

LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LOS ELECTRODOMÉSTICOS EN LA ARGENTINA

Gautam Dutt, Carlos Tanides y Mario Brugnoli

Grupo Energía y Ambiente (GEA) Depto. de Electrotecnia
Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires
Paseo Colón 850, (1063) Capital Federal
fax: (01) 331-0129; email: gea@aleph.fi.uba.ar

RESUMEN

En estudios anteriores se ha determinado que la iluminación, la conservación de alimentos, la televisión, la calefacción y el aire acondicionado representan la mayor parte del consumo de energía eléctrica del hogar. Durante el año 1995, nuestro grupo recopiló las características técnicas de distintos modelos de los siguientes equipos electrodomésticos en venta en la Argentina: heladeras, freezers, aire acondicionado, bombas de calor, lavarropas, secarropas, lavavajillas, calefactores y calentadores de agua. En este trabajo se analizan las características de los primeros cinco equipos desde la perspectiva de la eficiencia energética.

INTRODUCCIÓN

El sector doméstico tiene una creciente participación en la demanda de energía eléctrica en el país. Por otro lado, la experiencia internacional revela que este sector también representa algunas de las oportunidades más importantes y más rentables para el uso eficiente de la energía.[1,2] Sin embargo, existen pocos datos sobre la magnitud del consumo de los distintos artefactos electrodomésticos en uso en la Argentina. En otro estudio hemos iniciado la estimación de estos valores, en base a encuestas y mediciones directas en una muestra de hogares.[3] Para complementar ese estudio—referente a artefactos actualmente en uso en los hogares—, también hicimos un relevamiento de las marcas y los modelos de aparatos electrointensivos, disponibles en el mercado nacional. Con tal fin, se visitaron puntos de venta, fabricantes e importadores de dichos artefactos para recopilar tanto los datos técnicos como los precios de los distintos modelos en venta en Buenos Aires. Nuestro relevamiento intentó abarcar todos los modelos en los siguientes rubros de electrodomésticos: *heladeras y freezers, aire acondicionado y bombas de calor, lavarropas, secarropas y lavavajillas*. También se relevó una muestra menor de equipos de calefacción y de calentamiento de agua.

OBSERVACIONES GENERALES SOBRE EL RELEVAMIENTO

Después de la apertura de la economía argentina a la importación en los años 1990 —y en menor medida por la zona de libre comercio del Mercosur— aumentaron la variedad y cantidad de artefactos eléctricos importados —los electrodomésticos entre ellos—. De hecho, la mayoría de los modelos son importados, aunque esta proporción no se mantiene cuando se trata del volumen de venta. Diferentes modelos del mismo tipo de artefacto (por ej. lavarropas) de la misma marca (por ej. General Electric) pueden provenir de distintos países. Aún para artefactos de fabricación nacional, es posible que el diseño provenga de algún otro país, particularmente cuando se trata de equipos electrónicos. Esta globalización de la producción hace más difícil la instrumentación de programas para promover el uso eficiente de energía.

Si bien la liberalización de la importación abre la posibilidad de que productos de alta eficiencia a nivel internacional estén disponibles en el mercado nacional, nuestro relevamiento no reveló casi ningún modelo con dicha cualidad. En los pocos casos que existían modelos de alta eficiencia, su rendimiento no era destacado en la comercialización de estos productos. Además, los datos técnicos, incluyendo índices de eficiencia, generalmente no estaban disponibles para potenciales compradores, aún cuando la reglamentación en el país de origen obligaría a que dicha información esté expuesta a la vista en el artefacto en los locales de venta.

Para todas las categorías de artefactos, tanto nacionales como importados, aún los datos más básicos —tales como el volumen interno de una heladera o la capacidad de enfriamiento de un equipo de aire acondicionado— no siempre son de fácil acceso para los compradores. A veces, algunos datos técnicos se encuentran dentro de un sobre sellado colocado en el artefacto, información no disponible antes de efectuar la compra. La chapa metálica con las características eléctricas (tensión, corriente y potencia máxima) se encuentra generalmente atrás del artefacto, a menudo fuera del alcance del comprador. Por esta razón, generalmente tuvimos que visitar al fabricante o importador para completar los datos.

En la base de datos, también se anotaron los precios, *en efectivo*. A menudo, el comercio ofrece financiamiento para la compra del equipo en varias cuotas mensuales, con tasas de interés típicas entre el 30% y el 40% anuales. Con niveles de inflación virtualmente cero en los últimos años, estas tasas son excesivamente altas. Los precios recopilados incluyen todos los impuestos, entre ellos el del valor agregado (IVA). Los precios se pueden interpretar como pesos o dólares norteamericanos, existiendo al día de la fecha paridad en el tipo de cambio.

HELADERAS Y FREEZERS

Estos equipos representan una proporción alta del consumo de energía en el sector residencial argentino. Nuestras estimaciones previas los responsabilizan por casi la tercera parte del total del sector.[1, 3] También tienen alto potencial de ahorro —por lo menos el 50% respecto al consumo actual— con inversiones rentables y tecnologías altamente difundidas a nivel internacional y bien al alcance de los fabricantes nacionales.[2, 4] En otro orden de cosas, la industria se encuentra en

transición debido a la necesidad de reemplazar los actuales clorofluorocarbonos (CFC) en uso tanto como refrigerante como componente del material aislante —dañinos a la capa estratosférica de ozono— por materiales sustitutos. Se ha propuesto la posibilidad de aprovechar esta oportunidad de reconversión para introducir mejoras en la eficiencia de los equipos al mismo tiempo que se reemplacen los CFC.

Este estudio será útil para establecer el estado de los equipos actualmente en venta, como punto de partida para iniciar el cambio.

La Norma IRAM 2120 [5] especifica la temperatura ambiental y otras condiciones para la medición del consumo energético y otras variables que determinan el desempeño de heladeras y freezers domésticos. Sólo en un puñado de modelos (de Whirlpool) el fabricante especifica el consumo del artefacto (kWh/día) y la temperatura en la cual fue hecha la medición. Muchos fabricantes especifican un valor de "consumo nominal", sin especificar las condiciones de medición. Al parecer, los valores no están basados en una medición normalizada: a menudo modelos con distintas capacidades volumétricas reportan tener el mismo valor de consumo nominal. Algunos fabricantes no proveen ninguna información sobre el consumo de energía. Fue de interés observar que algunos modelos declaraban ser de bajo consumo, pero en ninguno de los casos dicha declaración fue acompañada por los datos correspondientes. General Electric reportó que algunos de sus modelos consumían "45% menos", sin especificar ni el consumo de las unidades ni los modelos de referencia contra los que se lograba dicho ahorro.

Podríamos suponer, en principio, que las inversiones adicionales para mejorar la eficiencia de heladeras y freezers elevarían su costo respecto a modelos menos eficientes. Se puede explorar la relación precio-consumo para modelos con distintas capacidades graficando el precio unitario normalizado por capacidad (\$/litro) contra el consumo unitario normalizado de la misma manera (kWh/año/litro). Considerando los modelos de "heladeras con freezer" y "freezers" por separado para los cuales existen datos del consumo energético y precio, los resultados se muestran en las Fig. 1 y 2. La relación que uno esperaría —a menor consumo mayor precio (artefacto más eficiente)— no se observa. Aparentemente no hay relación alguna entre precio y consumo, estando el primero influenciado por otros factores. Comparaciones del mismo tipo realizadas en otros países han producido idénticos resultados (ver Figs. 7a, 7b y 7c de Ref. 6, para Suecia). Más sorprendente aún, ha sido la observación de que, en los Estados Unidos, el precio de heladeras, ajustado por la inflación, bajó un 20% entre 1970 y 1992, mientras que el consumo unitario bajó un 60% en el mismo lapso. [6] (La capacidad y demás prestaciones crecieron durante este período.) Todo sugiere que se podría reducir el consumo unitario de heladeras en la Argentina de 30 a 50% sin demasiado impacto sobre el precio de venta.

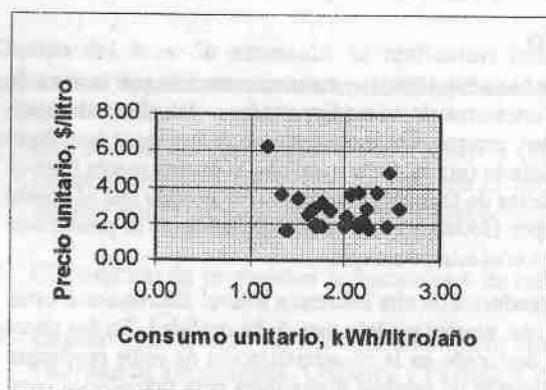


Fig. 1. La relación precio-consumo para 26 modelos de heladeras con freezer en el mercado argentino, con ambas variables normalizadas por el volumen bruto. El consumo normalizado tiene un rango de variación de dos a uno, mientras que el precio normalizado varía por un factor de cuatro, no existiendo correlación entre ambas variables. El tercer modelo más eficiente, corresponde a la industria nacional, tiene el menor costo de todos (ver puntos abajo a la izquierda).

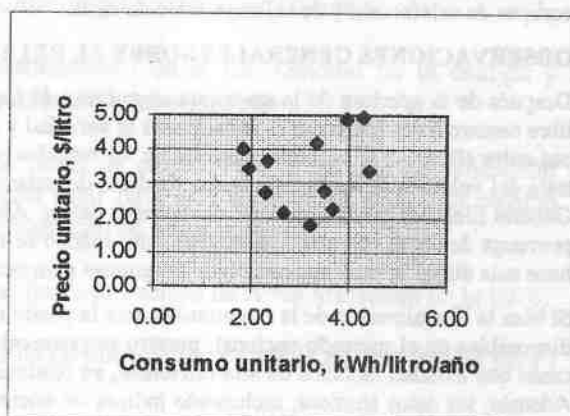


Fig. 2. La misma comparación que la Fig. 1, esta vez para 12 freezers. El consumo varía en un factor de dos, mientras que el precio en uno de tres, a la vez que ninguna relación se presenta entre las dos variables.

Sin lugar a dudas, las mediciones normalizadas del consumo unitario constituyen un prerequisite indispensable frente a cualquier programa para promover el uso eficiente de energía en estos artefactos. Una vez disponible los datos del consumo podrían mostrarse en etiquetas sobre los artefactos en el punto de venta. Dichas etiquetas existen en los Estados Unidos (desde 1980), la Unión Europea y un muchos otros países, incluyendo el Brasil. El sistema de etiquetado tiene que ser acompañado por programas de concientización popular a través de asociaciones de consumidores (por ej., Liga Asociación del Consumidor), asociaciones ambientales (por ej. Greenpeace), cámaras de fabricantes (Cámara Argentina de la Industria de Refrigeración y del Aire Acondicionado, CAIRAA), etc. coordinados por los organismos gubernamentales con ingerencia en el tema.

AIRE ACONDICIONADORES Y BOMBAS DE CALOR

Un rango amplio de modelos provenientes de un número reducido de fabricantes son comercializados en la Argentina. Los grandes supermercados y comercios de artículos para el hogar ofrecen algunos modelos, con poca información técnica. En comparación, los distribuidores generalmente ofrecen amplia selección de modelos y tienen catálogos y fichas técnicas. Con pocas excepciones, se indica la capacidad de enfriamiento, a veces especificando las condiciones de temperatura y humedad y las normas utilizadas para establecer las condiciones de prueba. Las unidades utilizadas dan lugar a confusión. Algunos modelos especifican capacidad de enfriamiento en "Btu/hora" (British Thermal Unit, unidad norteamericana, ex-británica), otros en "frigorias" (que significa kilocalorías por hora) o en "kW (térmico)". (Algunos fabricantes especifican los datos en las tres unidades.) Preferimos la última, que corresponde al Sistema Internacional (SI). Este valor dividido por la potencia eléctrica (también expresada en kW) es el "coeficiente de performance" (COP). La mayoría de los fabricantes reportaron el COP, aunque los fabricantes norteamericanos a veces utilizaban el índice EER (Energy Efficiency Ratio). EER, la unidad popular en los EEUU, se define como la capacidad de enfriamiento (en Btu/h) dividida por la potencia eléctrica (en W). Ya que 3,412 Btu/h es equivalente a 1 W, el EER es 3,412 veces el valor de COP correspondiente.

Para algunos modelos los fabricantes también especifican la capacidad de deshumidificación, en litros por hora. En algunos casos, se reporta el tipo de refrigerante, siempre R22, uno de los CFC a substituir. Las fichas técnicas no especifican la cantidad de gas utilizada, anotada en los manuales de mantenimiento, pero con pocas excepciones no tuvimos acceso a dicha información.

En los últimos años se han difundido modelos de aire acondicionado con la opción de calefacción, en la mayoría de los casos mediante una bomba de calor. Muchos fabricantes ofrecen modelos "frío sólo" o "frío/calor" en la mayoría de las capacidades. El único fabricante nacional (Surrey) relevado no ofrecía modelos de frío/calor. Los equipos de aire acondicionado nacionales reportaron bajos valores de COP, entre 1,65 y 2,26. Modelos coreanos ofrecidos bajo la misma marca reportaron valores substancialmente mejores. Equipos importados reportaron valores entre 2,26 a 3,2. Es sorprendente observar que *todos* los modelos importados son más eficientes que cualquier modelo nacional.

Cuando se ofrece calefacción con bomba de calor, los fabricantes generalmente tienen datos técnicos para esta opción. (La excepción notable fue York.) El índice de desempeño fue reportado como COP, aún por los norteamericanos. Los valores máximos y mínimos corresponden a distintos modelos del mismo fabricante. Los valores de COP reportados para calor y fríos son similares o idénticos.

Debemos hacer notar que los valores obtenidos corresponden a aquellos reportados por los fabricantes. En la actualidad se desconoce la existencia de un laboratorio nacional independiente para poder comprobar dichos valores. Además el COP depende de la temperatura y humedad, en el interior y exterior, y una comparación numérica entre fabricantes puede ser incorrecta si las condiciones de prueba no son similares. El COP real o estacional en uso dependería del rango de temperatura y humedad durante el verano y el invierno. Por esta razón, los valores de COP en los EEUU se reportaron como el EER estacional (SEER, para el verano) y el "Heating Season Performance Factor" (HSPF, para el invierno). Una comparación con los equipos más eficientes de los EEUU (1988) muestra que ninguno de los modelos en venta en la Argentina actualmente (1995-96) alcanza el rendimiento de los equipos más eficientes de los EEUU del año 1988.[8]

LAVARROPAS

Los lavarropas tradicionales en la Argentina son semi automáticos, con carga superior y tambor con eje vertical. Existen varios fabricantes nacionales (y ningún modelo importado), son de bajo costo y consumen poca energía. No calientan el agua y cuentan con un motor típicamente de 150 W, el que en un ciclo de lavado de 20 minutos sólo consume 0,05 kWh. Los lavarropas automáticos son generalmente de origen europeo, comercializados bajo una variedad de marcas. Los diseños para los dos fabricantes nacionales (Aurora y Longvie) también son europeos. Todos giran sobre el eje horizontal y la mayoría tiene carga frontal con una capacidad de 5 kg. Algunos modelos tienen carga superior sin dejar de ser de eje horizontal. Sin excepciones los lavarropas automáticos tienen resistencias eléctricas para calentar el agua.

También se comercializan algunos modelos del tipo norteamericano, fabricados en los EEUU o Canadá, con eje vertical, carga superior con capacidad para 8 kg de ropa. Su tamaño los hace demasiado grandes para uso en departamentos y viviendas pequeñas sin sotanos, características de la mayoría del sector residencial argentino.

El consumo de agua y el medio de calentamiento. Los diseños norteamericanos tienen dos diferencias importantes comparados con los europeos. El diseño de eje vertical y carga superior consume más agua, y cuando se trata de agua caliente, necesitaría más energía para calentarla. Por otro lado, los norteamericanos tienen entrada para agua fría y caliente. *No se calienta el agua dentro del aparato.* Los diseños europeos solo requieren una entrada, para agua fría. Esta ventaja aparente de instalación es una importante carga económica en el contexto argentino. Como ya se ha observado, la gran mayoría de viviendas utilizan el gas natural o el GLP para el calentamiento del agua, a costos muy inferiores que los calentadores eléctricos. Los modelos europeos de lavarropas obligan a los usuarios a utilizar energía eléctrica para calentar el agua. Un diseño ideal para Argentina hubiera sido un equipo compacto, con eje horizontal (carga frontal o superior) con entradas para agua caliente y fría, sin calentamiento interno.

Potencia y ciclo de lavado. La potencia para las diferentes funciones (lavado, centrifugado, bombeo, calentamiento de agua) mostró poca variación entre los modelos tipo europeo. A pesar de que el consumo de energía de un lavarropas está dominado por el calentamiento de agua, existen otras consideraciones. Algunos modelos europeos presentan datos para ciclos "energéticos" y "económicos". En el primer caso, se consume más agua y el motor opera por más tiempo durante el ciclo de lavado. El ciclo económico consume algo menos agua, y el motor opera menos tiempo. (Se podría igualmente de-

nominar el ciclo "económico" como el ciclo para ropa delicada.) Para los modelos donde los datos estaban disponibles, el ciclo energético consume el doble de energía eléctrica que el económico. La mayoría de los lavarropas modernos ofrecen un amplio rango de ciclos de lavado, difiriendo en cantidad y temperatura de agua, y duración de los ciclos. Las distintas alternativas tienen importante impacto sobre el consumo de energía.

La temperatura de agua y el tipo de detergente. Como cabe esperar, la temperatura del agua incide notablemente en el consumo de energía. Podrían lograrse considerables ahorros mediante el uso de detergentes aptos para agua fría. (Los detergentes para lavar ropa tienen la denominación popular e incorrecta de "jabón en polvo".) De hecho, si se utilizaran estos detergentes exclusivamente, la cuestión de como y cuanto agua se calienta hubiera sido irrelevante. No existen detergentes para agua fría, de fabricación nacional, todos los últimos son en forma de polvo. Más aún, aquellos anunciados como los "más modernos y avanzados" incluyen instrucciones de lavado con temperaturas muy altas para obtener mejores resultados. Actualmente, se consiguen algunas marcas de detergentes líquidos importados, aptos para agua fría. Cabe mencionar que el uso de detergentes para agua fría fue una de las diez recomendaciones en una campaña popular para el ahorro de energía a bajo o nulo costo de los EEUU en 1979.

OTROS ELECTRODOMESTICOS

Nuestro relevamiento también abarcó modelos de secarropas, lavasecarropas y lavavajillas, equipos con poca difusión en la Argentina. No se intentó un relevamiento completo de aparatos de calefacción por resistencia eléctrica, cuyo rendimiento de conversión de electricidad a calor es siempre el 100%. Por lo tanto, nos limitamos a incluir modelos representativos de cada tipo de calefactor eléctrico. La potencia varía desde 1 kW para calefactores de cuarzo hasta 2,5 kW para radiadores con aceite, con precios variando desde \$15 a \$150. No se relevaron artefactos eléctricos para el calentamiento de agua o cocinas. En Argentina, generalmente se utiliza gas para dichos propósitos. Este estudio no abarcó los diversos equipos de pequeño tamaño para cocinar, o los aparatos electrónicos. Estos últimos tienen una incidencia apreciable en el consumo del sector y merecen mayor atención.

CONCLUSIONES

Referente a los equipos analizados se puede llegar a las siguientes conclusiones:

- (1) Para que los consumidores puedan elegir racionalmente es urgente la puesta en marcha de un sistema de información a través de etiquetas que indiquen el consumo energético y otros datos técnicos de los principales electrodomésticos en los puntos de venta de los mismos.
- (2) Igual que lo observado en otros países, se confirma la falta de correlación notable entre el precio y rendimiento de heladeras y freezers, sugiriendo la posibilidad de lograr ahorros sin aumentar significativamente los precios de estos artefactos.
- (3) El rendimiento de los equipos nacionales de aire acondicionado, tiene que mejorarse substancialmente para alcanzar los niveles internacionales.
- (4) Sería conveniente el desarrollo y la fabricación nacional de detergentes aptos para agua fría y máquinas lavarropas con tomas independientes para agua caliente y fría.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio fue financiado, como parte de un proyecto mayor de investigación "El uso racional de la energía eléctrica en la República Argentina", por la Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad de Buenos Aires, bajo la denominación IN-007. También recibió aportes de la Facultad de Ingeniería, UBA y de la International Energy Initiative (IEI). Los autores agradecen todos ellos, y esperan que este pequeño esfuerzo contribuya a la instrumentación de programas para el uso eficiente de la energía eléctrica, con los correspondientes beneficios económicos y ambientales.

REFERENCIAS

1. G.S. Dutt y C. Tanides, "Potencial de Uso Eficiente de la Energía Eléctrica: una primera aproximación", presentado en la 17ª Reunión de Trabajo de la Asociación Argentina de Energía Solar (ASADES '94), Rosario (1994).
2. G.S. Dutt, M. Brugnoli y C. Tanides, "Megawatts o Negawatts: alternativas para minimizar inversiones en el sector eléctrico", presentado en el II Congreso Latinoamericano Generación y Transporte de Energía Eléctrica, Mar del Plata, 6 al 9 de nov. 1995.
3. C.G. Tanides, M. Brugnoli y G.S. Dutt, "Characterisation of residential electricity use in Argentina and implications for energy conservation programmes" presentado en la 31ª Universities Power Engineering Conference (UPEC 96), Iraklio, Creta, Grecia, Sept. 1996.
4. G.S. Dutt, "Energy-efficient and environment-friendly refrigerators", *Energy for Sustainable Development*, Vol. 2, No. 5, 57-68 (1995).
5. IRAM 2120 Parte II/81. *Refrigeradores y congeladores domésticos. Requisitos de rendimiento para refrigeradores.* (MOD.:83/04)
6. B. Bodlund, E. Mills, T. Karlson y T.B. Johansson, "The challenge of choices: technology options for the Swedish electricity sector", en *Electricity. Efficient End-Use and New Generation Technologies, and Their Planning Implications* (T.B. Johansson, B. Bodlund y R.H. Williams, compil.), Lund University Press, Lund, Suecia, (1989) pp. 883-947.
7. H.M. Sachs, "A strategic view of the market transformation opportunity", *Workshop on Market Transformation*, Skamania, Washington (1994).
8. ACEEE, 1988. *The Most Energy-Efficient Appliances. 1988 Edition.* American Council for an Energy-Efficient Economy, Washington, DC.