

USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL SECTOR RESIDENCIAL ARGENTINO: ESTADO ACTUAL Y POSIBILIDADES FUTURAS

Carlos G. Tanides

Grupo Energía y Ambiente (GEA) – Depto. Electrotecnia – Facultad de Ingeniería (UBA)

Av. Paseo Colón 850, (1063) Capital Federal, ARGENTINA

Tel.: (+54 1) 343-0891 Int. 361; Fax #: (+54 1) 331-0129; Email: gea@aleph.fi.uba.ar

RESUMEN

En este trabajo se analiza la perspectiva del Uso Eficiente de la Energía Eléctrica en el Sector Residencial argentino. A partir de una metodología de auditoría aplicada a una muestra piloto en la ciudad de Buenos Aires se determinó el consumo eléctrico por usos finales encontrándose que la iluminación y las heladeras domésticas dominan el consumo (sumando el 62 % del total) seguidos, un poco más lejos, por los aparatos de TV, videocasetas y conversores de cable (en conjunto 15 % del total). El potencial de ahorro técnico y económico hallado para estos tres usos principales se ubica en el orden de los 7 TWh para el año 2010. Finalmente se enumeran algunas estrategias posibles para promover el Uso Racional de la Energía (URE) eléctrico en el Sector Residencial y algunas medidas implementadas en el resto del mundo y en nuestro país.

ESTRATEGIA ENERGÉTICA ORIENTADA A LOS USOS FINALES

La utilización de crecientes cantidades de energía —indispensable para todas las actividades que desarrollamos en nuestra sociedad— nos lleva a un conflicto conocido como *trilema energético* caracterizado por tres elementos fundamentales: a) las limitaciones de los recursos energéticos, b) los factores económicos y c) los efectos ambientales asociados con la transformación y consumo de energía.

Una estrategia energética dirigida a cumplir los objetivos del *desarrollo sustentable* se fundamenta en un estudio detallado de cómo se utiliza la energía, incorporando los conceptos de uso eficiente de la energía y de gestión de la demanda (UEGD). A causa de este énfasis sobre los usos, se la conoce también como “Estrategia energética orientada a los usos finales”. La definición de dicha estrategia energética requiere de un análisis detallado acerca de la utilización de energía y comprende los siguientes pasos:

- estimar la magnitud del consumo energético de cada *uso final*, por ejemplo: transporte, iluminación, refrigeración, fuerza motriz industrial, etc.;
- evaluar las tecnologías relacionadas con los dispositivos actuales de uso final (motores, lámparas, heladeras, etc.);
- recopilar información acerca de los dispositivos para el uso más eficiente de la energía, su rendimiento y sus costos;
- recopilar información acerca de las tecnologías alternativas para la producción de energía. Incluyendo en el estudio fuentes y tecnologías tanto convencionales como no convencionales, y especialmente aquellas basadas en fuentes renovables y/o procesos de conversión menos contaminantes;
- estimar la demanda futura de los *servicios energéticos* según uso final; y
- elaborar una metodología para determinar la óptima combinación de tecnologías de producción, distribución y ahorro de energía, con el objeto de satisfacer los futuros requerimientos al mínimo costo social¹.

El análisis por usos finales nos conduce a una identificación de futuros escenarios energéticos que son mucho menos intensivos en capital y recursos (además de ser menos costosos en general), y ambientalmente menos conflictivos.

SECTOR RESIDENCIAL ELÉCTRICO ARGENTINO

Dentro de este contexto general, este trabajo en particular tiene por objeto analizar cuáles son las posibilidades de aplicación de la Estrategia descrita en el sector residencial argentino en donde el consumo de electricidad muestra en los últimos años un incremento sostenido tanto en valores absolutos (tasa de crecimiento 9 % anual) como en su participación en el total de energía eléctrica consumida (ver Fig. 1), convirtiéndose gradualmente —conjuntamente con el Sector Comercial y Público— en un actor protagónico de la demanda.

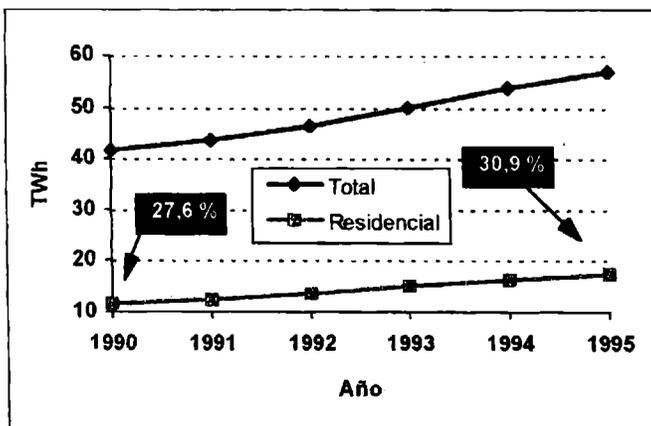


Figura 1. Evolución del consumo de energía eléctrica total y residencial (en TWh) en el período 1990-1995 en la República Argentina. Fuente: Balance Energético Nacional 1990-1995.

¹ Costos económicos directos más costos indirectos, principalmente los costos ambientales.

Un análisis detallado desde la perspectiva del URE eléctrico dentro del Sector Residencial nos revela como en los últimos años los usos finales han ido diversificándose, incorporando nuevas funciones, y agregando nuevos estados de carga que «contaminan» la forma de onda (alta distorsión armónica), etc., complicando de esta forma el análisis de la proyección de la demanda y las estimaciones del potencial de ahorro —elementos fundamentales a la hora de realizar este tipo de estudio.

Con el objeto de conocer más en detalle las características de este sector, desde hace tres años nuestro grupo se halla estudiando residencias en la ciudad de Buenos Aires, para relevar el patrón de consumo por usos finales y poder establecer los potenciales de ahorro y las prioridades a la hora de proveer y planificar la futura evolución del sector.

METODOLOGÍA Y RESULTADOS OBTENIDOS

La metodología utilizada para la evaluación del consumo de energía eléctrica fue evolucionando, en un proceso iterativo, a partir de los resultados obtenidos, perfeccionándose y profundizando la investigación de determinados usos finales. En estudios anteriores se había detectado que los dos usos principales de energía eléctrica son la iluminación y la conservación de alimentos (heladeras y freezers) con una participación del 30 % en cada caso. En un tercer lugar se encuentra el conjunto de los equipos de televisión, videocasetas (VCRs) y conversores de cable [Tanides et al., 1996]. También se sospechaba acerca de los consumos permanentes²: radiorelojes, standby de aparatos de TV y VCRs, contestadores telefónicos, etc., que representan en promedio un 15 % del consumo total, pudiendo superar, en algunos casos el 25 %.

Actualmente la metodología se basa en un sistema mixto compuesto por 3 elementos básicos: a) encuestas, b) mediciones directas, y c) análisis de facturación.

Las encuestas se dirigen a determinar las horas de funcionamiento con especial atención en la iluminación, TV y asociados y consumos permanentes.

Las mediciones realizadas son de dos tipos: 1) energía consumida y 2) características eléctricas. En el caso de la *energía consumida*, se registra el consumo total, a partir del medidor general, y el de las heladeras, con un medidor colocado especialmente en el interior de la casa dedicado exclusivamente para este fin. Esta medición se realiza en dos oportunidades durante un lapso de 15 días cada una, una de ellas en la estación fría y otra en la cálida y se complementa con una inspección y relevamiento de datos acerca de la heladera. Para el resto de los usos finales se han realizado mediciones de consumo energético pero sin sistematicidad debido a su menor importancia. Dentro de las *características eléctricas*, se miden la potencia activa, corriente, factor de potencia, etc., de los distintos electrodomésticos en los diferentes modos de uso.

A partir de los datos encuestados y las mediciones se estiman las componentes del consumo y el total anual. Este se compara con la *facturación* obtenida de los dos últimos años. En caso de diferencias sustanciales, se ajustan las cifras menos precisas, por ej. horas de funcionamiento o variación estacional de los consumos. Adicionalmente, a partir de la facturación anual pueden calcularse ciertos consumos estacionales como la calefacción y el aire acondicionado.

En la Fig. 2 se grafica una síntesis del consumo por usos finales en la muestra analizada. Complementariamente, a partir de la información obtenida, se ha podido calcular las curvas de carga por usos finales, saturación de los electrodomésticos [%], energía anual por vivienda, tipo de lámparas utilizadas [%], potencia de lámparas utilizadas y kWh_{iluminación}/m², etc.

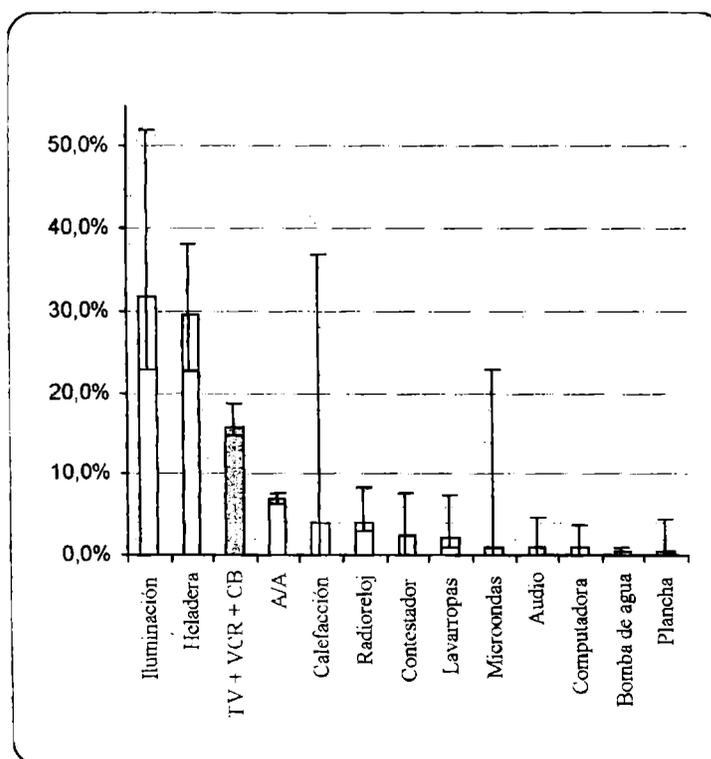


Figura 2. Patrón de consumo por usos finales en el Sector Residencial a partir de la muestra piloto realizada en la ciudad de Buenos Aires. Se muestran los valores máximos, mínimos y promedios en valor porcentual del total de la electricidad consumida en la muestra.

² Pequeños consumos (entre 1 y 30 W) conectados las 24 hs.

POTENCIAL DE AHORRO TECNICO Y ECONOMICO

Analizaremos el potencial de ahorro concentrándonos en los 3 usos finales más importantes: iluminación, heladeras y TV y asociados.

En *iluminación* residencial (32 %) existen varias medidas posibles para mejorar la eficiencia que van desde aprovechar mejor la luz natural hasta medidas técnicas. En este análisis hemos reducido las posibilidades solamente al recambio de las lámparas incandescentes por lámparas fluorescentes compactas (LFCs) —de buena calidad— en aquellos casos en que sean de más de 40 W y se utilicen más de tres horas diarias, condición que resulta beneficiosa económicamente bajo ciertas suposiciones de vida útil, costo de lámparas, costo de energía y tasas de interés. Esta evaluación realizada para el año 2010 permite identificar un potencial de ahorro del orden de 3 TWh en este uso final. En los primeros 10 años el ahorro neto acumularía \$ 2.800 millones, incluyendo el precio de compra y reposición de las LFCs.

Las *heladeras*, como ya se ha dicho, representan aproximadamente el 30 % del consumo total de energía eléctrica en el sector residencial argentino. Algunas medidas como la mejora de la aislación en puertas y cajas, reducción de la infiltración en puertas, optimización del compresor e incremento en la capacidad térmica del evaporador y condensador, permiten ahorros energéticos rentables que alcanzan el 50 % [GEA, 1993]. Para la Argentina se estima que —bajo ciertas condiciones— la introducción de heladeras y congeladores eficientes representaría un ahorro energético, que alcanzaría la cifra de 2,8 TWh para el año 2010. Considerando tanto los gastos energéticos como las inversiones en nuevos equipos eficientes, el ahorro económico llegaría al valor de \$ 297 millones para ese año acumulando desde 1995 hasta el 2010 una suma del orden de \$ 2.300 millones.

Es de notar que, en el caso de las heladeras, si bien supuestamente aumentar su eficiencia aumentaría su costo, debido a que los modelos actuales no son muy eficientes, se podrían lograr ahorros energéticos apreciables con poco costo adicional. Es más, en un estudio realizado para la Argentina [SEyP, 1997] al igual que los elaborados en otros países como Suecia [Bodlund et al., 1989, p.908] y EUA y Brasil [Geller, 1991, p. 27] reflejan una notable falta de correlación entre precio y eficiencia.

El tercer consumo en orden de magnitud lo representan los aparatos de *TVs y asociados* (15 %). En una muestra realizada en la ciudad de Buenos Aires, se detectó una gran dispersión en los consumos para distintos modelos de aparatos de similares dimensiones de pantalla y un alto consumo de algunos modelos en estado de espera (standby) que alcanzaron cifras de hasta 30 W. Se identificó para este rubro un potencial de ahorro del orden de los 1,2 TWh para el año 2010. En el caso de las VCRs y convertidores de cable sus consumos energéticos en modo standby duplican en promedio sus consumos en uso, de modo tal que el consumo total es tres veces el del uso.

MEDIDAS PARA PROMOVER EL URE EN EL SECTOR

Una primera opción para estimular el URE en este sector es la educación al público en general y a las organizaciones civiles interesadas (ONGs y asociaciones de consumidores) acerca de cuáles son los elementos energointensivos en el hogar y qué factores influyen principalmente el consumo energético. La gente no identifica correctamente cuáles son los artefactos energointensivos y, además, tiende a sobrestimar el potencial de ahorro a través de cambios de comportamiento (por ej. apagar luces) y a subvalorizar los ahorros que pueden lograrse mediante inversiones en la eficiencia energética. [Kcmpton et al., 1982]

La falta de información puede corregirse a través de programas que informen a los potenciales compradores de equipos sobre el consumo y el costo energético de los distintos modelos de lámparas, heladeras y aparatos de TV y video, tanto en uso como en modo standby. Varios países exigen la presentación del consumo energético y otros datos en una etiqueta pegada sobre cada unidad en venta. En EUA el etiquetado de heladeras y otros electrodomésticos fue introducido en 1980, situación que con posterioridad se reprodujo en Canadá, Unión Europea, Francia, Alemania, Japón, Australia, Corea, Tailandia, Brasil y México [Duffy, 1996].

En Argentina sólo en un puñado de modelos el fabricante especifica el consumo (kWh/día) de heladeras y freezers domésticos y la temperatura a la cual fue hecha la medición —condiciones especificadas en la Norma IRAM 2120 [IRAM, 1983]. Para el caso de los TV y asociados si bien podemos obtener cierta información acerca del consumo del aparato en funcionamiento es prácticamente imposible, hasta el momento, conseguir información acerca de su consumo en modo standby.

En la actualidad en nuestro país, a partir de una iniciativa de la Secretaría de Energía y Puertos, se ha puesto en marcha el Programa de Calidad de Artefactos Eléctricos para el Hogar (PROCAEH), en donde se han reunido a los fabricantes, laboratorios nacionales, unidades académicas, asociaciones de consumidores, entes normalizadores y dicha secretaría, para avanzar sobre un sistema de etiquetado que, en un principio, se aplicaría a heladeras y freezers y luego se extendería a otros electrodomésticos. En la figura 3 puede observarse un modelo similar al que se utilizaría en la Argentina de tener éxito el proyecto.

Otro camino a seguir es el establecimiento de normas que fijen niveles de eficiencia mínima en los equipos. Dichas normas pueden ser voluntarias u obligatorias. Las normas voluntarias pueden desarrollarse a partir de un convenio entre los fabricantes y el gobierno, con la participación de ONGs, incluyendo asociaciones de consumidores. Por otra parte, países como Suiza, China, Corea, Taiwán, México, Canadá y los EUA imponen normas de eficiencia mínima sobre heladeras, mientras que sobre freezers lo hacen sólo Suiza, Canadá y EUA [Duffy, 1996]. En los EUA estos estándares han reducido el consumo de sus heladeras.

deras un 60 % en un lapso de 20 años [Meier et al., 1993]. Para el caso de los TV y asociados están aplicándose en algunos países como Suiza, Japón, etc., normas que limitan su consumo en modo standby y en funcionamiento [Bush y Schmitz, 1997].

Paralelamente, los estándares de construcción y de eficiencia térmica en edificios, también aplicados en varios países, influyen notoriamente en el consumo energético—particularmente en iluminación, conservación de alimentos y climatización.

CONCLUSIONES

La eficacia del URE para enfrentar el trilema energético, queda evidenciada una vez más a partir de las cifras que resultan del estudio expuesto. Como se aprecia, el ahorro energético en el sector residencial en iluminación, heladeras y TVs y asociados alcanzaría un valor de 7 TWh para el año 2010. Las ventajas de lograr estas metas se incrementan si consideramos que dos de estos usos finales, iluminación y TV y asociados, tienen un alto factor de coincidencia con la punta de la demanda. En la Argentina está prácticamente todo por hacerse en este área, desde un relevamiento apropiado del consumo por usos finales hasta la aplicación de políticas que promuevan efectivamente el URE. La tarea que hemos desarrollado hasta el momento es incipiente y sería deseable que otras instituciones académicas u organizaciones extendieran esta metodología de análisis a otros puntos del país, fundamentalmente a los grandes centros urbanos, con el fin de mejorar la muestra e identificar nuevas oportunidades de ahorro.

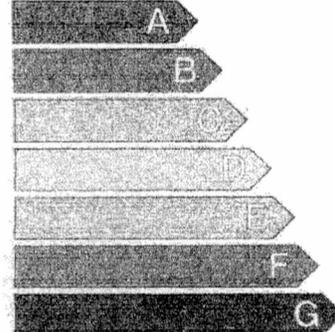
REFERENCIAS

- Bodlund, B., E. Mills, T. Karlson y T.B. Johansson (1989), "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, pp. 883-947.
- Bush, E. y R. Schmitz (1997), "Labeling of electronic appliances in Switzerland - Goodbye stand-by", http://194.178.172.86/newsdesk/nw297_09.htm.
- Duffy, J. (1996), "Energy labelling, standards and building codes: a global survey and assessment for selected developing countries", International Institute for Energy Conservation, Washington.
- GEA (1993), "Study on energy-efficiency standards for domestic refrigerator appliances, Final report", Group for Efficient Appliances, Comisión de las Comunidades Europeas, mayo.
- Geller, H.S. (1991), *Efficient Electricity Use: A Development Strategy for Brazil*, American Council for an Energy-Efficient Economy (ACEEE), Washington, DC, USA, 164 pp.
- Kempton, W. y L. Montgomery (1982), "Folk quantification of energy", *Energy--The International Journal* vol. 7, núm. 10, pp. 817-827.
- Meier, A., A. Megowan, B. Litt, y B. Pon, (1993), "The New York Refrigerator Monitoring Project: Final Report", LBL No. 33708, Lawrence Berkeley Laboratory, Berkeley, CA.
- Secretaría de Energía y Puertos (1997), "Certificación de la Calidad Energética de Equipos Electrodomésticos que Respondan al Uso Racional de la Energía", Proyecto Nro. 5, junio.
- Tanides C., M. Brugnoli y G.S. Dutt (1996), "Characterisation of residential electricity use in Argentina and implications for energy conservation programmes", *Universities Power Engineering Conference 1996 (UPEC '96)*, Iraklio, Creta, Grecia, 18 al 20 de septiembre.

Energía

Fabricante
Modelo

Más eficiente



Menos eficiente

Consumo de energía kWh/año

Basado en el caso del resultado obtenido en 24 h en condiciones de ensayo normalizadas.

El consumo se ve afectado por las condiciones de utilización del aparato y de su localización.

Volumen alimentos frescos l

Volumen alimentos congelados l

Ruido

(dB(A) re 1 µW)

Ver información detallada en los folletos del producto

Norma EN 553, mayo 1990
Emitida por el secretario de refrigeración 94/200



Figura 3. Modelo de etiqueta para refrigeradores utilizado en la Unión Europea similar al estudiado para la Argentina.