

Documento de Trabajo N° 01-2015/GEE

Metodología para la medición del beneficio potencial del etiquetado de eficiencia energética para el consumidor: Aplicación al caso de aparatos de refrigeración de uso doméstico en el Perú

Gerencia de Estudios Económicos
17 de marzo de 2015

Metodología para la medición del beneficio potencial del etiquetado de eficiencia energética para el consumidor: Aplicación al caso de aparatos de refrigeración de uso doméstico en el Perú

Documento de Discusión elaborado por:
Javier Coronado Saleh – Gerente de Estudios Económicos
Jean Carlos Sánchez Campos – Ejecutivo 2
Roy Napravnick Celi – Profesional en Economía

Este documento fue realizado con el apoyo de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y el Instituto Nacional de Metrología de Alemania (PTB). Particularmente los autores agradecen los valiosos comentarios y aportes técnicos de Jorge Gonçalves, consultor de la PTB.

Este documento fue seleccionado para constituir dos artículos dentro de un próxima publicación (compilado de artículos) que realizarán ambas instituciones, cuyo nombre preliminar es Measuring the impacts of Quality Infrastructure for Energy Efficiency and Renewable Energies Programmes.

Indecopi – Gerencia de Estudios Económicos
Calle de la Prosa 104, San Borja, Lima, Perú.
Teléfono: (51-1) 2247800, anexo 4701.
Website: <http://www.indecopi.gob.pe/>

No está permitida la reproducción parcial o total del contenido de este documento.

Los Documentos de Discusión se enmarcan dentro del rol y funciones asignadas a la Gerencia de Estudios Económicos, mediante Decreto Supremo N° 107-2012-PCM y tienen por objetivo motivar la discusión en el ámbito interno institucional de temas económicos de relevancia nacional en los ámbitos de competencia del Indecopi.

Las opiniones vertidas en el presente documento son responsabilidad de sus autores y no comprometen necesariamente la posición de la Alta Dirección y/o de los Órganos Resolutivos del Indecopi.

Los comentarios o sugerencias pueden ser remitidos al correo electrónico: ctrujillo@indecopi.gob.pe



CONTENIDO

	INTRODUCCIÓN	3
1.	ENFOQUE ECONÓMICO PARA EL ANÁLISIS DE IMPACTO	4
1.1.	REVISIÓN DE LA LITERATURA EMPÍRICA	4
1.2.	EL ETIQUETADO Y LAS FALLAS DE MERCADO	6
1.3.	CALIDAD Y COMPETENCIA: VISIÓN DINÁMICA	9
2.	APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA AL CASO DE REFRIGERADORAS	11
2.1.	IMPLEMENTACIÓN PRÁCTICA DE LA MÉTRICA DE CAMBIO EN EL CONSUMO ENERGÉTICO	11
2.2.	DIFERENCIAL DE CONSUMO ENERGÉTICO Y RESULTADO DE LAS SIMULACIONES	14
	CONCLUSIONES	19
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	21
	ANEXOS	24



INTRODUCCIÓN

En este documento se propone abordar el estudio de impacto de un Reglamento Técnico sobre Etiquetado de Eficiencia Energética (EEE) de bienes duraderos, específicamente productos de la línea blanca del hogar, desde una perspectiva económica. En particular, este estudio se concentra en analizar el caso de aparatos de refrigeración de uso doméstico (refrigeradoras), posiblemente uno de los principales bienes duraderos del conjunto de la línea blanca del hogar.

El aporte de este estudio consiste en proponer una manera sistemática de analizar simulaciones del impacto del EEE con una metodología basada en los conceptos de externalidades que puede ser implementada con información habitualmente disponible, inclusive para el caso de economías de desarrollo medio. En breve, esta propuesta considera que las decisiones de consumo del hogar, específicamente en lo que se refiere a la demanda de refrigeradoras, se adoptan sobre la base de la maximización del bienestar privado individual, en un contexto de asimetría de información respecto del consumo energético del aparato. El hogar, por lo tanto, no toma en cuenta el valor social de comprar un producto más eficiente, aunque si toma en cuenta el gasto esperado del consumo energético.

El valor social está relacionado a las menores emisiones de CO₂, por efectos del menor consumo de energía eléctrica, mientras que el valor privado está asociado al gasto en la factura de consumo de electricidad.

En dicho contexto de decisiones óptimas de consumo individual, aumentar la visibilidad de las refrigeradoras de bajo consumo energético, a través del EEE, se constituye en un mecanismo que, en cierta medida, permite internalizar parte del efecto social de la adquisición de una refrigeradora de bajo consumo. Este mecanismo se materializa mediante la expectativa de reducción del gasto en consumo de energía en el presupuesto familiar, ya que ello equivale a un incremento de la utilidad del hogar al disponer de recursos liberados para satisfacer otras necesidades de consumo y ocio.

El resultado de la discusión conceptual propuesta es una métrica de relativa fácil implementación práctica. Es posible poner dicha medida en práctica a partir de la inclusión de una serie de supuestos razonables, obteniéndose una simulación del ahorro monetario de contar con un Reglamento Técnico de EEE en refrigeradoras para el caso de una economía emergente, pequeña y abierta.

En la primera parte del documento se muestra el enfoque económico para el análisis de la evaluación del impacto esperado del EEE, y en la segunda parte se presenta la aplicación práctica a la información disponible para el caso peruano. Adicionalmente, el presente trabajo dispone de anexos metodológicos donde se desarrollan con mayor detalle algunos elementos analíticos del ejercicio propuesto, y se presentan los supuestos con la evidencia que permite adoptarlos con la seguridad de ser razonables y defendibles.

1. ENFOQUE ECONÓMICO PARA EL ANÁLISIS DE IMPACTO

Esta sección se ocupa, en primer lugar, de mostrar una breve revisión de la literatura empírica sobre el papel del sistema de EEE en la reducción del consumo de energía. En segundo lugar, se desarrollan los conceptos económicos propuestos por esta Gerencia que dan pie a una métrica para el estudio de impactos del EEE, los mismos que están orientados en la perspectiva de las externalidades de las decisiones individuales del consumidor final. Esta métrica viene a medir los impactos de corto plazo de forma cuantitativa. En tercer lugar, se discute de manera cualitativa los impactos esperados de largo plazo, o impactos dinámicos, del EEE. Estos últimos, por su propia naturaleza, son difíciles de abordar ex – ante desde una óptica cuantitativa, por lo que no serán materia de un ejercicio de implementación empírica.

1.1. REVISIÓN DE LA LITERATURA EMPÍRICA

De acuerdo con McNEILL y WILKIE (1979)¹, los programas de etiquetado energético fueron concebidos como parte de un esfuerzo nacional para atacar la crisis energética que, a diferencia de la mayoría de otras iniciativas, se encuentran focalizados a nivel del consumidor. En esa línea, BOARDMAN (2004)² sugiere que el Estado puede tomar la iniciativa en la definición de políticas que orienten estándares de bajo consumo de energía³, siendo el etiquetado energético una primera fase dentro de una estrategia de transformación del mercado hacia la mejora de la eficiencia energética de los artefactos.

Al respecto, resulta importante destacar los resultados de la investigación de MILLS y SCHLEICH (2009)⁴ que sugieren que el conocimiento que tienen los hogares en relación a la clase energética de aparatos electrodomésticos de mayor consumo en el hogar, particularmente refrigeradoras, se encuentra asociado con algunas características del hogar, como por ejemplo, el tamaño del hogar, el nivel de ingresos del hogar, los niveles de educación del (la) jefe(a) del hogar, la edad del hogar, precios regionales de electricidad, entre otros. En esa línea, algunas investigaciones destacan la importancia de acompañar los programas de etiquetado con un paquete de educación y difusión.

Respecto de la disposición de los hogares a internalizar este tipo de medidas, pueden destacarse los hallazgos de MANSOURI *et al.* (1996)⁵, quienes analizaron una

¹ McNEILL, D. y WILKIE, W. (1979). *Public Policy and Consumer Information: Impact of the New Energy Labels*. Journal of Consumer Research, Vol. 6, No. 1 (Jun., 1979), pp. 1-11.

² BOARDMAN, B. (2004). *Achieving energy efficiency through product policy: the UK experience*. Environmental Science and Policy 7, pp. 165-176.

³ En la medida que los productores no reconozcan la necesidad de la reducción de carbono proveniente de los productos que estos diseñan ni los consumidores encuentren los incentivos adecuados para adquirir productos con mejores niveles de eficiencia energética.

⁴ MILLS, B. y SCHLEICH, J. (2009). *What's Driving Energy Efficient Appliance Label Awareness and Purchase Propensity?*. Working Paper Sustainability and Innovation N° S 1/2009. The Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research (ISI). pp. 13-14.

⁵ MANSOURI, I., NEWBOROUGH, M. y PROBERT, P. (1996). *Energy Consumption in UK Households: Impact of Domestic Electrical Appliances*. Department of Applied Energy, Cranfield University, Bedford, UK.

encuesta de un grupo de hogares de Reino Unido e identificaron que los encuestados se encontraban interesados en recibir información concerniente al uso de energía en el hogar y su asociación con el impacto en el medio ambiente y que tenían disposición a modificar su comportamiento en relación con la reducción del consumo de energía del hogar y el daño al medio ambiente, destacando la necesidad de brindar información precisa a los consumidores.

En cuanto a las implicaciones de política, MILLS y SCHLEICH (2009)⁶ indicaron que en la formulación y evaluación de los sistemas de etiquetado de eficiencia energética es importante considerar que, dada la relativa vida larga del electrodoméstico principal del hogar, es de esperarse que la información proporcionada por las etiquetas de energía sea difundida de una manera muy lenta en la decisión de compra de los consumidores.

Resulta interesante destacar que la evidencia empírica analizada por estos autores, sobre una muestra de 20 000 hogares en Alemania, mostró que, para la mayoría de los electrodomésticos evaluados, la propensión a comprar electrodomésticos de nivel de eficiencia energética de clase A⁷ se habría incrementado a partir de la aplicación de la obligatoriedad. Dicho cambio habría estado parcialmente explicado por el aumento de la oferta de aparatos de nivel de eficiencia energética de clase A, en línea con los avances en la tecnología de eficiencia energética, y el esquema de etiquetado de la Unión Europea.

Por ejemplo, existen estudios que identificaron un impacto significativo (especialmente de largo plazo) del etiquetado energético de frigoríficos y congeladores en Australia, con ahorros que pasaron de 20 GWh en 1986, a más de 750 GWh en el año 2005⁸. Asimismo, de acuerdo con LANE, HARRINGTON y RYAN (2007)⁹, una encuesta realizada en el año 1995 en Reino Unido (año de introducción de un sistema de etiquetado de eficiencia energética) sugiere que cerca de la tercera parte de los consumidores podrían verse influenciados por la etiqueta, comprando electrodomésticos 7% más eficientes respecto de una situación sin etiquetado. Asimismo, el estándar de eficiencia mínima habría mejorado la eficiencia de los productos vendidos en más de 10% en un año, sin incrementar el precio de compra.

Según los resultados de GELLER y ATTALI (2005)¹⁰, en Europa, la eficiencia promedio de los nuevos refrigeradores y congeladores fue estática o incluso se contrajo antes de la implementación de directivas sobre etiquetado y normas de eficiencia energética, por lo que reducción de 27% en el uso medio de electricidad de los nuevos refrigeradores y congeladores vendidos en la UE, observada entre los años 1990 y 1999, puede ser atribuida al etiquetado y a la estandarización.

⁶ MILLS, B. y SCHLEICH, J. (2009), op. cit.

⁷ Corresponde a la clase de artefactos con mayores niveles de eficiencia.

⁸ Ver Energy Consult (2006). *Retrospective Analysis of the Impacts of Energy Labelling and MEPS: Refrigerators and Freezers*. (informe preparado para The Australian Greenhouse Office: Equipment Energy Efficiency Program), pp 59.

⁹ LANE, K., HARRINGTON, LI. y RYAN, P. (2007). *Evaluating the impact of energy labeling and MEPS – a retrospective look at the case of refrigerators in the UK and Australia*. Pp. 748.

¹⁰ GELLER, H. y ATTALI, S. (2005). *The Experience with Energy Efficiency Policies and Programmes in IEA Countries: Learning from the Critics*.

En Estados Unidos, el consumo de energía de refrigeradoras nuevas se habría reducido de 1 725 kWh por año en la década de 1970, a 490 kWh por año en el año 2001, debido principalmente a la adopción de normas de eficiencia energética y como consecuencia, se espera que el consumo total de electricidad de todas las refrigeradoras en uso en los EE.UU. caiga, de aproximadamente 113 000 millones de kWh en el año 1984, a 94 000 millones de kWh en el año 2015.

Cabe destacar que, si bien el uso de energía de países industrializados ha crecido con el tiempo, dicho aumento no ha sido tan alto como el que se hubiese dado sin mejoras de eficiencia energética. Particularmente, los aparatos electrodomésticos constituyen un área en el que los países industrializados han mostrado importantes avances en materia de eficiencia energética en los últimos 30 años, en cuyos casos existe evidencia empírica que sugiere que dicha mejora fue originada por la implementación de estándares conjuntamente con programas de etiquetado y esquemas de incentivos.

Asimismo, es importante tener en cuenta que algunas veces puede sobrestimarse el impacto de la estandarización, si es que no se toma en cuenta la tendencia autónoma de los avances tecnológicos, el incremento del precio de la energía, la menor intensidad de la energía, el cambio de la matriz energética, el incremento de los precios de los productos más eficientes, el efecto de contagio de los programas de eficiencia energética de países vecinos, los mecanismos de incentivos, entre otros aspectos.

1.2. EL ETIQUETADO Y LAS FALLAS DE MERCADO

En economía, el concepto de eficiencia social está asociado al resultado de la interacción de oferta y demanda que, en un contexto de sistema de precios descentralizado, produce como resultado una asignación de recursos eficiente. En concreto, este ideal indica que, dado un gran número de consumidores, un gran número de empresas, un sistema de precios y la ausencia de fricciones, tales como las asimetrías de información, la información incompleta, barreras tecnológicas, entre otros, el resultado –llamado también equilibrio- implica el mayor bienestar posible, tanto para consumidores como para productores.¹¹ Este resultado es tal que no será posible mejorar la situación de algún agente sin empeorar la de otro, situación que en economía se conoce como Óptimo de Pareto.

La realidad, no obstante, induce a pensar que la situación descrita anteriormente es ideal, ya que existen una serie de fricciones que alejan el equilibrio observable en los mercados de ese paradigma. Un conjunto importante de fricciones que derivan en una falla del equilibrio competitivo son las llamadas externalidades.

¹¹ Este resultado necesita suponer que todos los agentes, tanto consumidores como productores, son maximizadores, racionales, de sus respectivos objetivos de manera individual. Una presentación formal pero muy clara del denominado equilibrio competitivo o equilibrio Walrasiano se puede consultar en MASCOLELL, A., M. WHINSTON Y J. GREEN (1995) *Microeconomic Theory*, Oxford University Press, Cap. 10.

En esencia, una externalidad ocurre cuando un agente individual toma sus decisiones sin considerar el efecto que tales decisiones pueden generar en el equilibrio social.¹² Técnicamente se dice que el agente no internaliza el efecto que tienen sus decisiones individuales sobre el bienestar común. Las externalidades bien pueden ser negativas (por ejemplo, la polución que genera una industria) o positivas (por ejemplo, el efecto que el trabajo de un apicultor tiene sobre la productividad de las explotaciones agrícolas de su entorno, gracias a la polinización).

La dirección de la externalidad tiene implicancias diametralmente opuestas respecto del tipo de políticas públicas que pueden desarrollarse para resolver su efecto en el bienestar. Por ejemplo, la asignación de derechos negociables por contaminación o la imposición de tributos a la contaminación son maneras de hacer que una industria internalice el efecto que tiene su actividad (incrementando sus costos) y reduciendo tal actividad a niveles socialmente deseables. De otro lado, los subsidios o incentivos tributarios a actividades que generan ciertas externalidades positivas, son formas de incrementar la provisión privada de las actividades que las generan, hasta el nivel socialmente deseable.¹³

En este documento proponemos que el EEE permite resolver un problema de coordinación de las decisiones privadas de los consumidores respecto del interés público, que viene generado por un contexto de externalidad positiva. En particular, se asume que, en un contexto sin EEE, el consumidor decide la adquisición de un bien duradero, en este caso un aparato eléctrico del hogar, en términos de factores fáciles de observar como el precio, la marca, el tamaño, la garantía, entre otros.

Cualquier otro tipo de información potencialmente relevante es, o bien difícil de obtener (existen costos de búsqueda elevados) o bien difícil de entender, ya que existe una elevada asimetría informativa entre el consumidor y el productor. Para no complicar la exposición, de momento omitimos introducir la figura del comercializador minorista, suponiendo que en principio sus intereses están alineados con los intereses del productor.

En tal sentido, con cierta probabilidad (p), el consumidor adquirirá un producto que permite un consumo bajo de energía (k_L) y con probabilidad $(1 - p)$ adquirirá un producto de alto consumo energético (k_H). De esta manera, el consumo energético (k) esperado (por periodo de tiempo) viene dado por:

$$E(k) = p \times k_L + (1 - p) \times k_H \quad (1)$$

El cambio en el consumo energético total se puede expresar como una función del número de hogares nuevos que demandarán el producto y una tasa de reemplazo del producto duradero respecto del stock de hogares que inician un periodo determinado.

¹² Ver STIGLITZ, J. (2003). *La Economía del Sector Público*, 3ª Edición, pp. 91-107 y pp. 247-278.

¹³ En términos de la literatura sobre las externalidades, se dice que cuando la externalidad es negativa, los agentes privados tienden a generar una sobreproducción de la misma respecto de lo que es socialmente eficiente, mientras que cuando la externalidad es positiva, se dice que los agentes producen poco respecto de lo que es socialmente eficiente.

Supongamos que el número actual de hogares es de n y se espera un cambio del número de hogares de $\Delta n > 0$. Asimismo, supóngase que una proporción, $0 < \delta < 1$, de hogares actuales reemplazará su aparato eléctrico, en razón de su depreciación. Bajo este esquema, el cambio en el consumo energético esperado total en la sociedad, $E(\Delta K)$ es:

$$E(\Delta K) = [n \times \delta + \Delta n] \times E(k) \quad (2)$$

Dados los supuestos adoptados, el consumidor, al adquirir el producto durable, no distingue cual es más eficiente. Lo más eficiente, desde el punto de vista del bienestar general, es que siempre se escojan productos con un nivel bajo de consumo energético, k_L , principalmente, porque el menor consumo genera menores emisiones contaminantes asociados a la generación de energía eléctrica.

Debido a que en el objetivo de bienestar del consumidor final, al mismo solo le importa cómo $E(k)$ repercute en su gasto de consumo, y no cómo ello repercute en $E(\Delta K)$, estará siempre demandando menos productos con características k_L de lo que es socialmente eficiente. En otras palabras, existirá una externalidad positiva que al no ser internalizada, no permite al individuo tomar decisiones que son óptimas desde el punto de vista social.

En particular, habitualmente se suele suponer que el consumidor adquiere bienes y servicios para satisfacer sus necesidades, sin embargo las cantidades que puede disfrutar de los productos en cuestión están sujetas a su restricción de gasto (normalmente llamada con frecuencia “*restricción presupuestaria*”).¹⁴ En tal sentido, un consumidor razonable desearía consumir la mayor cantidad de bienes posible, siempre que su presupuesto se lo permita. En el caso de aparatos eléctricos, como los de la línea blanca para el hogar, el consumo se circunscribe a una decisión discreta, toda vez que estos productos son de tipo duradero. La restricción de presupuesto, estará determinada, tanto por el precio del producto en cuestión, como el flujo descontado del gasto asociado al consumo eléctrico.

En la medida que el consumidor no es capaz de identificar un aparato de bajo consumo energético, el gasto esperado en su restricción será relativamente alto, generando menores posibilidades de consumo y menor beneficio individual. Su decisión de consumo, por lo tanto, no será óptima desde el punto de vista del bienestar social, ya que lo óptimo sería escoger siempre un producto de bajo consumo.

En este ejercicio simplificado, la única manera de alinear las decisiones del consumidor individual con lo que es preferible para la sociedad es aumentar p , es decir, la probabilidad de adquirir un producto de bajo consumo. Ello es así debido a que un incremento de p reducirá $E(k)$ y, por lo tanto, el gasto energético del

¹⁴ Este conjunto de supuestos se adopta en el marco de la teoría clásica del comportamiento del consumidor y de la elección, las mismas que ofrecen el fundamento de la teoría clásica de la demanda. En MASCOLELL, A., M. WHINSTON Y J. GREEN (1995) *Microeconomic Theory*, Oxford University Press, Cap. 3, se ofrece una exposición extensa sobre las implicancias de la teoría clásica de la elección sobre los mecanismos de demanda.

consumidor, liberando recursos de su restricción presupuestaria para consumir otros productos que le aportan utilidad. Huelga decir que esto último presupone que un consumidor prefiere una cesta de consumo variada, frente a una cesta de consumo con unos pocos artículos, algo que resulta como mínimo defendible con la sola observación del consumidor promedio hoy en día.

En ese sentido, la política pública puede ir en la dirección de hacer más transparente la información al consumidor sobre el consumo energético de los productos. Ello lo hará consciente que adquirir un producto ahorrador le reporta beneficios indirectos al permitirle reasignar su renta a otros bienes o servicios. Este sería el objetivo del EEE. En el global, si todos actúan de la misma manera, el consumo energético agregado se reducirá, mejorando a su vez el bienestar social, por la reducción de emisiones de CO₂.

Una métrica del beneficio global de esta medida viene dada por la reducción en el cambio esperado del consumo energético global. Si definimos $p^e > p$, como la nueva probabilidad de adquisición de un producto de bajo consumo atribuible a la implementación del EEE, el ahorro energético global debe ser:

$$S = [n \times \delta + \Delta n] \times (k_L - k_H)(p^e - p) \quad (3)$$

Donde $(p^e - p)$ es el efecto de la medida, desde el punto de vista del cambio en la verosimilitud de acceder a un producto ahorrador, $(k_L - k_H)$ es el diferencial de consumo de los dos tipos de aparatos eléctricos disponibles y $(n \times \delta + \Delta n)$ es el número de nuevas adquisiciones.

Nótese que la métrica estará en valores negativos (ahorro) de consumo energético. Con tal de obtener el ahorro en términos de gasto, se deberá multiplicar S por el precio medio del consumo energético, medido en kilowatt/hora.

1.3. CALIDAD Y COMPETENCIA: VISIÓN DINÁMICA

El resultado anterior es, en esencia, estático, en la medida que no plantea hipótesis de trabajo cuyos resultados se desarrollen a través del tiempo, es decir de forma dinámica. La visión dinámica implica que las decisiones hoy tienen un efecto mañana, siendo que los agentes toman dichas decisiones con una visión de futuro. Es por esta razón que, desde un punto de vista dinámico, la racionalidad de los agentes implica un comportamiento *forward looking*.

En ese sentido, la reducción de asimetrías de información puede revelar de manera clara la calidad de las variedades de productos que se ofrecen al mercado, siendo el efecto del EEE similar al efecto de la publicidad informativa. En general, se dice que la publicidad informativa, a diferencia de la publicidad persuasiva, es socialmente eficiente debido a que busca reducir asimetrías de información, motivando así la competencia entre productores. Por ejemplo, la publicidad que informa al consumidor sobre precios, lugares de compra, elementos básicos del producto, permite al

consumidor identificar los productos que son más homogéneos y propiciar una mayor competencia en precios inter-marcas.¹⁵¹⁶

Con el correr del tiempo, sin embargo, se deberá esperar que los productores de productos con atributos de “menor calidad”, como aquellos de alto consumo energético, se vean incentivados a pasar a un mayor nivel de calidad, adoptando las innovaciones que sean necesarias para competir por consumidores dispuestos a pagar más por atributos tales como el ahorro energético.

En otras palabras, en un inicio, se esperaría que políticas públicas, como el EEE, generen cierta diferenciación informativa de productos de manera transparente, posiblemente aumentando la competencia en mayor o menor grado al interior de cada segmento donde se agrupen los productos, aunque suavizando la competencia entre productos que pertenecen a segmentos diferentes. En concreto, el EEE podría fomentar cierta prima por calidad para las refrigeradoras de bajo consumo, ya que dicha prima podría estar moderada por la competencia en el segmento de refrigeradoras de bajo consumo.

Sin embargo, en los siguientes periodos de tiempo podría esperarse que el ahorro energético se convierta en un estándar, haciendo de la eficiencia de consumo un atributo homogéneo entre productos. Es en este punto donde la competencia generaría mayores beneficios al consumidor, toda vez que la predicción, en un contexto de competencia de bienes homogéneos, indica que las estrategias de precios de las empresas se vean severamente disciplinadas por la rivalidad, orientando los precios de mercado a los costos de producción.

La adopción de innovaciones orientadas al ahorro de energía, no obstante, dependerá de la heterogeneidad de los consumidores finales respecto de su valoración de la calidad frente al precio. Por ejemplo, si existe una amplia heterogeneidad de consumidores, tomando en cuenta que existen segmentos que valoran muy poco la calidad del producto, subsistirá espacio para la comercialización de refrigeradoras ineficientes en términos de consumo energético, aun y cuando se haya impuesto el EEE.¹⁷

El flujo de eventos, no obstante, no termina ahí. La homogeneidad a la que los productos convergen en el tiempo dará incentivos a los productores a buscar innovaciones que permitan introducir mejoras al estándar de consumo energético alcanzado. Es decir, la competencia debe incentivar a la adopción de innovaciones que nuevamente permitan a un productor innovador diferenciarse del estándar.

Este ciclo se repetirá en el tiempo. Su efecto sobre el bienestar no es viable de medir objetivamente de manera prospectiva, aunque, como es evidente, consideramos

¹⁵ Ver, por ejemplo, TIROLE, J. (1988) *The Theory of Industrial Organization*, MIT Press, Cap. 7.

¹⁶ De acuerdo con Foster (2004), el etiquetado de eficiencia energética mejora la competencia entre ofertantes y productos, en la medida que revela un aspecto importante del comportamiento del producto que no podría ser visualizado por el consumidor de otra forma.

¹⁷ Nótese que si un reglamento mandatorio de EEE impusiera un nivel mínimo de eficiencia energética, no sería factible la comercialización de un cierto grupo refrigeradoras ineficientes.

importante, por lo menos de forma cualitativa, que efectos dinámicos pueden esperarse del EEE.

2. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA AL CASO DE REFRIGERADORAS

En este acápite se desarrolla la implementación práctica de la métrica propuesta en la sub-sección 1.2., para la medición del impacto del EEE. Para ello, es fundamental poder obtener buenas aproximaciones de los siguientes elementos: $[n \times \delta + \Delta n]$, $(k_L - k_H)$ y $(p^e - p)$.

En ese sentido, en la primera sub-sección se plantea la aproximación práctica de la medición del ahorro generado por el cambio en el consumo energético y en la segunda sub-sección se muestran los resultados de la aplicación al caso de las refrigeradoras en el Perú.

2.1. IMPLEMENTACIÓN PRÁCTICA DE LA MÉTRICA DE CAMBIO EN EL CONSUMO ENERGÉTICO

2.1.1. EL CAMBIO EN LA PROBABILIDAD DE ADQUIRIR UN PRODUCTO EFICIENTE

En este punto, el cambio en la probabilidad de adquirir un producto eficiente $(p^e - p)$ podría ser abordado a través del análisis cuantitativo de las decisiones observadas de consumo, antes y después de la introducción del EEE.

En el Anexo 2, se muestra el desarrollo conceptual de un modelo de decisiones de consumo, donde se observa una variable I , que describe la decisión de un hogar “ i ” de adquirir o no un refrigerador de bajo consumo.

En particular se observaría lo siguiente:

$I_i = 1$ si el hogar “ i ” adquirió un producto de bajo consumo

$I_i = 0$ en cualquier otra circunstancia

De este modo, se podría estimar un modelo de probabilidad lineal de la siguiente manera:

$$\text{Prob}(I_i = 1 | p_1 - p_0, m_i, E_i) = -\alpha(P_{1,i} - P_0) + \beta m_i + \gamma E_i$$

Donde, $(P_{1,i} - P_0)$ es el precio relativo pagado por el hogar “ i ” por su refrigeradora, m_i es la renta del hogar “ i ”, y E_i es una variable binaria que es igual a uno, si la compra se dio después de la introducción del EEE y cero, si se dio antes. De este modo, debido a que γ es el efecto causal del EEE sobre las decisiones de compra, es fácil ver que recoge el siguiente efecto:

$$\text{Prob}(I_i = 1 | p_1 - p_0, m_i, E_i = 1) - \text{Prob}(I_i = 1 | p_1 - p_0, m_i, E_i = 0) = \gamma$$

Es decir, dadas las otras variables que explican la decisión de consumo, γ vendría a ser nuestra medida de diferencias de probabilidades:

$$\gamma = (p^e - p)$$

Para obtener un estimado de este coeficiente, no obstante, se debería recurrir a una estimación econométrica solo posible de tener una muestra aleatoria de decisiones de consumo de hogares peruanos, antes y después de la introducción del EEE. Ello no es viable, debido a que la medida aún no se ha puesto en marcha.

Por esta razón, se propone aproximar γ utilizando información de experiencias internacionales, tal y como se verá más adelante.

2.1.2. APROXIMACIÓN AL CAMBIO EN EL GASTO ENERGÉTICO

Para efectos de lograr una mejor claridad expositiva, es conveniente obtener una formulación práctica para el cambio en el gasto atribuible al EEE.

En un contexto en el que la producción nacional de refrigeradoras es marginal (como es usual en el caso de ciertos países emergentes), tanto la demanda de refrigeradoras por renovación, como la demanda de refrigeradoras de “nuevos compradores”¹⁸ sería atendida por el flujo de importaciones.

En ese sentido, según se demuestra en el Anexo 1, N_t sería equivalente al número de refrigeradoras del período anterior que no ha sido renovado (N_{t-1}), menos el número de refrigeradoras renovadas en el período actual (R_t), más el número de refrigeradoras importadas (I_t) en el período actual:

$$N_t = N_{t-1} - R_t + I_t \quad (4)$$

Debe precisarse que las renovaciones estarán incluidas como parte de las importaciones, debido a que, como hemos notado, la oferta de estos productos tiene su origen en el extranjero, considerando que, además, las refrigeradoras dadas de baja deberán ser reemplazadas por nuevas refrigeradoras.

El siguiente paso implica introducir el consumo esperado, en un contexto sin EEE. Para ello considérese \bar{c}^s el consumo de energía eléctrica promedio anual de una refrigeradora en una situación sin EEE (en kW/h) –el superíndice s denota el escenario sin la política pública en evaluación- y \bar{p} el precio promedio por consumo de energía eléctrica (en Nuevos Soles por kW/h); el gasto monetario por consumo de energía

¹⁸ Entendida como aquella demanda proveniente de nuevos hogares.

eléctrica de refrigeradoras sin EEE en el año "t" estaría definido por G_t^S y estaría representado mediante la siguiente expresión:

$$G_t^S = N_t * \bar{c}^S * \bar{p} \quad (5)$$

Introduciendo la ecuación (4) en la expresión anterior obtenemos el gasto total promedio por consumo energético identificando términos de manera explícita:

$$G_t^S = (N_{t-1} - Re_t) * \bar{c}^S * \bar{p} + I_t * \bar{c}^S * \bar{p} \quad (6)$$

En contraste, bajo la hipótesis según la cual el EEE obligatorio podría resolver en cierta medida los problemas de coordinación derivado del mecanismo de externalidades (ver sub-sección 1.1.), se debería notar una reducción en el consumo esperado de las nuevas adquisiciones. Denotando el consumo energético promedio de las nuevas adquisiciones de refrigeradoras como \bar{c}^c (siendo $\bar{c}^S > \bar{c}^c$), el gasto total promedio, una vez introducido el EEE, se expresaría de la siguiente forma:

$$G_t^c = (N_{t-1} - Re_t) * \bar{c}^c * \bar{p} + I_t * \bar{c}^c * \bar{p} \quad (7)$$

De esta manera, el cambio estimado en el gasto de consumo energético atribuible al EEE se obtiene restando (6) de (7):

$$\hat{S} = G_t^c - G_t^S = I_t * \bar{p} * (\bar{c}^c - \bar{c}^S) \quad (8)$$

Nótese que si bien \bar{c}^c y \bar{c}^S son valores promedio del consumo energético de una refrigeradora, en la medida que el promedio es un estimador no sesgado y consistente del valor esperado de la variable aleatoria "consumo energético individual", dicha diferencia converge en probabilidad a la expresión del diferencial de consumo energético individual multiplicado por el diferencial en la distribución de probabilidades para el consumo de una unidad de bajo consumo energético:

$$(\bar{c}^c - \bar{c}^S) \rightarrow (k_L - k_H)(p^e - p) \quad (9)$$

Asimismo, dados los supuestos adoptados, las importaciones de refrigeradoras vienen a medir, aproximadamente, el volumen de nuevas adquisiciones de aparatos, es decir:

$$I_t \approx [n \times \delta + \Delta n] \quad (10)$$

La expresión (8), es entonces la aplicación práctica de la métrica monetizada obtenida de manera conceptual en la ecuación (3). Como se observa en la expresión (8) se incluye el precio medio de la energía de uso doméstico, \bar{p} , medido en unidades monetarias por kw/hora.

Finalmente, si consideramos que dicho ahorro se da a lo largo de un determinado período de tiempo, y que existe un costo de oportunidad del dinero promedio (\bar{r}), el

valor presente del flujo de ahorro en consumo de energía, originado por el etiquetado de eficiencia energética quedaría expresado de la siguiente manera¹⁹:

$$\text{Valor Presente} = \sum_{t=0}^{t=n} \frac{G_t^c - G_t^s}{(1+\bar{\tau})^t} = \sum_{t=0}^{t=n} \frac{I_t \cdot \bar{p} * (\bar{c}^c - \bar{c}^s)}{(1+\bar{\tau})^t} \quad (11)$$

2.2. DIFERENCIAL DE CONSUMO ENERGÉTICO Y RESULTADO DE LAS SIMULACIONES

2.2.1 Supuestos críticos para la implementación de la simulación

De acuerdo con el análisis desarrollado hasta el momento, se propone estimar el consumo de energía de las refrigeradoras bajo una situación con EEE, \bar{c}^c , en función del consumo de energía de las refrigeradoras bajo una situación sin Etiquetado, \bar{c}^s , y un factor de ajuste esperado por eficiencia, $\bar{\varepsilon}$, conforme a la siguiente expresión: $\bar{c}^c = \bar{c}^s * (1 - \bar{\varepsilon})$, siendo la diferencia entre los consumos con y sin EEE de $-\bar{c}^s * \bar{\varepsilon}$.

Nótese que el factor de ajuste esperado por eficiencia, $\bar{\varepsilon}$, recoge precisamente el cambio en el patrón de consumo de refrigeradoras de los hogares y su efecto inmediato en el valor promedio del consumo energético.

Para tal fin, se estima pertinente adoptar una parametrización de este ajuste de eficiencia en términos de la evidencia empírica obtenida de experiencias en países que ya han implementado un sistema de EEE. En particular, se propone un ajuste esperado por eficiencia, ($\bar{\varepsilon}$), del orden 2,33% en línea con los hallazgos de LANE, HARRINGTON y RYAN (2007)^{20,21}, quienes (como ya se mencionó con anterioridad) encontraron que, de acuerdo con las respuestas recogidas a partir de una encuesta aplicada a consumidores del Reino Unido en el año 1995, año de introducción del EEE, alrededor de un tercio de los consumidores podrían ser influenciados por la etiqueta, adquiriendo electrodomésticos que serían 7% más eficientes respecto de una situación sin etiquetado.

Debe notarse que en países avanzados donde se ha implementado el sistema de EEE, es posible que se hayan adoptado algunas otras medidas orientadas a incentivar el uso de refrigeradoras de bajo consumo, en la línea de propender a la internalización de la externalidad positiva que dicha decisión tiene sobre el bienestar social.

Por ejemplo, en España se han adoptado algunas medidas gubernamentales para cubrir parte del costo de adquisición de electrodomésticos de mayor eficiencia energética. Por ejemplo, de acuerdo con el Pla Renova't (Plan Renovate) de la Generalitat de Catalunya (Gobierno Autónomo de la Comunidad de Catalunya), en 2010 se destinaron ayudas de entre Eur 105, para la renovación de refrigeradoras de

¹⁹ Ver mayor detalle en el Anexo 1.

²⁰ LANE, K., HARRINGTON, LI. y RYAN, P. (2007). *Evaluating the impact of energy labeling and MEPS – a retrospective look at the case of refrigerators in the UK and Australia*. Pp. 748.

²¹ LANE, K., HARRINGTON, LI. y RYAN, P. (2007). *Evaluating the impact of energy labeling and MEPS – a retrospective look at the case of refrigerators in the UK and Australia*. Pp. 748.

tipo A y Eur 125 para refrigeradoras de tipo A⁺⁺.²² Subvenciones similares se habrían puesto en marcha en otras regiones de España como la Comunidad de Madrid, también con ayudas de hasta Eur 125, por la compra de electrodomésticos de tipo A⁺⁺.^{23,24}

De acuerdo con GELLER y ATTALI (2005)²⁵ existen otros ejemplos de programas de incentivos europeos que demuestran resultados muy positivos. Por ejemplo, durante 1999 y 2001, uno de cada tres hogares holandeses recibió descuento por la compra de artefactos eficientes, observándose un incremento de la participación de mercado, de 26% a 67% de las refrigeradoras más eficientes. Más tarde, se otorgaron descuentos para electrodomésticos con mayores niveles de eficiencia, del tipo A+ y A++ (que consumen entre 25% y 40% menos electricidad que los aparatos clasificados como A), observándose que la participación de mercado de dichos productos fue tres veces más grandes en Holanda que en el resto de Europa.

Es posible que dichas ayudas hayan estado orientadas no solo a incentivar la adquisición de los productos más eficientes, sino a paliar la brecha de precios que potencialmente puede existir entre un producto eficiente y otro menos eficiente que, en principio, podría reducir la incidencia de una medida como la introducción del EEE.

Este escenario descrito en el párrafo anterior, puede implicar serias distorsiones para la simulación de los efectos de ahorro en el gasto de consumo energético para el caso peruano, toda vez que no se han incorporado al análisis otras medidas orientadas a la internalización de las externalidades identificadas, más allá de lo relativo al EEE propiamente dicho. En ese sentido, el valor de ajuste $\bar{\epsilon}$ utilizado para la simulación puede estar sobreestimando los efectos esperados del EEE para el caso peruano. Sin embargo, se ha optado por utilizar el parámetro más conservador encontrado en la experiencia internacional.

En efecto, tal y como se observa en el Cuadro 1, otros estudios para otras experiencias, que potencialmente incorporan subsidios y ayudas a la compra de productos ahorradores además del EEE propiamente dicho, calculan efectos bastante más pronunciados respecto del 7% adoptado para el caso peruano.

²² Ver por ejemplo: <http://premsa.gencat.cat/pres_fsvp/AppJava/notapremsavw/41625/ca/licaen-destina-7-5-milions-deuros-promoure-renovacio-deelectrodomestics-vells-per-uns-altres-energeticament-mes-eficients.do>, accedido el 9 de marzo de 2015.

²³ Ver por ejemplo: <http://www.madrid.org/cs/Satellite?c=CMTV_Multimedia_FA&cid=1330067987142&language=es&pageid=1290099651902&pagename=CanalCAMTV%2FCMTV_Multimedia_FA%2FCMTV_video&vest=1290099651902>, accedido el 9 de marzo de 2015.

²⁴ Ver por ejemplo: GALARRAGA, I. *et al.* (2011), donde los autores proponen que el precio adicional de un producto con etiquetado de alto nivel de eficiencia energética (A+) en la Comunidad Autónoma de Basco (en España) es de 8,9% del precio final o alrededor de Eur 60,00.

²⁵ Ver GELLER, H. y ATTALI, S. (2005). *The Experience with Energy Efficiency Policies and Programmes in IEA Countries: Learning from the Critics*. Pp.10.

Cuadro 1
REDUCCIÓN DE CONSUMO ESTIMADA POR DIVERSOS AUTORES

AUTOR	REFERENCIA	REDUCCIÓN DE CONSUMO
BOARDMAN, B. (2004)	BOARDMAN, B. (2004). <i>Achieving Energy Efficiency Through Product Policy: The UK Experience</i> . Environmental Science and Policy 7, pp. 165-176.	Luego de siete años de haber sido introducido el etiquetado energético en la Unión Europea, entre los años 1995 y 2001 se observó una mejora en la eficiencia energética de 25% en los aparatos de refrigeración en el Reino Unido (principalmente desde 1999). Asimismo, considerando que los nuevos aparatos incrementaron su tamaño en aproximadamente 15%, se precisa que la reducción neta en el consumo eléctrico por cada nuevo aparato vendido habría sido de 19%.
WAIDE, P. (2001)	WAIDE, P. (2001). <i>Findings of the Cold II SAVE Study to Revise Cold Appliance Energy Labeling and Standards in the EU</i> . PW Consulting, pp. 376-389.	Luego de la introducción del etiquetado energético en 1995, y de la aplicación de los estándares mínimos de eficiencia energética, en septiembre de 1999, el rendimiento promedio de los nuevos modelos mejoró en 27%.
LANE, K. y HARRINGTON, LI. (2010)	LANE, K. y HARRINGTON, LI. (2010). <i>Evaluation of Energy Efficiency Policy Measures for Households Refrigeration in Australia. An assessment of energy savings since 1986</i> . Energy Efficient Strategies, pp. 13.	En Australia, el consumo energético por litro del año 2010 fue equivalente a aproximadamente el 30% del consumo energético por litro del año 1980. Cabe precisar que, si bien, dicho efecto estaría considerando el impacto del etiquetado implementado en el año 1986, también recogería el efecto de otros programas de eficiencia energética subsecuentes.
ELLIS, M. (2009)	ELLIS, M. (2009). <i>Experience With Energy Efficiency Regulations For Electrical Equipment</i> . International Energy Agency. Pp. 50-59.	En Estados Unidos se introdujeron estándares mínimos de eficiencia energética en 1990, los cuales fueron actualizados en 1993 y en el 2001. En esa línea se observó que el consumo medio de energía de los refrigeradores y congeladores disminuyó en un 60%, entre los años 1980 y 2001.

Nota: Cabe destacar que, de acuerdo con los autores, aunque es difícil identificar qué proporción de la mejora en la eficiencia energética de los aparatos de refrigeración es atribuible al etiquetado de estándares mínimos de eficiencia energética o a la evolución autónoma, es probable que la mayor parte de dicha mejora no se hubiera generado sin la implementación de esa combinación de política, salvo en el caso de Estados Unidos, donde el estudio citado hace referencia principalmente al impacto de los estándares mínimos de eficiencia energética.

Elaboración: Gerencia de Estudios Económicos del Indecopi.

2.2.2 Resultados de las Simulaciones

Con la finalidad de implementar empíricamente la simulación de ahorro energético, debemos estimar el consumo medio anual de una refrigeradora bajo una situación sin EEE (\bar{c}^s). Por esta razón, su valor estimado se calculará como la cantidad de energía eléctrica promedio consumida por una refrigeradora (en kw/h) en una situación sin EEE, \bar{k} , como estimador de $E(k)$ por el número de horas promedio de funcionamiento de una refrigeradora en un día (\bar{h}) y el número días de un año (\bar{y}).

En ese sentido, considerando los supuestos indicados en el Anexo 5 (basados en estadísticas oficiales y evidencia empírica internacional), de acuerdo con el siguiente cuadro, se estima que, en el Perú, el EEE en refrigeradoras generaría a los hogares

peruanos un ahorro potencial de aproximadamente S/. 15,47 millones, lo que se traduciría en menores emisiones de CO₂ en alrededor de 7,16 mil toneladas promedio por año.

Cuadro 2 ESTIMACIÓN DEL AHORRO POTENCIAL GENERADO POR UN REGLAMENTO DE ETIQUETADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN REFRIGERADORAS PARA EL PERÚ

Concepto	2015	2016	2017	2018	2019
Número de refrigeradoras importadas (I)	502 412	507 695	513 034	518 429	523 881
Precio promedio (en Nuevos Soles por kw/hora) (\bar{p})	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
Consumo de energía eléctrica promedio de una refrigeradora durante un año sinreglamento de etiquetado (en kilowatt/hora) ^{1/} (\bar{c}^s)	925,20	925,20	925,20	925,20	925,20
Consumo de energía eléctrica promedio de una refrigeradora durante un año con reglamento de etiquetado (en kilowatt/hora) ^{2/} (\bar{c}^c)	903,61	903,61	903,61	903,61	903,61
Ahorro (en millones de Nuevos Soles) (Ahorro = $I \cdot \bar{p} \cdot (\bar{c}^s - \bar{c}^c)$)	-3,58	-3,62	-3,65	-3,69	-3,73
Valor presente del ahorro en energía eléctrica (en millones de Nuevos Soles)	-15,47				

1/ $\bar{c}^s = \bar{k} \cdot \bar{h} \cdot \bar{y}$, donde \bar{k} es el número de kilowatt/ hora consumido por un refrigerador, \bar{h} viene a ser el número de horas promedio de funcionamiento de una refrigeradora durante el día, y \bar{y} representa el número de días del año (360).

2/ $\bar{c}^c = \bar{c}^s \cdot (1 - \bar{\epsilon})$, donde $\bar{\epsilon}$ viene a ser el porcentaje de ahorro de energía esperado de las refrigeradoras nuevas respecto a las antiguas.

Elaboración: Gerencia de Estudios Económicos del Indecopi.

Fuente: Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (Osinergrmín), Asociación Peruana de Empresas de Investigación de Mercados (Apeim), Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).

No obstante, al haberse considerado un factor por ajuste de eficiencia esperada ($\bar{\epsilon}$) referencial, se optó por realizar diferentes estimaciones para diversos escenarios. Cabe destacar que, bajo un escenario pesimista con un ajuste por eficiencia del orden del 1,00%, aún se obtendría un beneficio por menor gasto en energía, el cual sería de aproximadamente S/. 6,63 millones.



Cuadro 3
AHORRO POTENCIAL, BAJO DIFERENTES ESCENARIOS DE AJUSTE POR EFICIENCIA (€)

	Ajuste por eficiencia energética (en %)	Valor presente del ahorro de energía eléctrica (en millones de nuevos soles)
Escenario base	2,33%	-15,47
Escenario 1	1,00%	-6,63
Escenario 2	2,00%	-13,26
Escenario 3	3,00%	-19,89
Escenario 4	4,00%	-26,52
Escenario 5	5,00%	-33,15
Escenario 6	6,00%	-39,78
Escenario 7	7,00%	-46,41
Escenario 8	8,00%	-53,04
Escenario 9	9,00%	-59,67
Escenario 10	10,00%	-66,30

Elaboración: Gerencia de Estudios Económicos del Indecopi.

CONCLUSIONES

En este documento proponemos que el etiquetado permite resolver un problema de coordinación de las decisiones privadas de los consumidores respecto del interés público, que viene generado por un contexto de externalidad positiva. En particular, se asume que, en un contexto sin etiquetado, el consumidor decide la adquisición de un bien duradero, en este caso un aparato eléctrico del hogar, en términos de factores fáciles de observar, como el precio, la marca, el tamaño, la garantía, entre otros, existiendo una elevada asimetría informativa entre el consumidor y el productor.

En ese sentido, en la medida que el consumidor no es capaz de identificar un aparato de bajo consumo energético, el gasto esperado en su restricción será relativamente alto, generando menores posibilidades de consumo y menor beneficio individual. Su decisión de consumo, por lo tanto, no será óptima desde el punto de vista del bienestar social, ya que lo óptimo sería escoger siempre un producto de bajo consumo.

En esa línea, la única manera de alinear las decisiones del consumidor individual con lo que es preferible para la sociedad es aumentar la probabilidad de adquirir un producto de bajo consumo. En otras palabras, en un inicio, se esperaría que políticas públicas como el Etiquetado generen cierta diferenciación de productos de manera transparente, posiblemente aumentando la competencia, en mayor o menor grado al interior de cada segmento donde se agrupen los productos, aunque suavizando la competencia entre productos que pertenecen a segmentos diferentes.

Naturalmente, en el tiempo se esperaría que la homogeneidad genere incentivos a los productores a buscar innovaciones que permitan introducir mejoras al estándar de consumo energético alcanzado. Es decir, la competencia debe incentivar a la adopción de innovaciones que nuevamente permitan a un productor innovador diferenciarse del estándar. Dicho ciclo se repetirá en el tiempo, considerando que su efecto sobre el bienestar no es viable de medir objetivamente, aunque debe considerarse, al menos cualitativamente, en la discusión de los efectos del etiquetado.

La evidencia empírica destaca que los programas de etiquetado energético fueron concebidos como parte de un esfuerzo nacional para atacar la crisis energética, focalizada a nivel del consumidor, constituyéndose en una primera fase dentro de una estrategia de transformación del mercado hacia la mejora de la eficiencia energética de los artefactos, con relativa aceptación por parte del consumidor de a pie.

Asimismo, diversas investigaciones destacan la importancia de las características de los hogares en el conocimiento que tienen en relación con la clase energética de las refrigeradoras, y a la forma como influye dicho conocimiento en sus decisiones. Complementariamente, la experiencia internacional muestra la forma en la que este tipo de política reduce el consumo de energía a lo largo del tiempo, y genera incentivos para la mejora del estándar de eficiencia energética.

Por ejemplo, existen estudios que identificaron un impacto significativo (especialmente de largo plazo) del etiquetado energético de los frigoríficos y congeladores en Australia, con ahorros que pasaron de 20 GWh en 1986, a más de 750 GWh en el año 2005²⁶. Asimismo, de acuerdo con LANE, HARRINGTON y RYAN (2007)²⁷, una encuesta realizada en el año 1995 en Reino Unido (año de introducción de un sistema de etiquetado de eficiencia energética) sugiere que cerca de la tercera parte de los consumidores podrían verse influenciados por la etiqueta, comprando electrodomésticos 7% más eficientes respecto de una situación sin etiquetado. Asimismo, el estándar de eficiencia mínima habría mejorado la eficiencia de los productos vendidos en más de 10% en un año, sin incrementar el precio de compra.

A la luz de la evidencia empírica, se determinó una expresión algebraica que permite estimar el ahorro potencial que obtendrían los consumidores como resultado de la introducción de un reglamento de etiquetado de eficiencia energética bajo una situación en la cual no existe producción interna de refrigeradoras, que bien podría ser aplicable a países como el Perú.

Con dicha expresión y considerando los supuestos indicados en el Anexo 5 (basados en estadísticas oficiales, evidencia empírica internacional y conjeturas razonables), se estima que, en el Perú, un reglamento de etiquetado de eficiencia energética en refrigeradoras generaría a los hogares peruanos un ahorro potencial de aproximadamente S/. 15,47 millones, lo que se traduciría en menores emisiones de CO2 en alrededor de 7,16 mil toneladas promedio por año.

Nótese que, incluso, bajo un escenario pesimista con un ajuste por eficiencia del orden de 1%, aún se obtendría un beneficio por menor gasto en energía, el cual sería de aproximadamente S/. 6,63 millones.

²⁶ Ver Energy Consult (2006). Retrospective Analysis of the Impacts of Energy Labelling and MEPS: Refrigerators and Freezers. (Informe preparado para The Australian Greenhouse Office: Equipment Energy Efficiency Program), pp 59.

²⁷ LANE, K., HARRINGTON, LI. y RYAN, P. (2007). *Evaluating the impact of energy labeling and MEPS – a retrospective look at the case of refrigerators in the UK and Australia*. Pp. 748.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Asociación Peruana de Empresas de Investigación de Mercados - Apeim. *Niveles Socioeconómicos 2014*. Disponible en <<http://www.apeim.com.pe/wp-content/themes/apeim/docs/nse/APEIM-NSE-2014.pdf>>, accedido el 25 de febrero de 2015.

Banco Central de Reserva del Perú – BCRP. Cuadros estadísticos de la Nota Semanal. Disponible en <<http://www.bcrp.gob.pe/estadisticas/cuadros-de-la-nota-semanal.html>>

BOARDMAN, B. (2004). *Achieving Energy Efficiency Through Product Policy: The UK Experience*. Environmental Science and Policy 7, pp. 165-176.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe – Cepal (2012). *III Dialogo Político sobre Eficiencia Energética en América Latina y el Caribe*. Ciudad de Panamá.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe – Cepal (2010). *Indicadores de Políticas Públicas en materia de Eficiencia Energética en América Latina y el Caribe*.

ELLIS, M. (2009). *Experience With Energy Efficiency Regulations For Electrical Equipment*. International Energy Agency. Pp. 50-59. Disponible en <http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/appliances_ellis.pdf>, accedido el 6 de marzo de 2015.

Energy Consult (2006). *Retrospective Analysis of the Impacts of Energy Labelling and MEPS: Refrigerators and Freezers*. (informe preparado para The Australian Greenhouse Office: Equipment Energy Efficiency Program), pp 59. Disponible en <http://www.energyrating.gov.au/wp-content/uploads/Energy_Rating_Documents/Library/Refrigeration/Refrigerators_&Freezers/200614-meps-rf-fz.pdf>, accedido el 13 de marzo de 2015.

European Environment Agency (2013). *Achieving Energy Efficiency Through Behaviour Change: What Does it Take?*. Disponible en <<http://www.eea.europa.eu/publications/achieving-energy-efficiency-through-behaviour>>, accedido el 12 de marzo de 2015.

FOSTER, R. (2004). *Energy Label Transition – The Australian Experience*. Energy Efficient Strategies. Disponible en <<http://www.energyefficient.com.au/reports/200405-labeltransition.pdf>>, accedido el 11 de marzo de 2015.

GALARRAGA, I. HERES, D. y GONZÁLEZ-EGUINO, M. (2011). *Evaluating the role of energy efficiency labels in the prices of household appliances: the case of refrigerators*. BC3 Public Policy Briefings 2011-05. Basque Centre for Climate Change (BC3). Disponible en <www.bc3research.org/policybriefings/2011-05.pdf>, accedido el 13 de marzo de 2015.

GELLER, H. y ATTALI, S. (2005). *The Experience with Energy Efficiency Policies and Programmes in IEA Countries: Learning from the Critics*. Disponible en <http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/IEAEnergyPolicies_Learning_from_critics.pdf>, accedido el 9 de marzo de 2015.

International Energy Agency – IEA (2013). *CO2 Emissions From Fuel Combustion*.



Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI. Perú: *Estimaciones y proyecciones de población, 1950 – 2050*. Boletín de Análisis demográfico N° 36.

Klinckenberg Consultants (2009). *Policies that Work: Introducing Energy Efficiency Standards and Labels for Appliances and Equipment*. Disponible en <http://www.encharter.org/fileadmin/user_upload/document/EE_Standards_and_Labels_2009_ENG.pdf>

LANE, K. y HARRINGTON, LI. (2011). *Refrigerator Energy Labelling and MEPS Compliance in the Australian Market*. Energy Efficient Strategies. Disponible en <http://www.energyrating.gov.au/wp-content/uploads/Energy_Rating_Documents/Library/Refrigeration/Refrigeration/201108-refrigerator-labelling-compliance.pdf>, accedido el 25 de febrero de 2015.

LANE, K. y HARRINGTON, LI. (2010). *Evaluation of Energy Efficiency Policy Measures for Households Refrigeration in Australia. An assessment of energy savings since 1986*. Energy Efficient Strategies. Disponible en <http://www.energyrating.gov.au/wp-content/uploads/Energy_Rating_Documents/Library/Refrigeration/Domestic_Refrigeration/201010-refrigeration-evaluation.pdf>, accedido el 25 de febrero de 2015.

LANE, K., HARRINGTON, LI. y RYAN, P. (2007). *Evaluating the impact of energy labeling and MEPS – a retrospective look at the case of refrigerators in the UK and Australia*. Pp. 748. Disponible en <http://www.eceee.org/library/conference_proceedings/eceee_Summer_Studies/2007/Panel_4/4.292/paper>, accedido el 25 de febrero de 2015.

MANSOURI, I., NEWBOROUGH, M. y PROBERT, P. (1996). *Energy Consumption in UK Households: Impact of Domestic Electrical Appliances*. Department of Applied Energy, Cranfield University, Bedford, UK.

MASCOLELL, A., M. WHINSTON Y J. GREEN (1995) *Microeconomic Theory*, Oxford University Press, Cap. 3 y Cap. 10.

McNeill, D. y Wilkie, W. (1979). *Public Policy and Consumer Information: Impact of the New Energy Labels*. Journal of Consumer Research, Vol. 6, No. 1 (Jun., 1979), pp. 1-11.

MILLS, B. y SCHLEICH, J. (2009). *What's Driving Energy Efficient Appliance Label Awareness and Purchase Propensity?* Working Paper Sustainability and Innovation N° S 1/2009. The Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research (ISI). pp. 13-14.

Ministerio de Energía del Gobierno de Chile (2014). *Estándar Mínimo de Eficiencia Energética en Refrigeradores de Uso Doméstico*.

Ministerio de Energía y Minas – Minem (2013). *Estudio de Hábitos de Consumo de Energía en el Sector Público, Productivo y de Servicios y Oferta de Equipos Eléctricos Eficientes*.

Ministerio de Energía y Minas – Minem (2009). *Plan Referencial del Uso Eficiente de la Energía 2009 – 2018*.



Ministerio de Energía y Minas – Minem (2008). *Guía de Estándares Mínimos de Eficiencia Energética*. Pp. 5.

Ministerio de Energía y Minas – Minem (2008). *Guía N° 1, Elaboración de Proyectos de Guías de Orientación del Uso Eficiente de la Energía y de Diagnóstico Energético, Sector Residencial*. Disponible en <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/Guia01%20Residencial.pdf>, accedido el 25 de febrero de 2015.

Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería – Osinerming (2013). Reporte de Resultados Encuesta Residencial de Uso y Consumo de Energía ERCUE 2013.

Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería – Osinerming. *Guía para Calcular el Consumo Eléctrico Doméstico*. Disponible en <http://www.osinerg.gob.pe/newweb/uploads/GFE/GuiaCalcularConsumo1.pdf>, accedido el 22 de diciembre de 2014.

STIGLITZ, J. (2003). *La Economía del Sector Público*, 3ª Edición, pp. 91-107 y pp. 247-278.

Superintendencia Nacional de Administración Tributaria y Aduanas – Sunat. *Aplicativo para descargar información de importaciones*. Disponible en <http://www.aduanet.gob.pe/cl-ad-itestdesp/FrmConsultaSumin.jsp?tcon=E> Accedido el 26 de diciembre de 2014.

TIROLE, J. (1988) *The Theory of Industrial Organization*, MIT Press, Cap. 7.

U.S. Department of Energy - DOE (2014). *Residential Refrigerators and Freezers*. Disponible en http://www1.eere.energy.gov/buildings/appliance_standards/product.aspx/productid/43, accedido el 6 de marzo de 2015.

WAIDE, P. (2001). *Findings of the Cold II SAVE Study to Revise Cold Appliance Energy Labeling and Standards in the EU*. PW Consulting, pp. 376-389. Disponible en http://www.eceee.org/library/conference_proceedings/eceee_Summer_Studies/2001/Panel_5/p5_16/paper, accedido el 13 de marzo de 2015.



ANEXOS

Anexo 1 APROXIMACIÓN DEL VOLUMEN DE NUEVAS ADQUISICIONES POR IMPORTACIONES

Con el objeto de brindar un detalle formal de los ahorros en costos que generaría la implementación de un reglamento de etiquetado de eficiencia energética en refrigeradoras, frente a un escenario conservador sin reglamento de etiquetado de eficiencia energética, se consideraron las siguientes variables:

P_t : Población en el período "t"

δ : Tasa de crecimiento promedio anual de la población

H_t : Número de hogares en el período "t"

$\bar{\alpha}$: Número promedio de personas por hogar

$\bar{\beta}$: Porcentaje promedio de hogares con refrigeradoras

N_t : Número de refrigeradoras en el período "t"

DI_t : Demanda interna de refrigeradoras (en número de refrigeradoras) en el período "t"

O_t : Oferta de refrigeradoras producidas por empresas domésticas (en número de refrigeradoras) en el período "t"

X_t : Exportaciones de refrigeradoras producidas por empresas domésticas (en número de refrigeradoras) en el período "t"

I_t : Importaciones de refrigeradoras (en número de refrigeradoras) en el período "t"

Re_t : Refrigeradoras nuevas adquiridas por renovación en el período "t"

Nu_t : Refrigeradoras nuevas adquiridas por hogares nuevos en el período "t"

ρ : Porcentaje promedio de reemplazo de refrigeradoras

G_t^S : Gasto monetario por consumo de energía eléctrica de refrigeradoras en el período "t", sin reglamento de etiquetado

G_t^C : Gasto monetario por consumo de energía eléctrica de refrigeradoras en el período "t", con reglamento de etiquetado

\bar{c}^S : Consumo de energía eléctrica promedio de una refrigeradora durante un año (en kW/h), sin reglamento de etiquetado

\bar{c}^C : Consumo de energía eléctrica promedio de una refrigeradora durante un año (en kW/h), con reglamento de etiquetado

\bar{p} : Precio promedio por consumo de energía eléctrica (en Nuevos Soles por kW/h)



\bar{k} : Consumo de energía eléctrica promedio de una refrigeradora (en kW/h), sin reglamento de etiquetado

\bar{h} : Número de horas promedio de funcionamiento de una refrigeradora durante el día

\bar{y} : Número de días del año

$\bar{\epsilon}$: Porcentaje de ahorro de energía de las refrigeradoras nuevas respecto a las antiguas

La población (número de personas) en el período “t” puede estimarse a partir de un valor inicial de la población y la tasa de crecimiento promedio anual de la población, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$P_t = P_{t-1} + \delta(P_{t-1}) = (1 + \delta) * P_{t-1} \quad (A1-1)$$

Definida la población del período “t”, procedemos a determinar el número promedio de hogares, teniendo en cuenta el número promedio de personas por hogar:

$$H_t = \frac{P_t}{\bar{\alpha}} \quad (A1-2)$$

En ese sentido, el número de refrigeradoras puede expresarse como el número de hogares multiplicado por el porcentaje promedio de hogares con refrigeradoras, tal y como se expone a continuación:

$$N_t = H_t * \bar{\beta} \quad (A1-3)$$

Reemplazando la expresión (A1-2) y (A1-3), obtendremos la siguiente ecuación (A1-4):

$$N_t = \frac{P_t}{\bar{\alpha}} * \bar{\beta} \quad (A1-4)$$

$$N_t = \frac{P_{t-1} + \delta(P_{t-1})}{\bar{\alpha}} * \bar{\beta} \quad (A1-5)$$

$$N_t = \left[\frac{P_{t-1}}{\bar{\alpha}} + \frac{\delta(P_{t-1})}{\bar{\alpha}} \right] * \bar{\beta} \quad (A1-6)$$

$$N_t = [H_{t-1} + \delta * H_{t-1}] * \bar{\beta} \quad (A1-7)$$

$$N_t = [H_{t-1} + \delta * H_{t-1}] * \bar{\beta} \quad (A1-8)$$

$$N_t = N_{t-1} + \delta * N_{t-1} \quad (A1-9)$$

De otro lado, se tiene que la demanda interna de refrigeradoras es igual a la producción interna menos la exportación más la importación:

$$DI_t = O_t - X_t + I_t \quad (A1-10)$$



Si consideramos que la producción interna y la exportación de refrigeradoras son iguales a cero, consecuentemente la demanda interna de nuevas refrigeradoras sería igual a lo importado:

$$DI_t = I_t \quad (A1-11)$$

En línea con la ecuación (A1-11), es posible indicar que la importación abastecería tanto a la demanda de refrigeradoras por renovación como a la demanda de refrigeradoras proveniente de hogares nuevos:

$$I_t = Re_t + Nu_t \quad (A1-12)$$

A su vez, la demanda de refrigeradoras por renovación sería igual a un porcentaje promedio de reemplazo “natural” por el número de refrigeradas del período pasado:

$$Re_t = \rho * N_{t-1} \quad (A1-13)$$

Mientras que el número de refrigeradoras demandadas por los nuevos hogares sería igual a la tasa de crecimiento promedio de la población por el número de refrigeradoras del período anterior:

$$Nu_t = N_t - N_{t-1} = \delta * N_{t-1} \quad (A1-14)$$

En ese sentido, reemplazando (A1-13) y (A1-14) en (A1-12), es posible representar la importación de refrigeradoras del período “t” como se muestra a continuación:

$$I_t = \rho * N_{t-1} + \delta * N_{t-1} \quad (A1-15)$$

Asimismo, es posible emplear la ecuación (A1-9), para expresar la demanda de refrigeradoras por renovación (A1-13) en función de la inversión y del número de refrigeradoras (lo cual es equivalente a reemplazar $\rho * N_{t-1}$ por Re_t en la expresión anterior), obteniéndose la siguiente formulación:

$$N_t = N_{t-1} + Re_t - Re_t + \delta * N_{t-1} \quad (A1-16)$$

$$N_t = N_{t-1} - Re_t + Re_t + \delta * N_{t-1} \quad (A1-17)$$

$$N_t = N_{t-1} - Re_t + I_t \quad (A1-18)$$

$$Re_t = N_{t-1} - N_t + I_t \quad (A1-19)$$

$$Re_t = I_t - (N_t - N_{t-1}) \quad (A1-20)$$

$$Re_t = I_t - (N_{t-1} + \delta * N_{t-1} - N_{t-1}) \quad (A1-21)$$



$$Re_t = I_t - \delta * N_{t-1} \quad (A1-22)$$

Definidas las variables relevantes, a continuación se formula la expresión del gasto en consumo de energía de las refrigeradoras bajo una situación sin reglamento de etiquetado de eficiencia energética, en función al i) número de refrigeradoras, ii) el consumo promedio anual de energía eléctrica de una refrigeradora bajo una situación sin reglamento de etiquetado de eficiencia energética en refrigeradoras (en Kw) y iii) el precio promedio unitario de la energía eléctrica (en Nuevos Soles por kw):

$$G_t^S = N_t * \bar{c}^S * \bar{p} \quad (A1-23)$$

Teniendo en cuenta la expresión (18), es posible desagregar la ecuación 23, conforme a lo siguiente:

$$G_t^S = [N_{t-1} - Re_t + I] * \bar{c}^S * \bar{p} \quad (A1-24)$$

$$G_t^S = (N_{t-1} - Re_t) * \bar{c}^S * \bar{p} + I_t * \bar{c}^S * \bar{p} \quad (A1-25)$$

En contraste, el gasto en consumo de energía de las refrigeradoras bajo una situación con reglamento de etiquetado de eficiencia energética se expresaría de la siguiente manera:

$$G_t^C = (N_{t-1} - Re_t) * \bar{c}^S * \bar{p} + I_t * \bar{c}^C * \bar{p} \quad (A1-26)$$

Es posible estimar el consumo de energía de las refrigeradoras bajo una situación con reglamento, en función del consumo de energía de las refrigeradoras bajo una situación sin reglamento y a un factor de ajuste por eficiencia basado en la evidencia empírica:

$$\bar{c}^C = \bar{c}^S * (1 - \bar{\varepsilon}) \quad (A1-27)$$

$$G_t^C = (N_{t-1} - Re_t) * \bar{c}^S * \bar{p} + I_t * [\bar{c}^S * (1 - \bar{\varepsilon})] * \bar{p} \quad (A1-28)$$

En ese sentido, teniendo en cuenta las expresiones (A1-28) y (A1-25), el ahorro de dinero producido por el etiquetado de eficiencia energética se definiría de la siguiente manera:

$$G_t^C - G_t^S = \{(N_{t-1} - Re_t) * \bar{c}^S * \bar{p} + I_t * [\bar{c}^S * (1 - \bar{\varepsilon})] * \bar{p}\} - [(N_{t-1} - Re_t) * \bar{c}^S * \bar{p} + I_t * \bar{c}^S * \bar{p}] \quad (A1-29)$$

$$G_t^C - G_t^S = I_t * [\bar{c}^S * (1 - \bar{\varepsilon})] * \bar{p} - I_t * \bar{c}^S * \bar{p} \quad (A1-30)$$

$$G_t^C - G_t^S = I_t * \bar{p} * [\bar{c}^S * (1 - \bar{\varepsilon}) - \bar{c}^S] \quad (A1-31)$$

$$G_t^C - G_t^S = -I_t * \bar{p} * \bar{c}^S * \bar{\varepsilon} \quad (A1-32)$$

En ese sentido, el valor presente del flujo de ahorros en gasto de energía (gastos negativos) quedaría expresado de la siguiente manera:



$$\text{Valor Presente} = \sum_{t=0}^{t=n} \frac{G_t^c - G_t^s}{(1 + \bar{r})^t} = \sum_{t=0}^{t=n} \frac{I_t * \bar{p} * (\bar{c}^c - \bar{c}^s)}{(1 + \bar{r})^t}$$

(A1-33)

$$\text{Valor Presente} = \sum_{t=0}^{t=n} \frac{G_t^c - G_t^s}{(1 + \bar{r})^t} = - \sum_{t=0}^{t=n} \frac{I_t * \bar{p} * \bar{c}^s * \bar{\epsilon}}{(1 + \bar{r})^t}$$

(A1-34)

Cabe precisar que el consumo promedio de energía eléctrica (en Kw) bajo una situación sin etiquetado de eficiencia energética (\bar{c}^s) se calcula a partir del consumo de energía eléctrica promedio de una refrigeradora por hora (en kw/hora) (k), multiplicado por el número promedio de horas de funcionamiento de una refrigeradora (h) y por el número de días que tiene un año (\bar{y}):

$$\bar{c}^s = \bar{k} * \bar{h} * \bar{y}$$

(A1-35)

En ese sentido, finalmente el valor presente del flujo de ahorros en gasto de energía (gastos negativos) se expresaría de la siguiente manera:

$$\text{Valor Presente} = \sum_{t=0}^{t=n} \frac{G_t^c - G_t^s}{(1 + \bar{r})^t} = - \sum_{t=0}^{t=n} \frac{I_t * \bar{p} * \bar{k} * \bar{h} * \bar{y} * \bar{\epsilon}}{(1 + \bar{r})^t}$$

(A1-36)

Es importante destacar que bajo los supuestos considerados, se ha verificado que es posible determinar el valor presente del flujo de ahorros en gasto de energía (gastos negativos), en función de las importaciones de refrigeradoras (I_t) del porcentaje de ahorro de energía de las refrigeradoras nuevas respecto de las antiguas ($\bar{\epsilon}$), entre otros factores. Ello quiere decir que podría esperarse un mayor ahorro de energía ante una mayor la demanda de refrigeradoras nuevas con mejor estándar de eficiencia (en desmedro de la demanda de refrigeradoras antiguas o con bajos niveles de eficiencia) y naturalmente en la medida que el nivel de eficiencia logrado por estas refrigeradoras sea mucho más alto.

Anexo 2

APROXIMACIÓN CONCEPTUAL DE LAS DECISIONES DEL CONSUMIDOR

Supongamos que la utilidad del consumidor, o más precisamente del hogar, por adquirir un producto duradero, por ejemplo una refrigeradora, depende del tipo de refrigeradora, donde “1” corresponde a una refrigeradora de bajo consumo energético y “0” a una de alto consumo. Supongamos adicionalmente que la utilidad es lineal en dos aspectos fundamentales, i) el precio de las refrigeradoras, P y ii) en el nivel de renta del hogar m_i , donde “i” representa precisamente la identidad de un hogar.

Las respectivas utilidades pueden expresarse de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} U_{1i} &= -\alpha P_{1,i} + \beta_1 m_i + \gamma_1 + \varepsilon_{1i} \\ U_{0i} &= -\alpha P_{0,i} + \beta_0 m_i + \gamma_0 + \varepsilon_{0i} \end{aligned} \quad (\text{A2-1})$$

Donde, α , β 's son coeficientes desconocidos y k_1 y k_0 reflejan el efecto propio del Etiquetado sobre la decisión de consumo de una refrigeradora de bajo consumo o alto consumo respectivamente. Por ejemplo, este parámetro puede estar absorbiendo el efecto derivado de ahorro esperado en el gasto de consumo energético. Asimismo, ε_{1i} y ε_{0i} son variables aleatorias no observables que incorporan otros factores del hogar que explican la decisión de consumo. Un hogar “i” decidirá escoger adquirir una refrigeradora de bajo consumo siempre que:

$$U_{1i} > U_{0i} \quad (\text{A2-2})$$

Incluyendo (A2-1) en (A2-2):

$$-\alpha P_{1,i} + \beta_1 m_i + \gamma_1 + \varepsilon_{1i} > -\alpha P_{0,i} + \beta_0 m_i + \gamma_0 + \varepsilon_{0i} \quad (\text{A2-3})$$

Reordenando esta ecuación en términos de la diferencia en los elementos aleatorios no observables:

$$\varepsilon_{0i} - \varepsilon_{1i} < -\alpha(P_{1,i} - P_{0,i}) + (\beta_1 - \beta_0)m_i + (\gamma_1 - \gamma_0) \quad (\text{A2-4})$$

Típicamente se pueden simplificar estas expresiones utilizando la siguiente notación: $\beta \equiv \beta_1 - \beta_0$ y $\gamma \equiv \gamma_1 - \gamma_0$, donde β refleja el efecto diferencial de la renta en la decisión de consumo y k es el efecto medio, o esperado, del Etiquetado sobre el diferencial de utilidad derivado de la adquisición de un producto de bajo consumo energético frente a uno de alto consumo.

Ahora, es posible definir la probabilidad de adquirir un producto de bajo consumo, asumiendo una función de distribución de probabilidades para la diferencia en las variables aleatorias $\varepsilon_{0i} - \varepsilon_{1i}$, que en general podemos denotar $F_\varepsilon(\cdot)$:

$$\text{Prob}(U_{1i} > U_{0i}) = F_\varepsilon(-\alpha(P_{1,i} - P_{0,i}) + \beta m_i + \gamma) \quad (\text{A2-5})$$

En la realidad, solo podríamos esperar observar la decisión final de consumo del hogar “i”, la misma que puede registrarse definiendo la variable binaria:

$$\begin{aligned} I_i &= 1 \text{ si } U_{1,i} > U_{0,i} \text{ si el hogar adquirió un producto de bajo consumo} & (A2-6) \\ I_i &= 0 \text{ si } U_{1,i} \leq U_{0,i} \text{ en cualquier otra circunstancia} \end{aligned}$$

De esta manera, podemos definir la probabilidad de adquirir una refrigeradora de bajo consumo, utilizando:

$$\text{Prob}(I_i = 1 | P_{1,i} - P_{0,i}, m_i, \gamma) = F_\varepsilon(-\alpha(P_{1,i} - P_{0,i}) + \beta m_i + \gamma) \quad (A2-7)$$

La forma más sencilla de definir la distribución de probabilidades $F_\varepsilon(\cdot)$ es a través una especificación lineal, de modo que:

$$\text{Prob}(I_i = 1 | P_{1,i} - P_{0,i}, m_i, \gamma) = -\alpha(P_{1,i} - P_{0,i}) + \beta m_i + \gamma \quad (A2-8)$$

El efecto γ puede capturarse definiendo una variable dicotómica de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} E_i &= 1 \text{ si la decisión de consumo se dio después de la introducción del etiquetado} \\ E_i &= 0 \text{ si la decisión se dio antes} \end{aligned}$$

De este modo la expresión (A2-8) se puede redefinir de la siguiente forma:

$$\text{Prob}(I_i = 1 | P_{1,i} - P_{0,i}, m_i, E_i) = -\alpha(P_{1,i} - P_{0,i}) + \beta m_i + \gamma E_i \quad (A2-9)$$

Esta formulación es conveniente debido a que el efecto esperado del Etiquetado sobre la probabilidad de adquirir un refrigerador de bajo consumo se expresaría de manera sencilla como la probabilidad condicional de adquirir el producto con y sin etiquetado, dejando el resto de variables constante, es decir:

$$\text{Prob}(I_i = 1 | P_{1,i} - P_{0,i}, m_i, E_i = 1) - \text{Prob}(I_i = 1 | P_{1,i} - P_{0,i}, m_i, E_i = 0) = \gamma$$

En otras palabras γ es el efecto causal del etiquetado sobre el cambio en la probabilidad de consumir una refrigeradora de bajo consumo, el mismo que puede estimarse mediante un modelo de regresión lineal simple con variable dependiente limitada binaria.

En términos del modelo desarrollado en la Sección 1:

$$\gamma = (p^e - p)$$

Obtener un estimado de γ requeriría observar una muestra representativa de decisiones de consumo, para el caso peruano, antes y después del etiquetado, cosa que no es posible debido a que la medida aún no se ha puesto en práctica. Sin embargo, siguiendo la lógica de lo discutido en este anexo, es posible aproximar este valor de las experiencias internacionales a las que se ha tenido acceso.

Anexo 3

LAS IMPORTACIONES DE REFRIGERADORAS EN EL PERÚ

Los proveedores de refrigeradoras en el mercado peruano son principalmente empresas importadoras, en la medida que no se encuentran registros oficiales de producción interna. En ese sentido, cuando hablamos de ofertantes de refrigerados nos estamos refiriendo principalmente a aquellos importadores de refrigeradoras que comercializan en el mercado peruano²⁸.

Aunque no existen registros oficiales, es importante destacar el caso de la empresa Indurama (de capitales ecuatorianos), en la medida que dicha empresa tendría una planta de ensamblaje de electrodomésticos en el Perú, con capacidad de ensamblar refrigeradoras²⁹.

Las empresas importadoras venderían sus productos (refrigeradoras) al consumidor final en los siguientes puntos de venta: Tiendas por departamento (entre los principales se encuentran Ripley y Saga Falabella, ambos de capitales chilenos), supermercados e hipermercados (entre los principales se encuentran Metro, Plaza Vea y Tottus) y tiendas especializadas en electrodomésticos (por ejemplo, Hiraoka y Tiendas Efe).

En ese sentido, una aproximación a las ventas³⁰ de refrigeradoras en el Perú constituye las importaciones de este producto. Cabe descartar que del total de importaciones de productos de refrigeración en el año 2013 (562 865 unidades)³¹, el 87,41% (492 010) fueron del tipo refrigerador/congelador, el 7,21% (40 565 unidades) fueron conservadores, el 1,08% (6 084 unidades) fueron friobar y el 0,83% (4 674 unidades) neveras. El 3,47% (19 532 unidades) se distribuyeron entre conservadores de vino, conservadores de bebidas y otros.

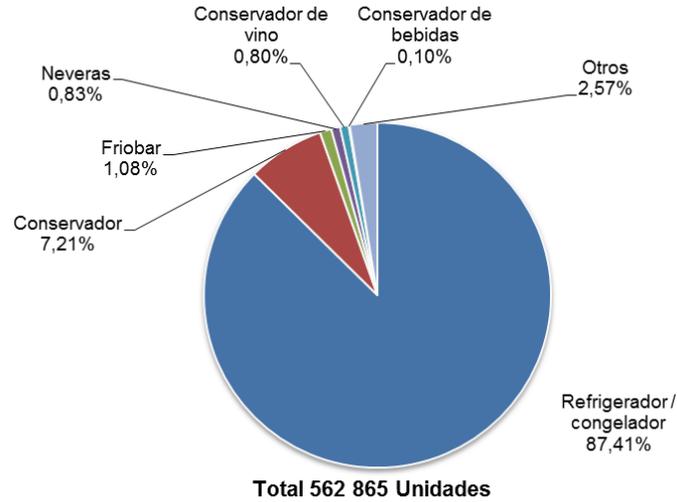
²⁸ Por ejemplo, para fines de nuestro análisis no consideraremos por ejemplo las importaciones de entidades del Estado.

²⁹ Ver por ejemplo: <<http://www.indurama.com/Paises/Peru/Acerca-de-Indurama/Sobre-Nosotros>>, accedido el 31 de diciembre de 2014.

³⁰ No se disponía de información de ventas de refrigeradoras al momento de la redacción de este informe.

³¹ Comprende los productos contenidos en la familia de las partidas arancelarias: 841810, 841821, 841829, 841830, 841840, 841850.

Gráfico A3-1
IMPORTACIONES DE REFRIGERADORAS, CONGELADORAS Y SIMILARES, AÑO
2013
(EN UNIDADES)



Nota: Comprende los productos contenidos en la familia de las partidas arancelarias: 841810, 841821, 841829, 841830, 841840, 841850.

Fuente: Superintendencia Nacional de Aduanas y Administración Tributaria.

Elaboración: Gerencia de Estudios Económicos del Indecopi.

De acuerdo con el Cuadro A3-1, los principales países proveedores de aparatos de refrigeración al mercado peruano en el año 2013 son China (26,97% del total importado), México (19,03%) y Colombia (15,68%). Entre los principales importadores se tienen: Mabe Perú S.A. (19,10%), Samsung Electronics Perú S.A.C. (16,73%) y LG Electronics Perú S.A. (15,26%).

Cuadro A3-1
IMPORTACIONES DE REFRIGERADORAS, CONGELADORAS Y SIMILARES POR
PRINCIPALES PAÍSES Y EMPRESAS IMPORTADORAS, AÑO 2013
(EN UNIDADES)

País	Unidades	Part. %	Importador	Unidades	Part. %
China	151 787	26,97%	Mabe Perú S.A.	107 520	19,10%
México	107 133	19,03%	Samsung Electronics Perú S.A.C.	94 191	16,73%
Colombia	88 261	15,68%	LG Electronics Perú S.A.	85 884	15,26%
Indonesia	77 743	13,81%	Electrolux del Perú S.A.	63 205	11,23%
Ecuador	31 358	5,57%	Dongbu Daewoo Electronics Corporation Perú	60 996	10,84%
Tailandia	30 567	5,43%	Electroandina Industrial S.A.C.	31 358	5,57%
Otros	76 016	13,51%	Otros	119 711	21,27%
Total	562 865	100,00%	Total	562 865	100,00%

Nota: No implica relación biunívoca entre el país y la firma importadora.

Fuente: Superintendencia Nacional de Aduanas y Administración Tributaria.

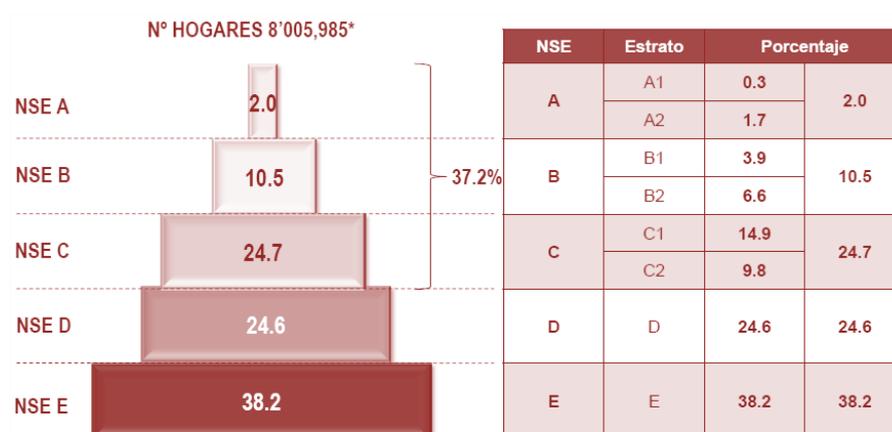
Elaboración: Gerencia de Estudios Económicos del Indecopi.

Anexo 4 EL CONSUMO DE ENERGÍA DE LAS REFRIGERADORAS EN EL PERÚ

Los consumidores potenciales de refrigeradoras son los hogares peruanos³², los cuales adquieren refrigeradoras en los puntos de venta (tiendas por departamento, supermercados y tiendas especializadas en electrodomésticos), provenientes principalmente de las importaciones.

Tal como se muestra en el Gráfico A4-1, se ha considerado la clasificación de los hogares, según niveles socioeconómicos (NSE) realizada por la Asociación Peruana de Empresas de Investigación de Mercados³³, la que a su vez se sustentan en la Encuesta Nacional de Hogares (Enaho) del año 2013. Así, el número de hogares (potenciales demandantes de refrigeradoras en el mercado peruano) ascendería a 8 005 985 considerando tanto hogares urbanos como rurales.

**Gráfico A4-1
PARTICIPACIÓN DE LOS HOGARES PERUANOS POR NIVELES SOCIOECONÓMICOS, AÑO 2013**



Fuente: Asociación Peruana de Empresas de Investigación de Mercados (APEIM). *Niveles Socioeconómicos 2014*. Pág. 17.

En el Cuadro A4-2 se realiza un breve resumen del gasto promedio mensual de los hogares por NSE. Así, en el NSE A la participación del gasto en combustible y electricidad (el cual incluye la facturación de los hogares por consumo de energía en refrigeradoras) en relación al gasto promedio mensual efectuado por los hogares fue de 7,63%, el cual es menor para los niveles socioeconómicos C (7,01%), D (6,64%) y E (4,36%).

³² Según la Asociación Peruana de Empresas de Investigación de Mercados (Apeim), sobre la base de la ENAHO 2013, en el año 2013 existían en el Perú un total de 8 005 985 hogares.

³³ Asociación Peruana de Empresas de Investigación de Mercados (APEIM). *Niveles Socioeconómicos 2014*. Lima. Ver <<http://www.apeim.com.pe/wp-content/themes/apeim/docs/nse/APEIM-NSE-2014.pdf>>, accedido el 23 de diciembre de 2014.

Cuadro A4-2
GASTO E INGRESO FAMILIAR PROMEDIO MENSUAL POR NIVELES
SOCIOECONÓMICOS, AÑO 2013
(EN NUEVOS SOLES)

Artefacto	Total	NSE A	NSE B	NSE C	NSE D	NSE E
Gasto promedio en alquiler de vivienda, combustible, electricidad y conservación de la vivienda (A)	137,00	355,00	355,00	188,00	118,00	45,00
Promedio general del gasto familiar (B)	2 079,00	4 653,00	4 653,00	2 682,00	1 778,00	1 032,00
Promedio general del ingreso familiar (D)	2 541,00	6 264,00	6 264,00	3 358,00	2 087,00	1 077,00
A/B	6,59%	7,63%	7,63%	7,01%	6,64%	4,36%
A/D	5,39%	5,67%	5,67%	5,60%	5,65%	4,18%

Fuente: Asociación Peruana de Empresas de Investigación de Mercados (Apeim).

Elaboración: Gerencia de Estudios Económicos del Indecopi.

El Cuadro A4-3 muestra el porcentaje de hogares por NSE que cuenta con refrigeradora. Por ejemplo, para los NSE A y B la proporción de hogares que cuentan con refrigeradora está por encima del 97%. No obstante, la participación se reduce notoriamente cuando se hace referencia a los NSE C (87,00%), D (53,70%) y E (10,60%). Asimismo, el Cuadro A4-3 presenta la participación de los hogares que cuentan con otros artefactos de línea blanca, como por ejemplo: Cocina a gas, horno microondas y lavadora.

Cuadro A4-3
PARTICIPACIÓN DE LOS HOGARES PERUANOS QUE CUENTAN CON
ELECTRODOMESTICOS DE LINEA BLANCA, AÑO 2013
(EN PORCENTAJE)

Artefacto	Total	NSE A	NSE B	NSE C	NSE D	NSE E
Cocina a gas	78,70%	92,40%	97,60%	97,30%	92,40%	54,20%
Horno microondas	21,40%	96,30%	78,40%	40,40%	8,40%	0,60%
Lavadora	24,70%	97,00%	83,40%	49,30%	11,10%	0,80%
Refrigeradora/congelador	49,40%	99,50%	97,20%	87,00%	53,70%	10,60%

Fuente: Asociación Peruana de Empresas de Investigación de Mercados (Apeim).

Elaboración: Gerencia de Estudios Económicos del Indecopi.

Cabe destacar que, de acuerdo con información estadística del Ministerio de Energía y Minas del Perú (Minem), y del Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (Osinermin)³⁴, se ha estimado que en el año 2013 el consumo mensual de

³⁴ Ver Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería – Osinermin. *Guía para Calcular el Consumo Eléctrico Doméstico*. Disponible en <<http://www.osinerg.gob.pe/newweb/uploads/GFE/GuiaCalcularConsumo1.pdf>>, accedido el 22 de diciembre de 2014.



una refrigeradora en el hogar era aproximadamente 77 kilowatts³⁵, lo cual equivaldría a una facturación mensual de alrededor de 25,44 Nuevos Soles³⁶.

³⁵ Se consideró una operación diaria de 10 horas para los niveles socioeconómicos A, B y C y de ocho horas diarias para los niveles socioeconómicos D y E, un mes de 30 días y una potencia en kilowatt/hora de aproximadamente 0,27 (273,94 watt).

³⁶ Para calcular la facturación mensual (nuevos soles) se multiplica el consumo mensual de energía (kilowatt/hora) por el costo de la energía (S/. 0,33 por kilowatt/hora).



Anexo 5
PRINCIPALES SUPUESTOS ASUMIDOS EN EL ANÁLISIS

Supuesto	Parámetro
Potencia eléctrica promedio de una refrigeradora (en Watt/hora)	273,94
Potencia eléctrica promedio de una refrigeradora (en Kilowatt/hora)	0,27394
Tiempo de funcionamiento diario promedio de una refrigeradora (en horas)	9,32
Costo de la energía residencial, con tarifa BTB (tarifa con simple medición de energía 1E) (en Nuevos Soles por Kilowatt)	0,33
Número de refrigeradoras promedio por hogar (en unidades)	1,00
Número de días considerados en un año para efectos de la estimación del consumo de energía (en unidades)	360,00
Porcentaje de ahorro energético de una refrigeradora bajo una situación con reglamento de etiquetado de eficiencia energética respecto a una situación sin reglamento de etiquetado de eficiencia energética (en porcentaje)	7,00%
Porcentaje de hogares que adquirirían refrigeradoras más eficientes bajo una situación con reglamento de etiquetado de eficiencia energética (en porcentaje)	0,33%
Porcentaje de ahorro energético esperado en una situación con reglamento de etiquetado de eficiencia energética respecto a una situación sin reglamento de etiquetado de eficiencia energética (en porcentaje)	2,33%
Número de refrigeradoras importadas en el año 2013 (en unidades)	492 010,00
Porcentaje de refrigeradoras importadas que no se venden durante el mismo año de importación (porcentaje)	0,00%
Participación de hogares del NSE A (en porcentaje)	2,00%
Participación de hogares del NSE B (en porcentaje)	10,50%
Participación de hogares del NSE C (en porcentaje)	24,70%
Participación de hogares del NSE D (en porcentaje)	24,60%
Participación de hogares del NSE E (en porcentaje)	38,20%
Participación de hogares con refrigeradora en el NSE A (en porcentaje)	99,50%
Participación de hogares con refrigeradora en el NSE B (en porcentaje)	97,20%
Participación de hogares con refrigeradora en el NSE C (en porcentaje)	87,00%
Participación de hogares con refrigeradora en el NSE D (en porcentaje)	53,70%
Participación de hogares con refrigeradora en el NSE E (en porcentaje)	10,60%

Continúa...



PRINCIPALES SUPUESTOS ASUMIDOS EN EL ANÁLISIS

Supuesto	Conclusión Parámetro
Potencia eléctrica promedio de una refrigeradora en hogares del NSE A (en Kilowatt/hora)	0,35
Potencia eléctrica promedio de una refrigeradora en hogares del NSE B (en Kilowatt)	0,35
Potencia eléctrica promedio de una refrigeradora en hogares del NSE C (en Kilowatt)	0,25
Potencia eléctrica promedio de una refrigeradora en hogares del NSE D (en Kilowatt)	0,25
Potencia eléctrica promedio de una refrigeradora en hogares del NSE E (en Kilowatt) ^{1/}	0,25
Tiempo de funcionamiento diario promedio de una refrigeradora en el NSE A (en horas)	10,00
Tiempo de funcionamiento diario promedio de una refrigeradora en el NSE B (en horas)	10,00
Tiempo de funcionamiento diario promedio de una refrigeradora en el NSE C (en horas)	10,00
Tiempo de funcionamiento diario promedio de una refrigeradora en el NSE D (en horas)	8,00
Tiempo de funcionamiento diario promedio de una refrigeradora en el NSE E (en horas) ^{1/}	8,00
Emissiones promedio de CO2 de una refrigeradora por Kilowatt-hora (en gramos)	650,00
Emissiones promedio de CO2 de una refrigeradora por mes (en Kg)	181,79
Tasa de crecimiento promedio anual de la población peruana para el quinquenio 2015 - 2019	1,05%
Número de personas por hogar desde el año 2014 en adelante	3,81
Población peruana en el año 2014	30814175,00
Número de hogares peruanos en el año 2013	8005985,00
Tasa de crecimiento promedio anual de las importaciones de electrodomésticos para el quinquenio 2015-2019	1,05%
Costo de oportunidad anual (en porcentaje)	9,00%

1/. Se asumen los parámetros considerados en para el NSE E.

Fuente: Apeim, Osinerming, MINEM, INEI, MEF.

Elaboración: Gerencia de Estudios Económicos del Indecopi.