



Lámpara led (diodo emisor de luz), cuya vida útil y eficiencia energética son considerablemente mayores que las de las usuales lámparas fluorescentes compactas, pero también es sensiblemente más alto su costo inicial.

Salvador Gil y Gautam Dutt
Universidad Nacional de San Martín

Uso racional y eficiente de la energía

Energía y eficiencia

En la Argentina hay una fuerte tendencia a reducir la problemática energética a una simple cuestión de oferta. Es decir, a la búsqueda de nuevas fuentes de abastecimiento que satisfagan la demanda a medida que ella crece. Este enfoque omite un aspecto fundamental del problema: la naturaleza y el comportamiento de la demanda.

Durante la última década, la producción interna de energía no logró satisfacer una demanda ascendente y el país dependió en forma cada vez mayor de importaciones, en particular de gas natural, que es el componente

principal de su matriz energética. En 2014 las importaciones de gas fueron el 23% del consumo interno de ese combustible, y su costo tuvo una repercusión significativa en la balanza comercial.

En ese escenario, la alternativa de emplear más eficientemente los recursos energéticos resulta crucial. La eficiencia consiste en usar los mínimos recursos posibles para lograr las prestaciones y el nivel de confort deseados, lo cual tiene sentido tanto desde el punto de vista económico como ambiental. Al utilizar menos combustibles para hacer las mismas actividades reducimos las emisiones de gases de efecto invernadero, preservamos

¿DE QUÉ SE TRATA?

Por qué es más barato ahorrar una unidad de energía que producirla, y cómo hacerlo.

nuestros recursos y disminuimos los gastos en energía de los usuarios. Además, al consumir menos energía para lograr los mismos servicios o prestaciones, los recursos ahorrados quedan disponibles para otros usos.

Este artículo analiza cómo lograr ahorros significativos de energía en viviendas, comercios y oficinas (incluidas las de la administración pública), que tienen la primera prioridad en la distribución de gas. En la industria, la generación eléctrica y el transporte también hay importantes oportunidades de ahorro, que no se tratan en lo que sigue. Se puede estimar que, solo en gas natural y en los tres tipos de edificios nombrados, los ahorros potenciales tendrían un efecto comparable a descubrir un gran yacimiento de gas y equivaldrían al volumen de gas que se importa.

El consumo de gas en edificios

El gas natural satisface más del 50% de la demanda energética argentina. En estos momentos, aproximadamente el 78% de ese gas es de producción interna; el resto se importa, sea por gasoducto desde Bolivia o licuado por barco. El uso del gas, tomando las cifras de 2014, es:

USO DEL GAS NATURAL EN LA ARGENTINA	%
Generación eléctrica	34,0
Viviendas, comercios y oficinas	30,5
Industria	29,0
Transporte (gas natural comprimido)	6,5
TOTAL	100,0

El 34% del gas consumido se utiliza para generación eléctrica en centrales que –incluso las de ciclo combinado, las más eficientes que existen– aprovechan el 55% de la energía del combustible en el proceso de transformar el calor en electricidad. El 30% del gas se emplea en viviendas, comercios y oficinas (incluidos edificios públicos) para:

USO DEL GAS EN VIVIENDAS, COMERCIOS Y OFICINAS	%
Calefacción	50,0
Cocinar	12,5
Agua caliente	25,0
Pilotos	12,5
TOTAL	100,0

Los equipos de calefacción de edificios aprovechan alrededor del 60% de la energía del combustible, porque el calor que generan se disipa por paredes, techo, ventanas, rendijas, etcétera. Usando tecnologías más eficientes, disponibles en el país, sería posible evitar casi la mitad de esas pérdidas, lo que significaría el 22% de consumo actual, equivalente a la fracción de gas que se importa.

Una ventaja adicional del uso racional y eficiente de la energía es que no exige realizar de inmediato las erogaciones que suelen ser necesarias cuando se descubre una nueva reserva de gas, pues para explotarla se requiere invertir en extraerlo, transportarlo a los centros de consumo y distribuirlo a los consumidores. El ahorro por incremento de la eficiencia significa que el consumo de quienes lo consiguieron disminuye para obtener los mismos servicios o prestaciones, con la consiguiente disminución del costo que pagan y de las emisiones de gases de efecto invernadero que ocasionan (salvo que decidan mantener igual su gasto y aumentar los servicios consumidos).

La figura 1 muestra la variación del consumo medio diario de gas por vivienda en el centro y norte de la Argentina entre 1993 y 2014 en función de la temperatura. Como se aprecia, cuando hace más de 20°C, el uso de gas se mantiene relativamente constante aunque suba la temperatura ambiente. La razón es que cuando hace calor el gas solo se emplea para cocinar y calentar agua. Ese consumo se denomina *consumo base*. A medida que la temperatura baja de los 18°C, se encienden los calefactores, por lo que el consumo aumenta, y cuando todos están encendidos el consumo alcanza un *valor de saturación*, lo que sucede a temperaturas inferiores a 5°C.

La figura 2 ilustra el mismo fenómeno a lo largo de un año. Muestra el consumo medio diario de gas por todas las viviendas, comercios y oficinas del país en 2014. La calefacción ocasiona aproximadamente el 59% del consumo total.

Uso racional y eficiente de la energía

Existen diversos caminos para aprovechar mejor la energía que se usa en edificios. La posibilidad de emplearlos depende no solo de factores técnicos sino, también, como casi todas las decisiones relacionadas con la energía, de circunstancias económicas y de las políticas fiscales y regulatorias aplicadas por las autoridades. Comentaremos algunas de las más importantes.

Mejoramiento de la aislación de los edificios

Es posible reducir considerablemente el consumo energético de edificios para la calefacción mejorando la aislación térmica de paredes exteriores y techos, lo mis-

mo que colocando ventanas con vidrios dobles separados por un espacio con aire o un gas con baja conductividad térmica (como argón) y reflectores de la radiación infrarroja. Técnicamente, lo anterior se llama disminuir la transmitancia térmica. Además, un diseño que tiene en cuenta la latitud y las características climáticas para, por ejemplo, la orientación de las ventanas y la inclusión de aleros y parasoles permite aprovechar mejor la radiación solar y evitar sus inconvenientes. Esto es conocido desde hace mucho.

Las normas IRAM de la serie 11.600 se refieren a la eficiencia térmica de las viviendas. Cumpliendo con la norma 11.605 en el nivel menos exigente, se obtendrían ahorros superiores al 50% en el consumo de gas para la calefacción y refrigeración, respecto de la construcción tradicional, con un incremento del costo de esta del orden del 5%.

En 1996, una comisión de la que participó uno de los autores propuso a la entonces Subsecretaría de Vivienda unas normas sobre el uso racional de energía eléctrica, gas y agua en construcciones residenciales. Comprendía una escala de calidad de cinco posiciones (A hasta E), similar a la usada para calificar para los consumidores la eficiencia energética de artefactos domésticos, hoy bien conocida localmente, originada en la Unión Europea, que también aprobó directivas para calificar esa eficiencia en edificios (figura 3). La norma IRAM 11.900, que existe desde 2010, se refiere, precisamente, al etiquetado en eficiencia energética de edificios.

Esa clase de etiquetado permitiría a los usuarios, a la hora de comprar o alquilar una casa, conocer el nivel de gastos en calefacción y refrigeración, lo que llevaría a demandar viviendas más eficientes y estimularía a los constructores a ofrecerlas, en un círculo virtuoso que redundaría en sucesivas mejoras de eficiencia.

Uso de artefactos más eficientes

Uno de los primeros pasos para promover el uso racional de la energía (cumplido en buena parte en la Argentina a partir del decreto 140 de 2007) es informar al público sobre la eficiencia de los artefactos que puede adquirir en el mercado. Es crucial que los usuarios hagan suya la necesidad de racionalizar el uso de la energía y tomen sus decisiones de compra sobre la base de consideraciones que vayan más allá de la estética, el desembolso inicial y la seguridad. Un aspecto importante de las actuales normas sobre artefactos del Ente Nacional Regulador del Gas es que requieren la indicación en las etiquetas de todo uso de energía, incluyendo posibles pérdidas por consumos pasivos, como los de pilotos.

El reemplazo de los artefactos hoy en uso por los modelos más eficientes (de la categoría A) podría aportar ahorros del orden del 10% del gas consumido en cale-

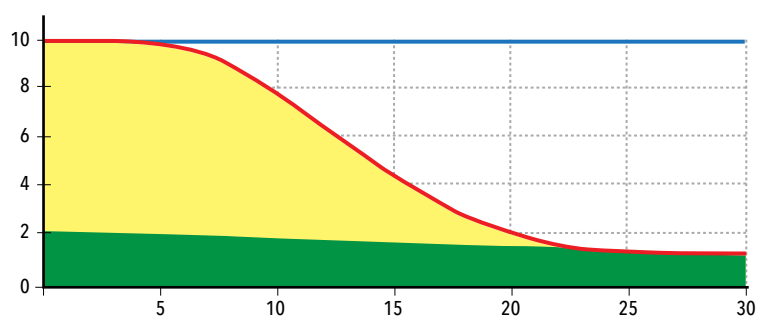


Figura 1. Consumo medio diario de gas por vivienda en el centro y norte de la Argentina entre 1993 y 2014 y su relación con la temperatura. La curva roja constituye un ajuste de los valores medios diarios. El área verde refleja el consumo base, que se mantiene cuando la temperatura hace innecesaria la calefacción; el área amarilla indica el consumo de gas para calefacción, mayor cuanto menor la temperatura. La línea superior azul marca el valor de saturación del consumo. Las unidades del eje vertical indican metros cúbicos de gas por día; las del eje horizontal, grados centígrados.

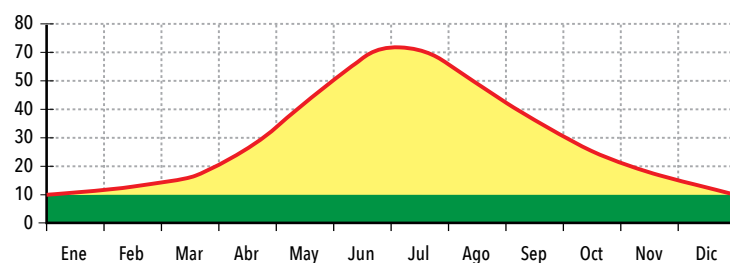


Figura 2. Consumo medio diario de gas por todas las viviendas, comercios y oficinas en 2014. Los consumos de los meses de verano definen el consumo base (verde). El consumo adicional de los meses fríos (amarillo) se puede atribuir a la calefacción, que ocasiona el 59% del consumo total. Los datos corresponden a todo el país y las unidades del eje vertical son millones de metros cúbicos de gas por día.

factores y termotanques, y hasta del 25% en calefones con encendido electrónico en lugar del piloto habitual.

Bombas de calor

El consumo de gas en que incurren las viviendas para calefacción puede reducirse reemplazando calefactores de tiro balanceado por equipos de aire acondicionado frío-calor, llamados técnicamente *bombas de calor*.

Se trata de dispositivos que trasladan energía térmica, es decir calor, en dirección opuesta de la natural, pues lo hacen de un sitio más frío a uno más caliente. Cuando los acondicionadores de aire se usan para enfriar, mueven calor del interior del edificio al exterior; cuando se usan para calefaccionar, lo hacen en sentido contrario, del exterior al interior, pero siempre el calor va de un ámbito más frío a uno más caliente.

Esta manera de calentar el aire es entre tres y cuatro veces más eficiente que hacerlo directamente con resistencias como las que tienen las estufas eléctricas. Con las bombas de calor más eficientes hoy vendidas en la Argentina se logra un rendimiento aproximadamente

tres veces superior al de un calefactor de tiro balanceado. Para el usuario, sin embargo, elegir un tipo u otro de artefacto depende críticamente de los precios relativos del gas y la electricidad, si bien con una relación de precios que refleje el costo económico de producción de ambos, la bomba de calor es más conveniente.

Sistemas híbridos de calentamiento de agua

Son sistemas que utilizan energía térmica solar combinada con algún combustible como gas natural, gas licuado de petróleo o electricidad. En especial en regiones que no tienen acceso a las redes de gas natural, esta alternativa contribuiría a lograr significativos ahorros en el presupuesto que las familias destinan a la compra de gas en tubos o garrafas o de electricidad.



Figura 3. Etiqueta que sigue las normas de la Unión Europea (versión usada en España) para calificar la eficiencia energética de una vivienda. Requiere que se indique en forma explícita el consumo energético expresado en unidades de energía (kWh) por m² cubierto y por año, así como las emisiones de efecto invernadero, expresadas en kg de CO₂ por m² y por año. En la Argentina, la norma IRAM 11.900 se ajusta a los mismos lineamientos.

Ahorro de gas en el calentamiento de agua

El consumo de energía para obtener agua caliente en viviendas, comercios y oficinas equivale al 65% de las importaciones de gas. Los pilotos de calefones y termotanques consumen al ritmo de 250W durante el tiempo en que están encendidos. Así, un piloto encendido de modo continuo durante 365 días consume 2,19MWh. Dado que en la Argentina hay unos once millones de usuarios de gas (ocho millones de gas natural y tres millones de gas envasado), si cada uno tuviera un artefacto de gas con piloto, la energía desperdiciada por el consumo de esos pilotos ascendería a unos 2,7GW multiplicados por el tiempo de encendido. Podemos estimar que los pilotos malgastan una cantidad de energía similar a la necesaria para producir la electricidad que entregan las centrales nucleares argentinas, o equivalente al 50% del gas natural licuado que se importa y llega en barcos.

Un plan de cambio de artefactos de calentamiento de agua podría mejorar esta situación considerablemente si incluyera: (i) el reemplazo por los más eficientes en el mercado, con etiqueta A; (ii) la incorporación de dispositivos economizadores de agua, que reducen el consumo de esta entre 35% y 50%, y (iii) el agregado de calentadores solares de agua en el 25% de los casos. Con esos supuestos disminuirían el 30% las actuales importaciones de gas.

Regulación de los termostatos

Un modo simple de lograr importantes ahorros tanto de gas como de electricidad –usados respectivamente para calefacción y refrigeración– consiste en regular en valores adecuados las temperaturas de los termostatos. En las zonas centrales del país, bajar 1°C la temperatura interior en invierno puede ahorrar el 20% del consumo de energía usada para calefacción, mientras que aumentarla en igual cantidad en verano puede generar un ahorro de energía aun mayor en aire acondicionado. Esos porcentajes aumentan para la calefacción en zonas más cálidas y el aire acondicionado en zonas frías.

El consumo en el sur del país

El consumo de gas en el sur de la Argentina proporciona un buen ejemplo de la influencia que tienen los precios en el comportamiento de la demanda de energía, lo mismo que de la necesidad de no subsidiar el consumo, pues hacerlo desestimula el uso racional y eficiente de la energía. La figura 4 muestra la variación con la temperatura del consumo residencial de gas por usuario en esa zona del país, comparada con la que se registra en el centro y en el norte. Se observa que ambas curvas son similares, pero para cada temperatura el

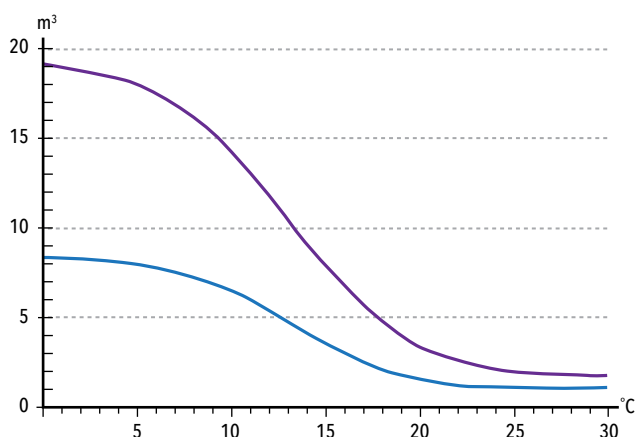


Figura 4. Comparación del cambio del consumo diario de gas residencial con los cambios de temperatura en el sur de la Argentina (curva superior) con el registrado en el centro y norte del país. El eje vertical mide, en metros cúbicos, el consumo por unidad residencial; el horizontal, la temperatura media mensual en grados centígrados.

consumo austral es prácticamente el doble que el del resto del territorio. Ese patrón de consumo lleva a que el 5% de los usuarios que viven en la Patagonia consuman el 20% del gas.

Si bien podría haber alguna otra razón en juego, la explicación ineludible de la diferencia está en que el precio del gas natural en el sur es prácticamente la mitad del que rige en resto del territorio (situación agravada por

otros subsidios). El hecho de que en el sur las temperaturas medias sean más bajas explica que los días fríos sean más frecuentes que en el norte, pero no hay razón climática para que, a la misma temperatura, los consumos difieran. Estas conclusiones se ven reforzadas por el hecho de que ciudades muy cercanas (es decir, con el mismo clima), pero ubicadas en distinta zona tarifaria, consumen según la tarifa que pagan.

A modo de conclusión

La experiencia internacional, tanto de los países más desarrollados como de algunos de Iberoamérica, indica que por regla general es más barato ahorrar una unidad de energía que producirla. Por ello, los ahorros por mayor eficiencia energética pueden ser considerados una fuente más de energía, que a su bajo costo comparativo agrega la virtud de no contaminar. Los avances registrados en la materia en México, Brasil y Chile son ejemplos relevantes. Existe un gran consenso en que la eficiencia es el fruto más bajo y más accesible del árbol energético local y mundial.

Los autores agradecen a Amanda Schwint, Silvina Carrizo y Leila Iannelli su atenta lectura del manuscrito y sus valiosas sugerencias.

LECTURAS SUGERIDAS

GIL S et al., 2011, 'Etiquetado de artefactos de gas. Hacia un uso más eficiente de la energía', *Petrotecnica*, II, 8: 104-111.

Accesible en http://www.fisicarecreativa.com/papers_sg/papers_sgil/Gas/Etiquetado_Petrotecnica_Dic_2011.pdf.

GIL S y PRIETO R, 2012, 'Eficiencia energética: ¿un camino sustentable hacia el autoabastecimiento?', *Petrotecnica*, III, 6: pp. 90-99. Accesible en http://www.petrotecnica.com.ar/diciembre12/Pdfs_6_12/sinpublicidad/Eficiencia.pdf.

NICCHI FG et al., 2014, 'Ventajas de la sustitución de calefactores tiro balanceado por artefactos de aire acondicionado frío-calor sobre el sistema energético y la distribución eléctrica'. Accesible en <http://www.cidel2014.com/papers/474.pdf>.

GONZÁLEZ AD, CRIVELLI E y GORTARI E, 2006, 'Eficiencia en el uso del gas natural en viviendas unifamiliares de la ciudad de Bariloche', *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 10, 7: 1-8. Accesible en <http://www.cricyt.edu.ar/asades/modulos/averma/trabajos/2006/2006-t007-a001.pdf>



Salvador Gil

Doctor (PhD) en física, Universidad de Washington, Seattle.

Profesor asociado, UNSAM.

Director de la carrera de ingeniería en energía, UNSAM.

sgil@unsam.edu.ar



Gautam Dutt

Doctor (PhD) en ingeniería, Princeton University.

Profesor visitante, UNSAM.

Vicepresidente de ciencia y tecnología, MGM Innova.