencia del hogar, luego, el mismo indicador se puede segmentar por uso o fuente energética. Si bien busca captar la mayor cantidad de información respecto a equipamiento, no es posible obtener una conclusión certera respecto a si el hogar consume de manera eficiente o no (realiza un mix de electro/gaso domésticos que puede anular entre si los impactos)

d) Cantidad de equipamiento

La cantidad de equipos con los que cuenta el hogar podría arrojar un indicio sobre la intensidad energética del mismo. Se determina a nivel hogar un recuento sobre su tenencia de electro/gasodomésticos por uso y energético consumido. Si bien no nos permite obtener información sobre la eficiencia del consumo, permite observar en mayor detalle cuáles son los equipos que inciden más en la demanda eléctrica.

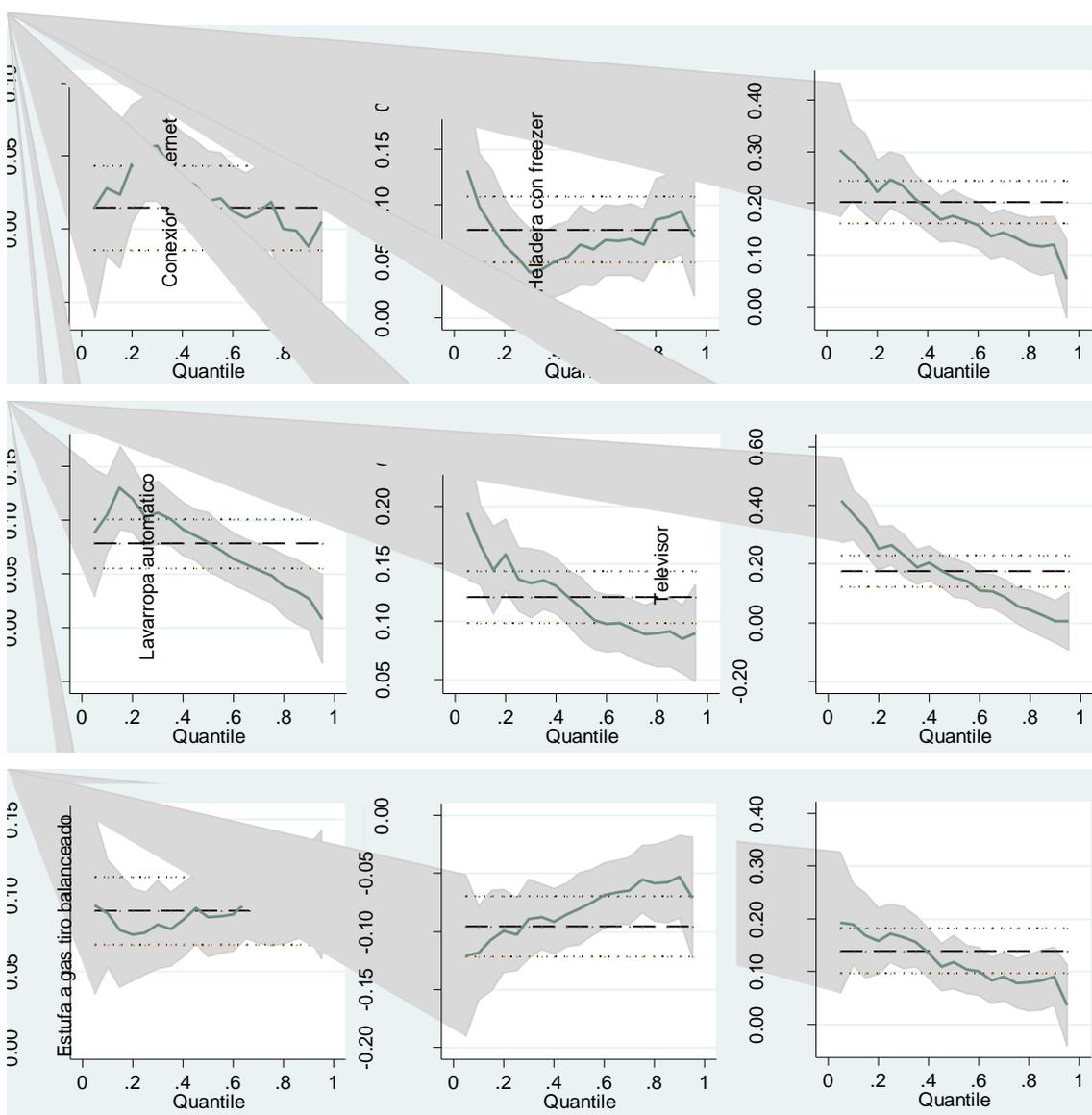
C. Regresión demanda energética del hogar. MCO y regresión cuantílica. ENGHO 2012/3

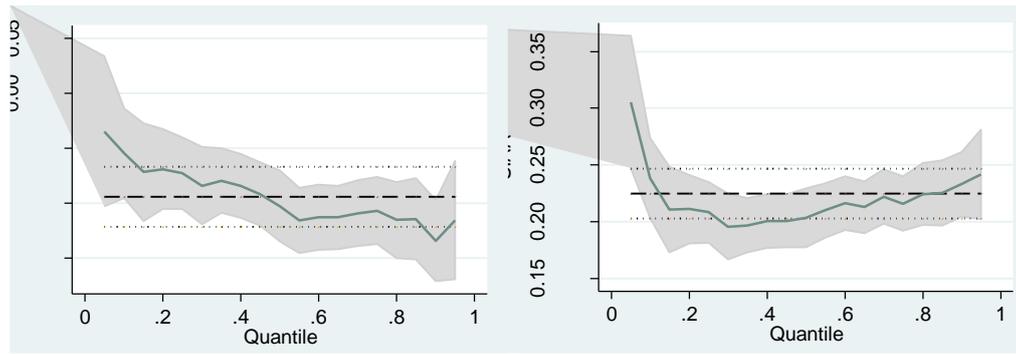
Variable	MCO	Q.25	Q.50	Q.75
Gasto hogar	0.1466***	0.1432***	0.1356***	0.1324***
Miembro adulto	0.0743***	0.0819***	0.0745***	0.0656***
Menor 14 años	0.0321***	0.0322***	0.0385***	0.0402***
Mayor 65 años	0.0671***	0.0841***	0.0592***	0.0536***
Edad del jefe de hogar	0.0022***	0.0012*	0.0026***	0.0026***
Casa	0.1470***	0.1823***	0.1094***	0.0814***
Cocina Gas	-0.0941***	-0.0725***	-0.1025***	-0.1065***
Paredes externas precarias	-0.0103	0.0279	-0.0179	-0.0465
Con AA	0.2250***	0.2083***	0.2034***	0.2160***
Precio	-0.5311***	-0.5813***	-0.5418***	-0.5129***
Pampeana	0.4500***	0.5641***	0.4644***	0.3971***
NOA	0.4976***	0.5651***	0.4795***	0.4565***
NEA	0.5460***	0.6626***	0.5914***	0.5113***
Cuyo	0.4465***	0.4154***	0.4175***	0.4440***
Patagónica	0.3726***	0.3106***	0.4039***	0.5132***
Computadora	0.0143	0.0544**	0.0188	0.0184

Conexión a Internet	0.0784***	0.0536**	0.0646***	0.0646***
Heladera con freezer	0.2029***	0.2460***	0.1763***	0.1319***
Heladera sin freezer	0.1397***	0.1723***	0.1182***	0.0782**
Microondas	0.0784***	0.1026***	0.0798***	0.0484***
Lavarropa automático	0.1211***	0.1368***	0.1112***	0.0889***
Televisor	0.1762***	0.2648***	0.1526***	0.0569
Termotanque	0.0895***	0.0751***	0.0856***	0.0910***
Estufa gas tiro balanceado	-0.0957***	-0.1024***	-0.0809***	-0.0551***
_cons	2.7101***	2.1285***	2.9086***	3.5492***
N	18253			
r2	0.3001			

Fuente: ENGHO 2012/3

Gráfico 1: análisis cuantílico del equipamiento de los hogares. ENGHO 2012/3





Fuente: ENGHO 2012/3

Bibliografía

1. Belaid, F. y Garcia, T. (2016). Understanding the spectrum of residential energy-saving behaviours: French evidence using disaggregated data. *Energy Economics*. Volumen 57, June 2016. Pág. 204-214
2. Charlier, D. y Martinez-Cruz, A. (2020) Do habitual energy saving behaviors of household heads impact energy consumption in their own dwelling? An exploration in the French residential sector. CERE Working Paper 5.
3. Cont, W. (2007). Estructuras tarifarias en los servicios de electricidad para usuarios residenciales. El caso de Provincias argentinas. Documento de trabajo (N°95).FIEL
4. CAMMESA. Informe Mensual y Informe Anual 2019.
5. Delfino, J. y Givogri C. (1979). La Demanda de Electricidad en Argentina. *Revista de Economía y Estadística*, Tercera Época, Vol. 22, No. 1-2-3-4: 1°, 2°, 3° y 4° Trimestre (1979-1980-1981) (Vol. 22-23-24), pp. 49-82. <http://revistas.unc.edu.ar/index.php/REyE/article/view/3737>
6. ENARGAS (2020). Eficiencia en la cocción. ¿Cuáles son los artefactos de cocción más eficientes en Argentina?. <https://www.enargas.gob.ar/secciones/publicaciones/divulgacion-tecnica/pdf/eficiencia-coccion.pdf>
7. Estudio Comparativo de Tarifas de la Energía Eléctrica. Informe N°4. Escuela de Economía y Negocios. UNSAM. Marzo 2013
8. Galindo, L., Aquino Cardona, L., Caballero, K. y Hernández, A. (2014). Elasticidades ingreso y precio de la demanda de electricidad y gasolinas en El Salvador: Análisis con micro-datos. Departamento de investigación Económica y Financiera. Banco Central de Reserva de El Salvador
9. Gerschuni, A. (2013). Elasticidad Ingreso del Consumo de Energía Eléctrica de los Hogares Uruguayos: un abordaje microeconómico
10. Greco, E. (2012). Estructura Tarifaria. Eficiencia económica y equidad distributiva. CEARE.
11. Greco, E., Bertero, R., Lambertini, G. Visintini, A., Vanetta, J. 2008. La Estructura Tarifaria como instrumento de política social. Aplicaciones al Gas y Electricidad. CEARE
12. Gil, S., Gastiarena, M., Fazzini, A., Prieto, R. (2017). Gas vs electricidad: uso de la energía en el sector residencial- Pectrotecnia. Abril 2017
13. González, O., A. Pavas, S. Sánchez (2017). Cuantificación del ahorro de energía eléctrica en clientes residenciales mediante acciones de gestión de demanda. *UIS Ingenierías*, vol. 16, no. 2, pp. 217 – 226. <https://doi.org/10.18273/revuin.v16n2-2017020>.
14. Haas R. 1997. Energy efficiency indicators in the residential sector what do we know and what has to be ensured
15. Hancevic, P., y F. Navajas (2008), “Adaptación tarifaria y tarifa social: simulaciones para gas natural y electricidad en el AMBA”. Documento de trabajo N° 96. FIEL

16. Hancevic, P., y F. Navajas (2015). Consumo residencial de electricidad y Eficiencia energética. Un enfoque de regresión cuantílica. EL TRIMESTRE ECONÓMICO, vol. LXXXII (4), núm. 328, pp. 897-927.
17. Informe Anual. ADEERA. Año 2018
<http://www.adeera.com.ar/newsroom/archivosinformes/ADEERA%20-%20Informe%20Anual%20Demanda%202018.pdf>
18. Koenker, R. y Bassett, G. (1978). Regression Quantiles. *Econometría* Vol 46. N°1
19. Kozak, E. (1991): “Estimaciones de funciones de Engel para electricidad residencial”, *Revista Económica*, Vol. XXXVII, N° 1-2.
20. Lakner C., Lugo, M. Puig, L., SAlinardi, L. y Viveros, M. The incidence of subsidies to residential public services in Argentina: The subsidy syste in 2014 ans some alternatives. CEDLAS. DT N°102
21. Marchionni, Mariana; Sosa-Escudero, Walter; Alejo, Javier (2008): La Incidencia Distributiva del Acceso, Gasto y Consumo de los Servicios Públicos, Documento de Trabajo, No. 67, Universidad Nacional de La Plata, Centro de Estudios Distributivos, Laborales y Sociales (CEDLAS), La Plata
22. Medina, E., Vincencs, J. (2011). Factores determinantes de la demanda eléctrica de los hogares en España: Una aproximación mediante regresión cuantílica. *Asociación Internacional de Economía Aplicada. Estudios de Economía Aplicada*, vol. 29, núm. 2. pp. 515-538
23. Mendieta, A. (2016). Determinantes del consumo eficiente de energía eléctrica en el sector residencial en México. Un enfoque de regresión cuantílica. CIDE
24. Mastronardi, L., Sfeir, A., Sanchez ,s. (2015). La temperatura y su influencia en la demanda de energía eléctrica: Un análisis regional para Argentina usando modelos econométricos. Secretaría de Planeamiento Energético Estratégico, Ministerio de Energía y Minería de la República Argentina.
25. Navajas, F (2008) Engel curves, household characteristics and low-user tariff schemes in natural gas. Fiel y UNLP.
26. Precio mayorista de la energía eléctrica. Marco Legal – Criterios. Procedimientos e Implementación. (2017). Ministerio de energía y Minería de la Nación.
27. Reiss, P y White, M. (2001). Household energy demand, revised. NBER Working Papers Series. WP 8687
28. Somoza Cabrera, J., Álvarez Medero, P. (2013). Herramientas para la Formulación de Política Energética: el Análisis Prospectivo en la Construcción de Escenarios Energéticos y el Uso de Modelos para su Formalización. Fundación Bariloche
29. Tanides, C., Evans J. (2011). Optimización de la demanda energética argentina en la climatización del sector residencial. ASADES

30. Velasco-Fernández, R. Dunlop, T. y Giampietro, M. (2020). Fallacies of energy efficiency indicators: Recognizing the complexity of the metabolic pattern of the economy. *Energy Policy*. Volumen 137
31. Wilson, C., Crane, L. Chryssochoidis, G. (2015). Why do homeowners renovate energy efficiently? *Energy Research & Social Science* 7. Pág 12-22.
32. Zhou, S. Teng, F. (2013). Estimation of urban residential electricity demand in China using household survey data. *Energy Policy* 61. Pág. 394-402