



Eficiencia energética: ¿un camino sustentable hacia el autoabastecimiento?

Por *Salvador Gil* y *Roberto Prieto*

Siguiendo el lema de que “la eficiencia energética es una fuente de energía de bajo costo que no contamina”, este trabajo plantea que con un efectivo uso racional y eficiente del gas se podrían lograr ahorros comparables a los que puede producir un gran yacimiento; y que sólo en el sector residencial, comercial y oficial, el ahorro de energía posible podría ser comparable al que actualmente se importa al país.

En la actualidad hay una tendencia cierta a reducir la problemática energética a una simple cuestión de oferta. Es decir, buscar las fuentes que podrían satisfacer la demanda proyectada. Este tipo de análisis es incompleto y, muchas veces, conduce a la adopción de alternativas que no son ambientalmente sustentables, ni convenientes desde el punto de vista económico.

La búsqueda de recursos energéticos supone grandes inversiones, no siempre disponibles, y una inequívoca falta de certeza en los resultados. Si

la búsqueda es exitosa, se requiere de desembolsos adicionales para transportar y distribuir el gas o combustible. Por otra parte, las consecuencias del calentamiento global, producido en gran medida por el uso intensivo de combustibles fósiles, no pueden soslayarse.

En este punto, un análisis crítico de cómo se usa la energía y la búsqueda de formas para hacer más eficiente el uso de los recursos son fundamentales para encontrar una ecuación energética sustentable.

Si se analiza cómo varía el consumo de energía per cápita para distintos países, se observa que aquellos de mayor desarrollo económico tienen un mayor consumo energético. Sin embargo, esta relación dista de ser lineal. Las Naciones Unidas elaboraron un índice para evaluar la calidad de vida en diversos países, que denominan IDH (Índice de Desarrollo Humano), el cual tiene en cuenta la esperanza de vida (longevidad), nivel de educación de la población (índices de alfabetización) y valor del ingreso a paridad constante por habitante.

El IDH es habitualmente usado para comparar la calidad de vida en las distintas regiones del mundo. Si se grafica el IDH en función del consumo anual de energía per cápita para distintos países, se obtiene la figura 1. Un consumo mayor a este valor no genera una mejora significativa en la calidad de vida. De todas formas, esta no es una regla de validez universal, ya que cada país tiene características singulares; lo que sí parece ser cierto es que no siempre un mayor consu-

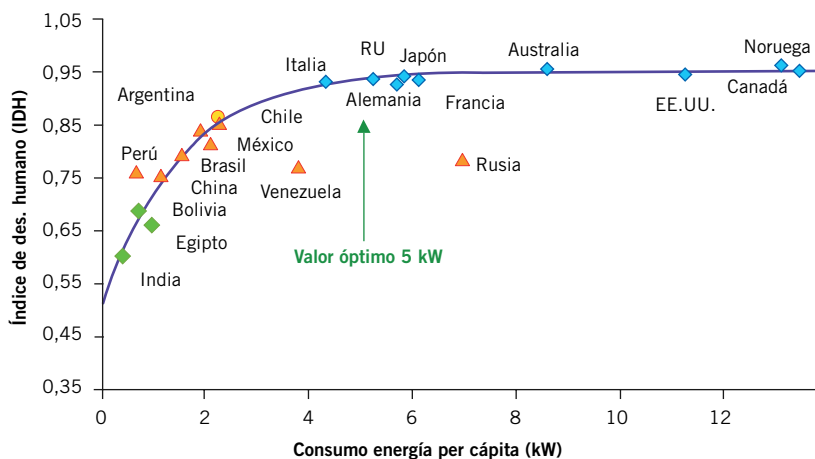


Figura 1. Índice de Desarrollo Humano en función del consumo de energía per cápita para distintos países del mundo. La línea continua azul es una modelización de esta dependencia. Basado en datos de las Naciones Unidas [1] y la EIA- DOE [2]. La energía consumida se expresa en kW equivalente a 8.760 kWh/año.

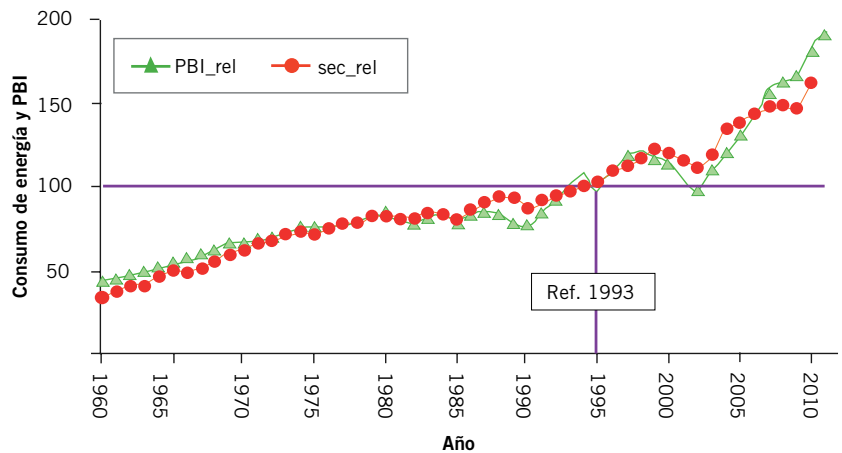


Figura 2. Variación del consumo total de energía secundaria y PBI a valores de 1993 de la Argentina en unidades relativas. Los valores de consumo de energía y PBI se dividen por los correspondientes valores de 1993 y el resultado se multiplica por 100, es decir, los valores se normalizan a 100 para 1993. En la Argentina, el crecimiento del consumo "copia" las variaciones de PBI, pero crece más rápidamente que este [3].

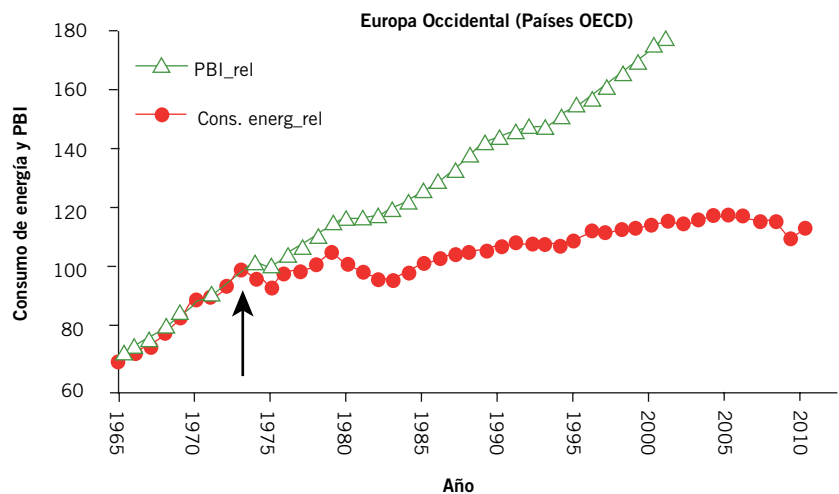


Figura 3. Variación del PBI (GDP) y el consumo final de energía para los países de Europa que pertenecen a la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos) de 1965 a 2009. Los datos están en unidades relativas, tomando como 100 los valores del año 1973. Se observa que hasta 1973 ambas curvas se movían juntas. A partir de esa fecha, y como consecuencia de las medidas de uso eficiente adoptadas, el crecimiento económico continuó su ascenso, pero el consumo de energía se mantuvo casi constante.

mo de energía implica mejor calidad de vida.

Las figuras 2 y 3 muestran la variación del PBI y el consumo de energía en los últimos 30 años para la Argentina y los países desarrollados que integran la OCDE. En el caso argentino, se graficó el total del consumo de energía secundaria, es decir, los productos energéticos que se consumen. Se observa que la curva de consumo de energía en la Argentina sigue (copia) la curva de PBI. Para los países de la OCDE, hasta 1974 se observa un comportamiento similar. Sin embargo, a partir de esa fecha, como consecuencia de las medidas implementadas para el uso eficiente de la energía en esos países (debido a los aumentos de precios ocurridos

después del primer embargo de petróleo), el PBI siguió creciendo en forma sostenida. De todos modos, el consumo de energía no varió significativamente durante el mismo período.

Estos hechos ilustran que es posible tener un crecimiento importante y al mismo tiempo mantener, e incluso, disminuir el consumo de energía adoptando medidas de uso eficiente.

La adopción de políticas que favorezcan un uso eficiente de la energía, además de ser viable, tiene la ventaja de que disminuye la necesidad de importar energía, lo que ahorra importantes recursos económicos, a la par que morigerará las emisiones de gases de efecto de invernadero (GEI).

La experiencia internacional indica que una de las formas más rápidas y económicas de superar una situación energética crítica es racionalizar y volver más eficiente el consumo, algo que para el gas en la Argentina es posible. A continuación, se enumera un conjunto de acciones que podrían lograr ahorros muy significativos.

Consumo de gas en viviendas y edificios

Las componentes del consumo de gas natural para uso residencial (R), comercial (C) y público o para entes oficiales (EO), en la Argentina son de carácter ininterrumpible y tienen características similares. En particular, esta componente del consumo es muy "termodependiente". La suma de los consumos R+C+EO constituyen aproximadamente el 30% del total del consumo de gas en la Argentina. Ver figura 4.

El gas que se usa como combus-

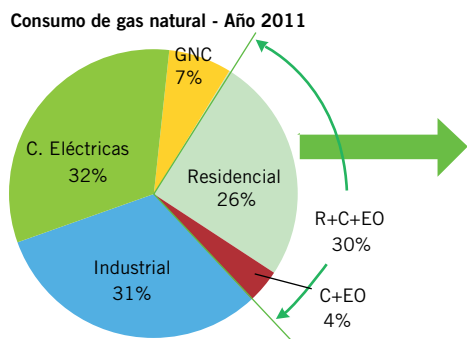


Figura 4. Distribución del consumo de gas. Año 2011. A la derecha se observa cómo se distribuye el consumo residencial. Como se ve, el 50% se usa en calefacción y al menos el 25% se emplea en el calentamiento de agua sanitaria (ACS, agua caliente sanitaria), al que habría que agregar los consumos pasivos de los pilotos, que tienen un valor similar al utilizado en cocción.

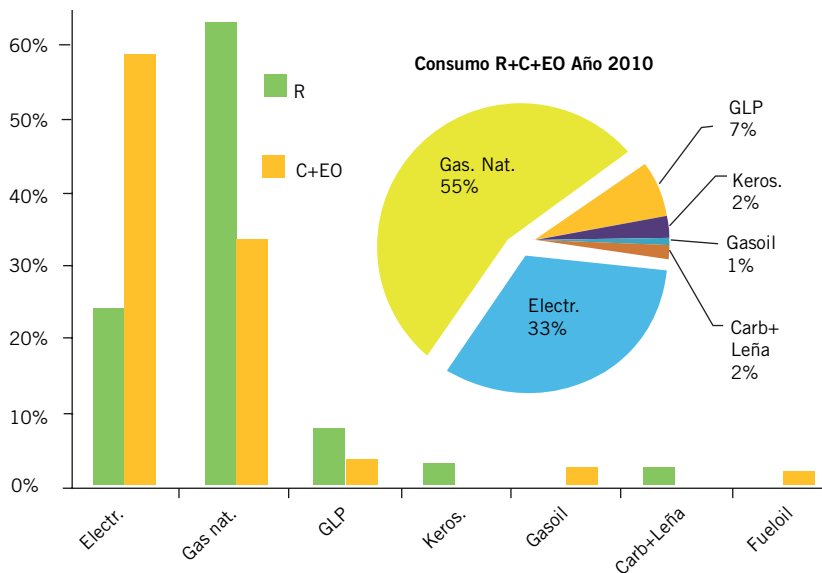


Figura 5. Proporción de los distintos combustibles usados en los sectores: residencial (R), comercial (C) y público o entes oficiales (EO) en la Argentina, diagrama de barras. En el inserto se muestra la distribución del conjunto R+C+EO, para el año 2010 [5].

tible en viviendas y edificios en la Argentina se compone de: 1) gas natural por redes (GN) y 2) gas licuado de petróleo (GLP). En términos de energía, el GN representa el 89% del consumo total de gas para el segmento R+C+EO; y el GLP, el 11% aproximadamente. En la figura 5 se ilustra la distribución de los combustibles que se usan en los sectores R+C+EO en el país. Dado que los artefactos de gas que se usan en estos sectores de consumos, tanto para GN como para GLP son similares, cualquier mejora en eficiencia de dichos artefactos afecta el consumo de ambas componentes y mejora el uso general de la matriz energética primaria.

Por lo tanto, en este estudio incluimos los potenciales ahorros que pueden lograrse tanto en el GN como en el GLP. De hecho, por razones de precio, los usuarios de GLP son los

principales beneficiarios de las mejoras en eficiencia.

Hay una diferencia tanto en las pautas de uso como en la información disponible sobre los usuarios de GN y GLP. Mientras que las estadísticas de uso del GN son, en general, muy exhaustivas, y de fácil acceso, no ocurre lo mismo en el caso del GLP. A mediados del año 2012 había unos 7,6 millones de usuarios R de GN que consumían el 89% de la energía y unos 4,5 millones de usuarios de GLP [4] que consumían sólo un 11% de la energía del total de GN+GLP. Estos números sugieren que los usuarios de GLP tienen un consumo específico mucho menor que el promedio de los usuarios de GN, lo que refleja dos características notables: el menor nivel adquisitivo de los usuarios de GLP, y el mayor costo de este combustible.

En la figura 6 se muestra la variación del consumo específico de los usuarios R de GN, esto es, el consumo por usuario y por día, en función de la temperatura; los datos corresponden a todo el país. Esta figura puede interpretarse de la siguiente manera: a altas temperaturas, el uso de gas residencial se reduce a cocción y calentamiento de agua, que a altas temperaturas tiende a un valor constante.

Este consumo, asociado a la cocción y calentamiento de agua lo denominamos *consumo base*. Por otra parte, si se grafica el consumo medio total para los distintos meses, es posible separar el consumo asociado a

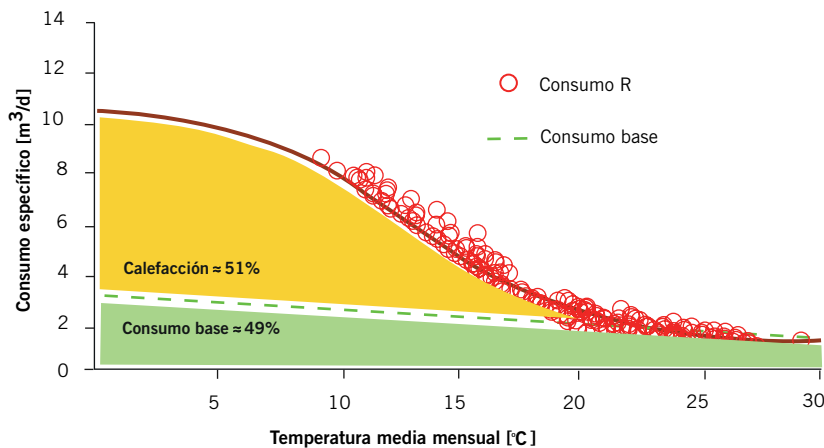


Figura 6. Variación de los consumos específicos R (residencial, círculos). La línea de puntos es una extrapolación del consumo base y muestra su dependencia con la temperatura. Los consumos específicos que se grafican son los promedios diarios mensuales como función de la temperatura media mensual. El área sombreada en amarillo indica el consumo asociado con la calefacción. Los datos corresponden a todo el país, exceptuada la zona sur, entre los años 1993 a 2011[6].

calefacción con el consumo base.

En la figura 7 se muestra la variación del consumo R+C+EO total en todo el país a lo largo de un año (2011). Este gráfico permite separar la componente de gas usado en el consumo base, es decir, el consumo de los meses de verano (asociado a la cocción y calentamiento de agua) de los asociados a calefacción, en invierno. Se observa que la componente residencial de gas, destinado a la calefacción es de 50,2% del total. En general, para otros años se observa que el consumo para calefacción en el sector R, varía entre 47% y 53% dependiendo de la rigurosidad del invierno. En una primera aproxima-

ción podría decirse que el consumo base y de calefacción se reparten en forma similar el consumo R.

Calentamiento de agua

El consumo de gas para el calentamiento de agua sanitaria (ACS) es aproximadamente la mitad del consumo base, ver figura 4. Se estima que, en promedio, los usuarios residenciales emplean aproximadamente 1 m³/día para este fin. A esto habría que agregar 0,5 m³/día asociado al consumo del piloto, de los equipos actuales. En el país hay unos 7,6 millones de usuarios residenciales co-

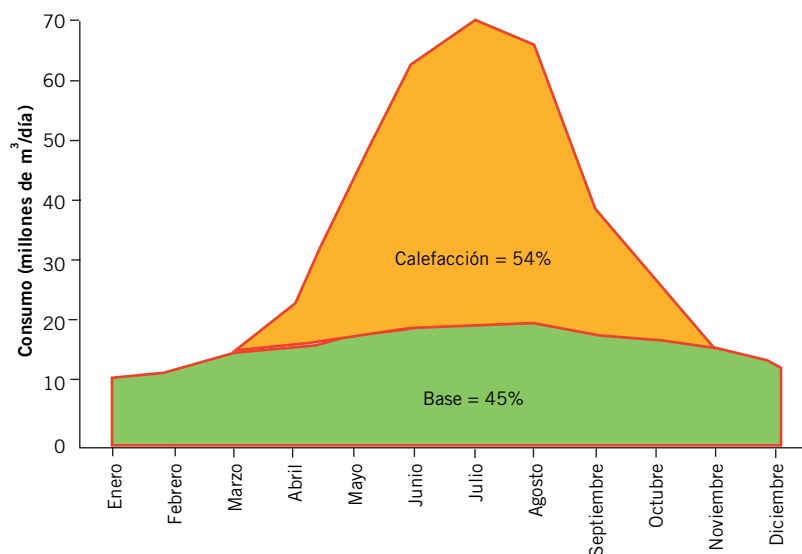


Figura 7. Consumo diario promedio de gas natural para los usuarios R+C+EO a lo largo del año 2011. Los consumos de los meses de verano permiten caracterizar los consumos base. Si se atribuyen los consumos adicionales en los meses más fríos al uso de calefacción, se puede ver que el consumo de calefacción es el 50,2% del total del consumo R+C+EO. Para otros años, el consumo para calefacción varía entre 47% al 53% dependiendo de la rigurosidad del invierno de cada año. Los datos corresponden a todo el país y no se incluye el consumo de GLP.

nectados a la red de gas natural. Además, se estima que hay 4,5 millones de usuarios de gas licuado; si suponemos que aproximadamente la mitad de estos últimos usuarios tienen un equipo de calentamiento de agua, ya que por su condición socioeconómica, muchos sólo usan el GLP para cocción, tendríamos alrededor de unos 2,3 millones de equipos de calentamiento de agua a GLP. Así el total de usuarios de gas (GN o GLP) con artefactos de calentamiento de agua es del orden de 10 millones. De este modo, el consumo asociado al calentamiento de agua en la Argentina es de aproximadamente **15 millones de m³/día** de gas equivalente, sólo para usuarios residenciales.

Usuarios comerciales y entes oficiales (C+EO):

la variación del consumo específico para este tipo de usuarios de GN se ilustra en la figura 8. Si se considera que la energía usada en el calentamiento de agua para usuarios comerciales y entes oficiales es la mitad del consumo base, que en promedio es de 8,5 m³/día, tenemos que estos usuarios utilizan unos 4,25 m³/día para calentar agua. Así, los 750 mil usuarios C+EO conectados a red consumen cerca de 3,2 millones de m³/día en el calentamiento de agua sanitaria. A esto habría que agregar un volumen del orden del 11% de los usuarios C+EO que usan GLP, o sea, que el total de gas (GN+GLP) destinado a calentar agua para el sector C+EO es del orden de 3,5 millones de m³/día.

De este modo, podemos estimar el consumo total del país destinado al calentamiento de agua en aproximadamente **18,5 millones de m³/día** incluyendo el GLP, y unos **14,5 millones de m³/día de GN**. Lo notable de este consumo base es que tiene perdurabilidad y continuidad a lo largo de todo el año.

Hacia un consumo más eficiente

Uso de sistemas de calentamiento de agua híbridos: utilizan energía solar (térmica) combinada con algún combustible (GN, GLP o electricidad). Su uso está extendiéndose en muchos países de la región (Chile, Brasil y México) y del mundo. Estos sistemas permitirían aprovechar

la energía solar disponible en amplias regiones del país y contribuir al ahorro de gas y la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero. Asimismo, 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 GLP o electricidad o aun leña, lo que genera una mayor equidad social en el uso de la energía.

Energía solar en la Argentina: existen numerosos estudios de la potencialidad de la energía solar en la Argentina; en particular, el "Atlas de Energía Solar de la República Argentina", elaborado por el Grupo de Estudios de la Radiación Solar (GERSolar) de la Universidad Nacional de Luján, es uno de los más completos [7]. En la figura 9 se muestra la distribución espacial promedio de la irradiación solar diaria sobre un plano horizontal para dos meses del año.

Con un panel solar plano, orientado óptimamente en cada latitud, es posible obtener una radiación media en la Argentina de unos 4,5 kWh/m². Este valor es una media para toda la región central y norte del país, donde se concentra más del 90% de la población. Con un colector solar de 3,5 m² de área, la energía solar que le llegaría es de unos 15,7 kWh por día. Teniendo en cuenta la eficiencia típica de un colector solar (~75%), la energía solar colectada sería equivalente a 1,5 m³ de gas natural por día, o sea igual a la energía necesaria para el calentamiento de agua diaria de una familia tipo.

En otras palabras, **en solo 3,5 m², el Sol aporta tanta energía como la que usa una familia tipo en la Argentina para calentar toda el agua sanitaria que utiliza.**

Como indica la figura 9, los niveles de insolación son muy variados en la Argentina, pero el 95% de los usuarios de gas natural están al norte de Río Colorado en la Argentina, donde los niveles de radiación solar son mayores que el promedio indicado. En una colaboración entre el ENARGAS y las Universidades Nacionales de Luján y de San Martín, y las Empresas Orbis S.A. y Rheem S.A.,

se está realizando un mapa a nivel nacional para evaluar los ahorros que podrían realizarse en distintos puntos del país utilizando esta tecnología. Sin embargo, estimaciones preliminares indican que, en promedio, con equipos bien diseñados e instalados, podrían obtenerse ahorros de energía en el calentamiento de agua del orden del 75% para equipos ubicados al norte del Río Colorado. Esto se debe a que no todos los días la energía solar está disponible por su intermitencia natural.

El precio del gas natural licuado

importado (GNL) en la Argentina, en los últimos años, rondó los 17 US\$/millón de BTU. Estos precios varían en el tiempo y con el tipo de contrato que se realiza entre las partes. En la Argentina podríamos partir de la hipótesis de que el precio del GNL es de unos 15 US\$/millón de BTU. Esto equivale a un costo del GNL de aproximadamente 0,52 US\$/m³. En 10 años, el ahorro de gas natural por usuario sería de 1 m³x 3.650 = 3.650 m³ para el calentamiento de agua sanitaria. El costo de este volumen de gas sería del orden de US\$ 1.920

aproximadamente. **Este ahorro de gas importado podría cubrir el costo actual del equipo de calentamiento de agua híbrido.**

Los equipos híbridos sol-gas o sol-electricidad en la Argentina tienen costos que oscilan entre US\$ 1.000 y 2.000, pero es previsible que al aumentar su demanda, dichos valores puedan reducirse considerablemente. Producir en el país este tipo de equipos generaría como valor agregado, trabajo y empleo. Simultáneamente, esta alternativa reduciría considerablemente nuestras emisiones de GEL. Por lo tanto, creemos que es fundamental promover este tipo de tecnología en el país.

Un lugar donde la energía solar puede ser de mucha utilidad es en la región del Noreste Argentino (NEA) que en la actualidad no tiene servicio de GN por redes. Además de poseer una irradiación solar considerable, hay una población dispersa, que haría que los costos de tendido de red de gas fuesen muy altos. El costo de las redes de distribución de gas en el NEA se estima en aproximadamente US\$ 1.200 por usuario. Es decir, que este sería el costo de llegar con un caño a una vivienda en una zona urbana. No incluye el costo de gas, ni gasoducto ni instalación interna o artefactos. Una instalación interna se estima en unos US\$ 700 para una vivienda económica. De este modo, el costo de la instalación interna más los costos de red pueden estimarse en unos US\$ 2.000.

Por lo tanto, el uso de esta tecnología, sol-gas o sol-electricidad, podría ahorrar una importante inversión en tendido de redes en zonas de baja densidad de población, a la par

de proveer las ventajas de tener agua caliente sanitaria por un costo reducido y minimizar los impactos ambientales. Creemos que es oportuno llamar la atención sobre este punto, ya que pronto se espera que el gasoducto Juana Azurduy pase por esta región trayendo gas importado. Si los usuarios residenciales minimizan su consumo de gas para calentamiento de agua, no solo logran una disminución en sus erogaciones de servicio de gas, sino que liberan importantes volúmenes de este fluido para usos industriales y generación de electricidad. Dado que muchos de estos potenciales usuarios tienen limitada capacidad de cubrir las tarifas plenas, el Estado podría reducir sus erogaciones de subsidios al consumo residencial si se implementase un sistema de calentamiento de agua híbrido en esta región del país.

En resumen, si la mitad de los usuarios R+C+EO adoptaran esta tecnología para el calentamiento de agua sanitaria, podrían ahorrar del orden del 75% de su consumo de gas, y el ahorro a nivel nacional sería de 6,75 millones de m³/día (=0,5 x 18 x 0,75).

Mejoramiento en la aislación de casas y edificios: varios estudios indican [8] que mejorando la aislación térmica de las paredes exteriores y techos con aislantes convencionales (lana de vidrio, poliuretano expandido de alta densidad, etc.), y sobre todo utilizando **diseños constructivos adecuados**, se puede disminuir la conductividad térmica en un factor de 4 o más. Otra mejora importante se puede lograr en ventanas con doble vidrio o doble vidrio hermético (DVH), que alcanzan, en

promedio, una mejora importante en aislación respecto del vidrio simple. Desde luego, el uso de burletes de goma o similares pueden disminuir significativamente las infiltraciones de corrientes de aire. Un factor 4 en la aislación térmica de viviendas tendría un impacto en el consumo de energía para calefacción de magnitud similar. Esta mejora en la envolvente térmica también disminuiría los requerimientos energéticos de refrigeración. Actualmente en la Argentina existe una norma IRAM de etiquetado de aislación térmica de envolventes, IRAM 11900. Si una vivienda convencional tipo H, según esta norma (quizás las más prevalentes en la actualidad) pasara a tipo E en la categorización del etiquetado, tomando como base una vivienda tipo de unos 65 m², su consumo en calefacción y refrigeración podría reducirse en un 50%. El incremento en costo de la construcción para llegar a esta categoría de etiquetado sería del orden de 2% al 3% que si se construyera la misma vivienda en categoría H según la Norma IRAM 11900.

Por otra parte, con mejor aislación térmica, los artefactos requeridos para calefaccionar y refrigerar estos ambientes serían concomitantemente menores, lo que implicaría mayores ahorros. El consumo de gas para calefacción es del orden de los 6 m³/día –en los días más fríos– ver figura 6. Si se realizaran mejoras en la aislación térmica, y haciendo una suposición conservadora con respecto a que las mejoras en aislación térmica fuesen sólo de un factor 2, el consumo en calefacción disminuiría en el mismo factor, o sea, pasaría de 6 m³/día a unos 3 m³/día. Una mejora de este orden implicaría, a nivel nacional, **ahorros del orden de 22,8 millones de m³/día (3x7,6)** si los 7,6 millones de usuarios de gas por redes adoptaran estas mejoras. La implementación parcial de estas medidas generaría ahorros que tendrían directa relación con la proporción de viviendas mejoradas.

Otras estimaciones independientes arrojan ahorros muy significativos por la implementación de mejoras en la aislación térmica de viviendas. Así, queda clara la importancia de hacer los esfuerzos necesarios para corregir las malas prácticas constructivas. En ese sentido, un logro significativo es haber elaborado una norma de

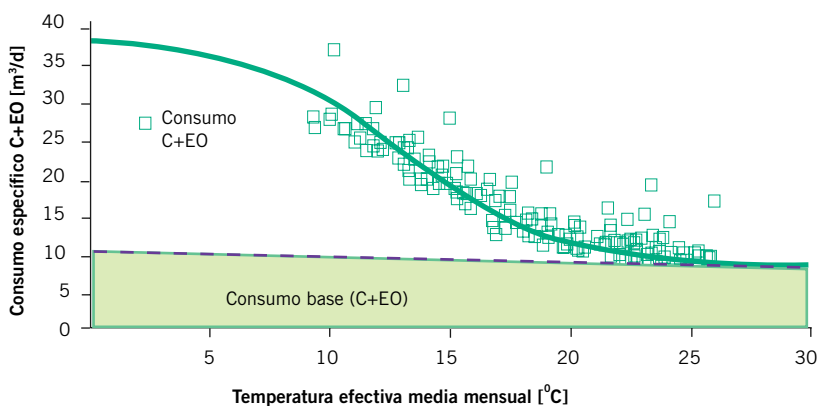


Figura 8. Variación de los consumos específicos de gas natural comercial (C) y entes oficiales (EO) como función de la temperatura media mensual. La línea de trazos cortos indica el consumo base, tiene un valor medio de 8,5 m³/d.

etiquetado de eficiencia energética para las viviendas, la IRAM 11900. La reglamentación de esta norma, es decir, hacerla de carácter obligatorio o estimular su aplicación sería un importante aporte para mejorar la aislación térmica de las envolventes de casas y edificios.

Etiquetado de artefactos de gas: uno de los primeros pasos para integrar a los usuarios al uso racional de la energía es informarlos sobre las condiciones de eficiencia de los artefactos que pueden adquirir en el mercado. Es crucial comprometer e involucrar a los usuarios en un programa de racionalización en el uso de la energía. Los usuarios deben tener la mejor información posible a la hora de elegir un artefacto o vivienda que vaya más allá de las consideraciones estéticas, de precio y de seguridad. En este sentido es importante concientizar a la población para que evalúe la conveniencia de elegir artefactos de buena eficiencia, ya que esto no solo genera un beneficio económico a largo plazo, sino que, además, asume responsabilidad por el cuidado del Medio Ambiente y preservación de los recursos naturales en el momento de elegir.

En ese sentido, las acciones que se están realizando en el ENARGAS, de revisar la normativa de artefactos de gas, Normas NAG, para incorporar el etiquetado en los artefactos de gas de uso doméstico más frecuentes en la Argentina: cocinas, calefones, termotanques y calefactores de tiro directo y balanceado, creemos puede ser un aporte útil para estimular un uso más eficiente de la energía en el país [9]. Un aspecto importante de las nuevas normas NAG es que en todos los casos se incluyen en la determinación de las eficiencias los efectos de pérdidas de energía como así también los consumos pasivos de los artefactos. Asimismo, la Secretaría de Energía de la Nación viene trabajando sostenidamente para implementar el etiquetado en electrodomésticos.

El reemplazo de los gasodomésticos actuales, por los modelos más eficientes, Categoría A, **podría aportar ahorros del orden del 10% en calefactores y termotanques, y hasta del 25% en los calefones que reemplazan el piloto convencional por sistemas de encendido electrónico.** Para

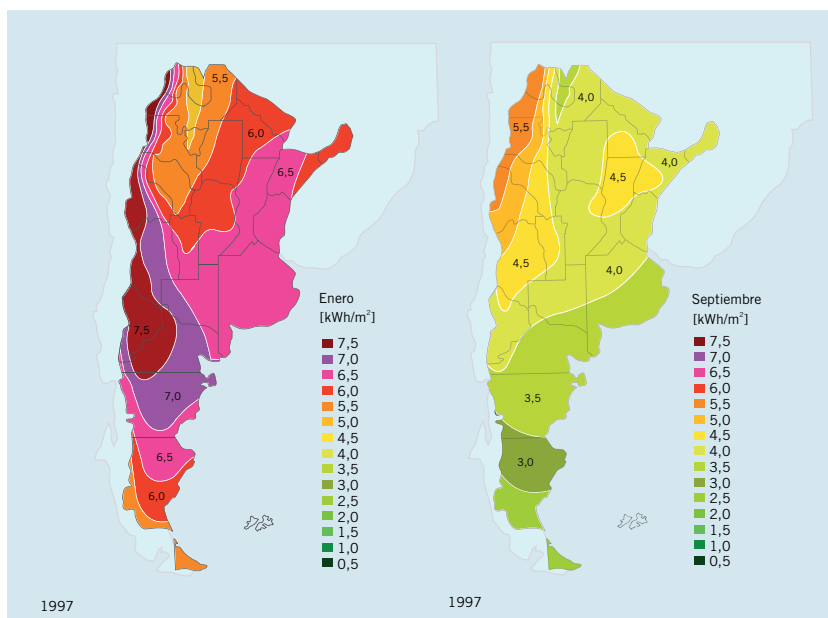


Figura 9. Distribución espacial promedio de la irradiación solar diaria sobre un plano horizontal para dos meses del año, enero y septiembre. Enero es representativo de los valores máximos de irradiación y septiembre de los valores medios. En casi todo el territorio argentino, 4 kWh/m² es un valor representativo del promedio, aunque, en el norte, los valores de irradiación son considerablemente mayores. El contenido energético de 1 m³ de gas natural es de 10,8 kWh.

aprovechar las mejoras en eficiencia de los artefactos de calefacción, es necesario actuar coordinadamente con las mejoras en las envolventes térmicas de las viviendas.

Mitigación del sobreconsumo en el sur del país:

para la misma temperatura, en el sur de la Argentina se observa un consumo de gas de aproximadamente el doble que en el centro y norte del país [10], [11]. Este exceso de consumo es una consecuencia no deseada del sistema de subsidios actuales.

Si se realiza un análisis del consumo residencial en la zona sur del país, abastecida por Camuzzi Gas del Sur S.A., se observa que el consumo específico para cada temperatura es prácticamente el doble que en el resto del país. La figura 10 ilustra este comportamiento.

Este patrón de consumo puede explicarse por la diferencia de tarifas. El precio del gas natural en la zona sur es prácticamente la mitad de la del resto del país, y los subsidios existentes lo reducen aún más respecto del valor en otras regiones. Nótese, como hecho más importante a destacar, que este incremento de consumo de la zona sur respecto del resto de la Argentina se observa a una misma temperatura, es decir, que para un mismo escenario térmico, los usuarios residenciales del sur consumen el

doble que el resto de los usuarios.

En el sur, las temperaturas medias son menores que en el resto del país, esto se ve reflejado en que los datos de consumos específicos de la zona se agrupan con mayor frecuencia (probabilidad) en la región de más bajas temperaturas (figura 10).

Es posible desalentar el exceso de consumo y al mismo tiempo preservar una tarifa de gas que no afecte a los sectores sociales de menores ingresos. La opción sería definir un volumen de consumo asociado a los usuarios R de menor consumo de la zona sur, en un valor consistente con las temperaturas prevalentes en esa zona, pero con una curva de consumo similar a la del resto del país, figura 6. Por su parte, las tarifas para los usuarios de mayor consumo tendrían los mismos valores promedio del resto del país, acompañadas de créditos accesibles para que los usuarios mejoren la aislación térmica de sus viviendas. De este modo, habría un **fuerte incentivo a bajar el consumo** y hacerlos consistentes con los del resto del país. Estas acciones producirían en los meses de invierno ahorros que podrían llegar a los 4,5 millones de m³/día.

En la figura 11 se indica esquemáticamente cómo se modificaría el consumo medio diario de gas, en el sector R+C+EO, si el 50% de los usuarios de estas categorías adoptaran

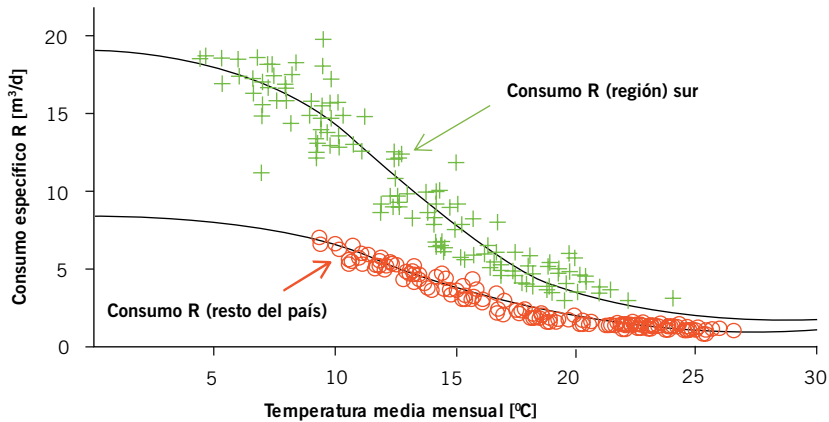


Figura 10. Variación de los consumos específicos residenciales (R) en función de las temperaturas medias mensuales. Los círculos (rojos) representan los consumos residenciales específicos en todo el país, exceptuada la zona sur. Las cruces (verdes) representan los consumos específicos residenciales observados en la zona sur. Las líneas continuas son las predicciones del modelo de consumo.

medidas de eficiencia energética en la aislación térmica de las envolventes de edificios, y si, asimismo, el 50% de ellos usasen sistemas híbridos de calentamiento de agua. Como se observa, con solo estas dos medidas se podrían aportar ahorros en los meses de mayor consumo del orden de 16,5 millones de m³/día y un ahorro medio total del orden del 31% en este segmento del consumo.

Existe, asimismo, la posibilidad de mejorar la eficiencia de los artefactos de gas de uso doméstico en más del 10%, por lo tanto, es prioritaria la implementación de un sistema de etiquetado de los gasodomésticos. Sólo la mejora tecnológica, que elimine los pilotos en los artefactos de gas, remplazándolos por sistemas electrónicos de bajo consumo, podría lograr ahorros del orden de unos 2,5 millones de m³ diarios.

Un aspecto importante a tener muy en cuenta es la duración de los artefactos y las viviendas. Los artefactos domésticos tienen un vida útil de unos 5 a 10 años, mientras que las viviendas, entre 30 a 60 años. De este modo, deficiencias en la construcción de viviendas no solo tienen un impacto en el consumo presente, sino que sus efectos se continúan y extienden a lo largo de muchas décadas, con lo cual el problema de la eficiencia energética en las viviendas debe ser encarado en forma integral.

Conclusiones

Existen múltiples posibilidades de disminuir nuestras importaciones

de gas adoptando medidas de uso racional y eficiente de energía en la Argentina. Estas acciones no solo ahorrarían importantes divisas para el país, sino que, al mismo tiempo, podrían generar nuevos emprendimientos que produzcan desarrollo y empleo. Además de disminuir nuestras emisiones de GEI, se estimularía un mayor acceso a los beneficios que brinda la energía a sectores de bajos recursos económicos.

A su vez, las mejoras en la aislación térmica de edificios y viviendas tendrían un impacto muy significativo en el consumo de energía. Los ahorros de energía en acondicionamiento térmico de ambientes (calefacción y refrigeración) serían muy significativos. Utilizando tecnologías disponibles actualmente y que se encuadran en las normativas de IRAM sobre aislación térmica de envolventes, los ahorros de consumos estarían en el orden de 10 a 20 millones de m³/día, según si su implementación

resulta menos o más completa. Estos ahorros se producirían fundamentalmente en los meses de mayor consumo, o sea, en invierno.

Un primer paso para mejorar las condiciones de aislación térmica podría comenzar con los edificios públicos de modo de generar un ejemplo social. Los edificios públicos, escuelas, universidades, adaptados para un uso eficiente de la energía, asociada a una campaña educativa adecuada, podrían ser un modo de ilustrar las distintas maneras de lograr un uso más eficiente de la energía. Igualmente, se podrían generar estímulos, tarifarios o por subsidios, para que usuarios residenciales y comerciales certifiquen, según normas adecuadas, las condiciones de aislación de sus viviendas. Una medida muy efectiva para lograr que las viviendas certifiquen en eficiencia energética sería requerir dichos certificados a la hora de comprar, vender o alquilar una propiedad. Este requisito estimularía a que los propietarios mejoren las condiciones de aislación de sus inmuebles.

Utilizando equipos híbridos (sol-gas) para el calentamiento de agua se podrían lograr ahorros del orden del 75% del consumo de gas. A los costos actuales del GNL importado, en 10 años el monto de los ahorros en gas importado cubriría el costo de los equipos híbridos. Por lo tanto, resulta altamente atractivo estimular el desarrollo de esta tecnología en el país. La fabricación de estos equipos localmente generaría desarrollo económico y empleo. Un desarrollo de la tecnología solar abarataría los equipos de calentamiento de agua, y los haría más accesible a los sectores de menores recursos.

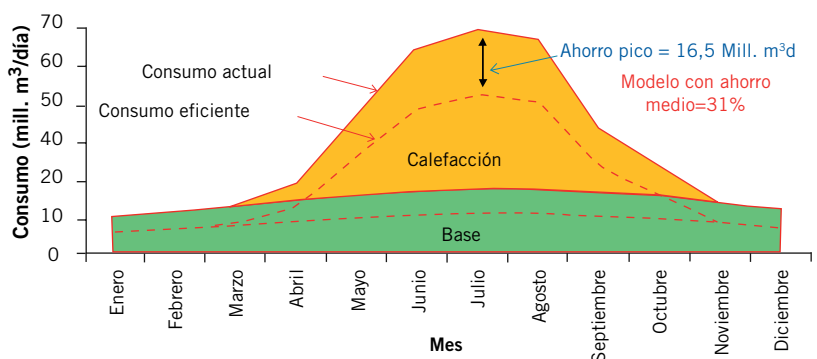


Figura 11. Distribución del consumo R+C+EO. Las líneas continuas son los consumos medios observados en el año 2011. Las líneas de trazos corresponden a los consumos previstos si el 50% de estos usuarios adoptaran medidas de aislación térmica de viviendas y calentadores de agua híbridos. El ahorro medio a lo largo del un año sería el 31%.

Si la mitad de los usuarios residenciales, comerciales y entes oficiales adoptaran esta tecnología para el calentamiento de agua sanitaria, se ahorrarían unos 6,75 millones de m³/día. En este sentido, generar **legislaciones a nivel nacional, provincial y municipal** que estimulen el uso de esta alternativa sería un paso crucial para iniciar un importante desarrollo industrial y económico asociado a esta tecnología.

Con un 50% de los usuarios R+C+EO adoptando medidas de eficiencia energética en la aislación térmica de edificios y viviendas, es decir si el 50% de usuarios calentasen su agua con sistemas híbridos, aislaran adecuadamente sus viviendas y edificios, se podría lograr ahorros en los meses de mayor consumo del orden de 15 millones de m³/día. Estas medidas de eficiencia podrían, en gran medida, paliar este déficit de gas nacional.

Asimismo, estos volúmenes son comparables a la producción de una gran cuenca. Es importante señalar que a diferencia de lo que ocurriría con un yacimiento de gas de producción comparable a los indicados más arriba, los volúmenes liberados por la eficiencia no requieren del desarrollo de una nueva infraestructura en el transporte y distribución de este gas, que lógicamente sí sería necesario en caso de un nuevo yacimiento.

Este análisis también sugiere la necesidad de modificar el actual esquema de subsidio del gas en la zona sur del país. Creemos que es posible modificar el esquema de subsidio de modo de desalentar el sobreconsumo observado.

En este trabajo solo hemos considerado las componentes residenciales, comerciales y público del consumo, que constituyen el 30% del total. En otros segmentos del consumo, pueden lograrse, asimismo, ahorros muy significativos. Por ejemplo, en la generación eléctrica hay muchas posibilidades de lograr importantes ahorros mediante la cogeneración. Algo similar ocurre en la industria, tomando como parámetro de medición de la eficiencia la intensidad energética. Por último, en el transporte existen muchas posibilidades de mejorar la eficiencia tanto del servicio como de la utilización de la energía.

La experiencia internacional indica que, en general, es más barato ahorrar una unidad de energía que

Ahorro potencial de gas

La siguiente tabla resume los potenciales ahorros de gas que podrían lograrse implementando las principales alternativas discutidas en este trabajo. Una aplicación parcial tendría un efecto proporcional al alcance de cobertura de implementación de la medida.

Acciones	Ahorro potencial	
	Implementación completa [Millones m ³ /día]	Porcentaje del consumo medio [Millones m ³ /día]
Mejora en el aislamiento térmico de viviendas	20	17%
Etiquetado en artefactos y eliminación de pilotos en calefones	3	2,6%
Uso de tecnología solar híbrida para calentar agua en 50% de los usuarios.	6	5%
Promover un uso racional en el sur de la Argentina	4	3,4%
Total (millones m ³ /día)	33	28%

producirla. Así es como la eficiencia energética se convierte en un protagonista fundamental de las matrices energéticas de los países desarrollados, ya que es una **fuerza de energía de bajo costo que no contamina**.

La eficiencia energética requiere de un enfoque global. En ese sentido el Decreto 140/2007 del Poder Ejecutivo es claramente un avance importante. Sin embargo, la adopción de medidas tendientes a optimizar el consumo muchas veces excede la incumbencia específica de un sólo organismo de regulación o agencia gubernamental y sería deseable generar un comité de coordinación transversal. ■

Agradecimientos: a la Dra. A. Schwint y al Ing. J. Boljover por la lectura y valiosas sugerencias realizadas.

Referencias

- [1] *Human Development Report 2006* – Naciones Unidas - <http://hdr.undp.org/>
- [2] *International Energy Outlook 2011*-Energy Information Administration, <http://www.eia.gov/forecasts/ieo/>
- [3] Secretaría de Energía de la Nación Argentina. *Balance Energético Nacional serie 1970-2010*, <http://energia3.mecon.gov.ar/contenidos/verpagina.php?idpagina=2973>
- [4] Cámara de Empresas Argentinas de Gas Licuado de Argentina (C.E.G.L.A.) <http://www.cegla.org.ar>
- [5] Secretaría de Energía de la Nación Argentina. *Balances Energéticos* <http://energia3.mecon.gov.ar>
- [6] ENARGAS www.enargas.gov.ar (Transporte y Distribución, Datos operativos).
- [7] Hugo Grossi Gallegos y Raúl Righini,

“Atlas de Energía Solar de la República Argentina”, elaborado por, Grupo de Estudios de la Radiación Solar (GERSolar) de la Universidad Nacional de Luján. <http://www.gersol.unlu.edu.ar/pagina3.htm>

- [8] V. L. Volantino, P. A. Bilbao, *Ahorro Energético en el Consumo de Gas Residencial Mediante Aislamiento Térmico en la Construcción*, Unidad Técnica Habitabilidad Higrotérmica-INTI Construcciones-Instituto Nacional de Tecnología Industrial, P. E. Azqueta, P. U. Bittner, A. Englebert, M. Schopflocher, Integrantes del Comité Ejecutivo de INTI Construcciones; Comisión de Trabajo URE en Edificios <http://www.mastropor.com.ar/Novedades/07AHORRO.pdf> http://www.inti.gov.ar/construcciones/pdf/ahorros_aislamiento_termico.pdf
 - [9] S. Gil, E. Bezzo, M. A. Maubro, J. M. Miotto y R. Prieto, “Etiquetado de artefactos de gas– Hacia un uso más eficiente de la energía”, *Petrotecnia*, LII, n.º 06, págs. 104-111.
 - [10] S. Gil, “Posibilidades de ahorro de gas en Argentina– Hacia un uso más eficiente de la energía”, *Petrotecnia*, L, N°2, págs. 80-84, abril 2009.
 - [11] A. D. González, E. Crivelli, S. Gortari, “Eficiencia en el uso del gas natural en viviendas unifamiliares de la ciudad de Bariloche”, *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, Vol. 10, págs. 07-01, 2006.
- Salvador Gil y Roberto Prieto se desempeñan en la Gerencia de Distribución de ENARGAS. Asimismo, Gil forma parte del cuerpo docente en la Universidad Nacional de San Martín, ECyT.**