



Salvador Gil
Roberto Prieto

EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA ARGENTINA

Borrador de una posible hoja de ruta

“La eficiencia energética es una fuente de energía de bajo costo y que no contamina”.

En nuestro país 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. Este enfoque elude un aspecto fundamental del problema, la naturaleza y rol de la demanda. Por otra parte, hay un creciente consenso que el calentamiento global que está ocurriendo es en buena parte producido por el uso de combustibles fósiles. Estos hechos plantean desafíos que no podemos soslayar. Por otro lado, a nivel local, durante la última década, la producción nacional de energía no logra satisfacer la demanda y dependemos en forma creciente de importaciones de energía. El costo de estas importaciones tiene un impacto muy significativo en las cuentas públicas y en la balanza comercial del país.

En este escenario, la alternativa de usar más eficientemente nuestros recursos energéticos es crucial. El objetivo de la eficiencia, consiste en usar los mínimos recursos energéticos posibles, para lograr el nivel de confort deseado. Esta elección tiene sentido tanto desde el punto de vista económico como ambiental. Al usar menos combustibles para hacer las mismas actividades mitigamos las emisiones de gases de efecto invernadero, preservamos nuestros recursos y disminuimos los gastos en energía de los usuarios.

En este trabajo se exponen varias posibilidades para lograr ahorros significativos de energía y gas natural en particular en Argentina, centrados principalmente en los servicios residencial, comercial y público. Los potenciales ahorros son importantes y comparables a los provistos por un nuevo gran yacimiento de gas o a los volúmenes de gas que el país importa.

La tabla siguiente resume los potenciales ahorros de gas que podrían lograrse con la implementación de las principales alternativas consideradas aquí, aplicadas sólo a los sectores residenciales, comerciales y entes oficiales.

Acciones	Potencial Ahorro	
	Implementación parcial ($\approx 50\%$) [millones m ³ /día]	Implementación Completa [millones m ³ /día]
Regulación de Termostatos en calefacción y refrigeración	2,5(picos)	5(picos)
Luminarias LED	1(todo el año)	2(todo el año)
Eficientización de los sistemas de calentamiento de agua caliente. Eliminación de piloto de calefones y uso de tecnología solar híbrida para calentar agua	6(todo el año)	12(todo el año)
Promover un uso racional en el Sur de la Argentina	3(picos)	6(picos)
Mejora en el aislamiento térmico de las viviendas	11,5(picos)	21(picos)
TOTAL(millones m³/día)	17 (picos)	32 (picos)
TOTAL (millones m³/día)	7(todo el año)	14 (todo el año)
Importaciones promedio diario de gas	35(millones m³/día)	

Tabla 1. Potenciales ahorros de gas que podrían lograrse con la implementación de las principales alternativas consideradas aquí, aplicadas sólo a los sectores residenciales, comerciales y entes oficiales

Nota: “pico” se refiere a los consumos en los meses de invierno y “todo el año” a consumos que son estables a lo largo de todo el año.

INTRODUCCIÓN

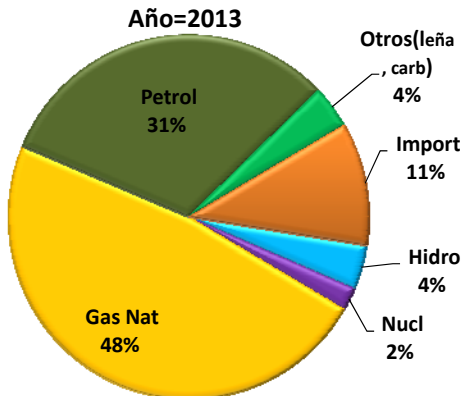
El objetivo de la *eficiencia energética* es usar los mínimos recursos energéticos posibles, para lograr un nivel de confort deseado. Esta elección tiene sentido tanto económico como ambiental. Al usar menos combustibles para hacer las mismas actividades, se disminuye el valor en las facturas, se reduce la necesidad de ampliar la infraestructura energética y se mitigan las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

La experiencia internacional indica que en general es más barato ahorrar una unidad de energía que producirla. Así es como el Uso Racional y Eficiente de la Energía (UREE) se convierte en un protagonista fundamental de las matrices energéticas de los países, ya que es una fuente de energía de bajo costo, que no contamina.

El objetivo de este trabajo, es discutir las potencialidades de la eficiencia energética en el país, resaltando el hecho que el UREE es quizás el fruto más bajo del árbol o pirámide energética. En la figura 1 se muestran las características básicas de la matriz energética primaria y cómo se distribuye su uso en la Argentina.

El gas natural es la componente más importante de la matriz energética nacional, aportando aproximadamente el 50% a la matriz energética primaria. Su consumo se incrementa a una tasa cercana al 3,3% anual. A esta tasa de crecimiento, es previsible que en los próximos 20 años el consumo se duplique. Desde hace algo más de una década, la producción local de gas ha estado disminuyendo y dependemos en forma creciente de importaciones de gas, como se observa en la Figura 2. El costo de estas importaciones tiene un impacto muy significativo en las cuentas públicas y en la balanza comercial del país y es quizás uno de los principales desafíos que tenemos por delante.

Producción de Energía Primaria



Usos de energía secundaria - Año=2013

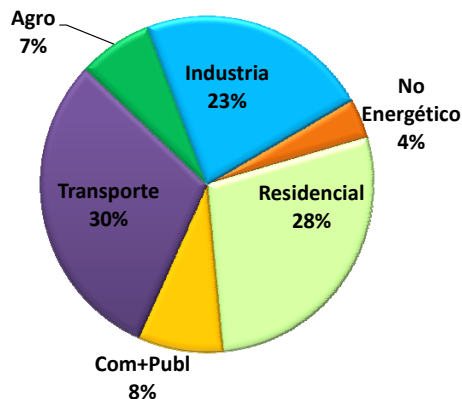


Figura 1. Matriz energética Argentina para el año 2013. A la izquierda vemos la matriz energética primaria, incluyendo la importación. A la derecha cómo se usa la energía secundaria o final en Argentina. Fuente Secretaría de Energía de la Nación.¹

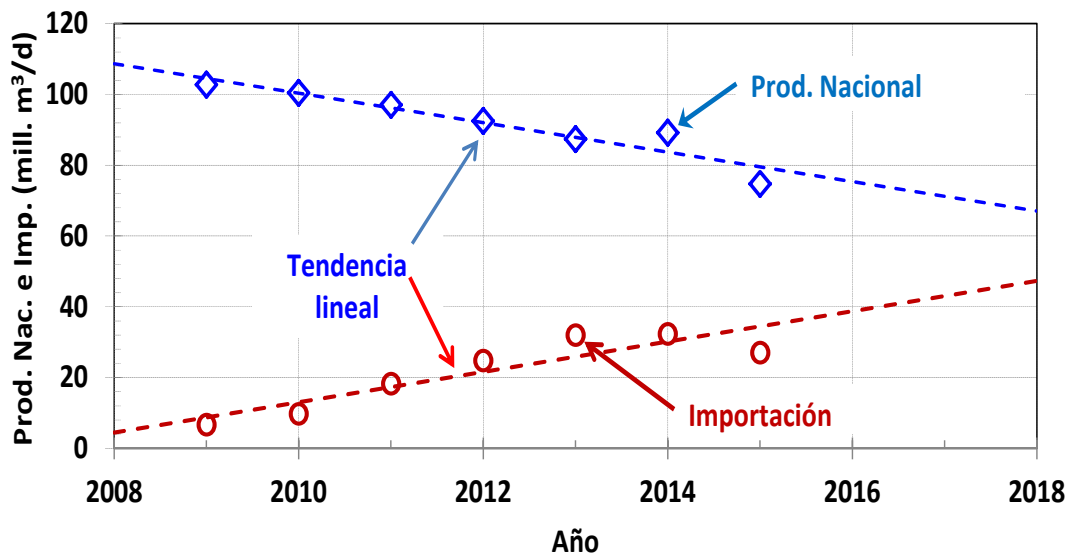


Figura 2. Evolución de la producción nacional de gas natural y la importación. Las líneas de puntos representan un ajuste lineal de los datos. Nótese, que a partir de 2014 se observa una variación en la tendencia de los años anteriores.

Asimismo, resulta necesario incluir a vastos sectores sociales de menores recursos en los beneficios que brinda la energía.

Por otra parte, hay evidencias cada vez más claras de que el calentamiento global que está experimentando la Tierra tiene causas antropogénicas. Se estima que el 60% de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), son consecuencia del uso de combustibles fósiles, por lo tanto, es prudente e imperioso que disminuyamos nuestras emisiones de GEI.

En diciembre de 2015 los 195 países participantes acordaron por consenso aprobar el Acuerdo de París, para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Los países miembros, entre los que se cuenta nuestro país, acordaron reducir sus emisiones de carbono “lo antes posible” con el objetivo de mantener el calentamiento global “muy por debajo de 2 grados C”. Esto lleva a que la Argentina deberá explicitar sus metas de disminución de las emisiones de GEI para los próximos años. En ese sentido, el UREE y el aprovechamiento de las energías renovables, en particular eólica y solar, son claramente las componentes más promisorias en la búsqueda de soluciones a los desafíos energéticos del presente y del futuro. Al disminuir las demandas energéticas, los aportes de fuentes renovables comienzan a jugar un rol muy significativo, generándose un círculo virtuoso. Existe un gran consenso de que el UREE y el aprovechamiento de los recursos energéticos renovables, son dos caras de una misma moneda, que se complementan adecuadamente.

Una ventaja adicional de las energías renovables, como la solar, es que su generación se realiza “in situ”, evitando así los elevados costos de transporte y distribución de la energía, que además consumen energía adicional y requieren de costosas infraestructuras. Lo mismo ocurre con el UREE que, al disminuir los consumos por usuario, nos libera partes de la infraestructura ya existente para que más personas o industrias tengan acceso a la energía liberada, sin necesidad de invertir en ampliaciones de infraestructura y sin agregar emisiones. El UREE debe propender a lograr una mejor gestión de la energía y los recursos disponibles, a la par de reducir inequidades, evitar el deterioro del medio ambiente y contribuir a mejorar la competitividad de las empresas, reduciendo sus costos en energía. Por otra parte se genera un desafío tecnológico, que favorece la creación de nuevos emprendimientos, el empleo y el desarrollo económico.

Hay numerosos ejemplos a nivel internacional que dan soporte empírico a estas afirmaciones. Varios países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OECD), que adoptaron medidas de este tipo, no solo lograron disminuir sus consumos energéticos, reduciendo considerablemente su

dependencia de combustibles fósiles importados, sino que desarrollaron una importante industria de sistemas y productos que se están exportando por el mundo.

En las Figuras 3 y 4 se muestran la variación del PBI y el consumo de energía en los últimos 40 años para la Argentina y los países que integran la OECD. 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 Argentina sigue (copia) la curva de PBI. Para los países de la OECD, 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, aunque el consumo de energía casi no varió durante el mismo período.

Una situación similar ocurrió en el Estado de California. El consumo de electricidad per cápita en este Estado crecía monótonamente con el tiempo, al igual que en el resto de los EE.UU. A partir de 1973 en California se adoptan medidas que estimulan un uso racional de la energía. Como resultado de ello, el consumo per cápita de electricidad en California se mantuvo prácticamente constante, mientras que en el resto de los EE.UU. donde no se aplicaron dichas medidas, el consumo per cápita siguió su tendencia monótona creciente. Claramente el crecimiento de California fue tan bueno o mejor que el promedio de los otros estados de los EE.UU. demostrando que el UREE no tiene impacto negativo en la economía, sino todo lo contrario. Este hecho notable recibe el nombre de “Efecto Rosenfeld” en honor a Arthur Rosenfeldⁱ (Figura 5), que desde la dirección de la Comisión de Energía de California impulsó estas políticas de uso eficiente de la Energía.

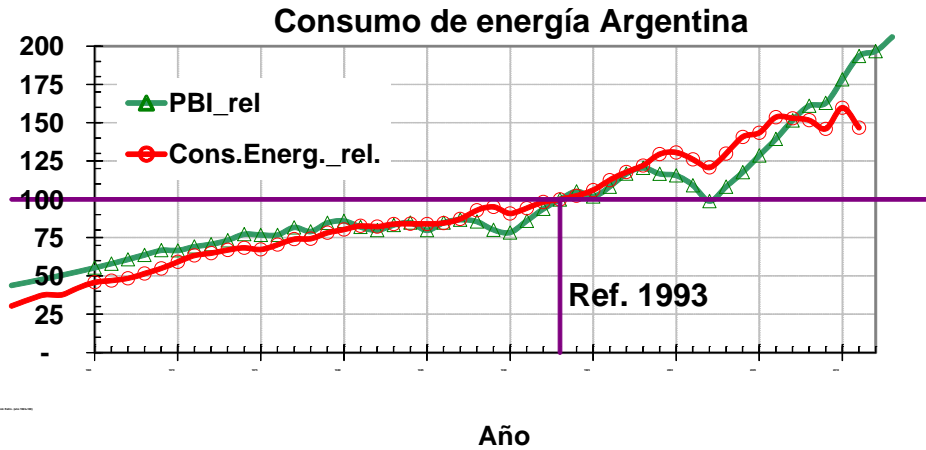


Figura 3. Variación del consumo total de energía secundaria y PBI a valores constantes de 1993 de Argentina en unidades relativas. Los valores de consumo y PBI se normalizan a 100 para ese año. En Argentina el crecimiento del consumo “copia” las variaciones de PBI, de modo similar a como ocurría en los países de la OECD antes de 1974.ⁱⁱ

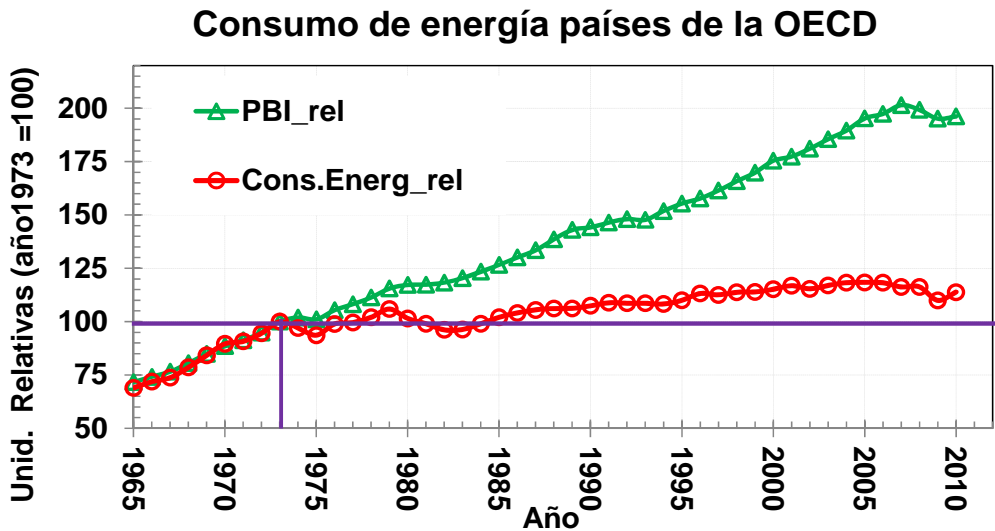


Figura 4. Variación del PBI (GDP) y el consumo final de energía para los países de la OECD de 1965 a 1994.^{iii,iv} Los datos están en unidades relativas, tomando como 100 los valores del año 1973. Se observa que hasta 1974 ambas curvas se mueven juntas. A partir de esa fecha y como consecuencia de las medidas de uso eficiente adoptadas, el crecimiento económico continuó su ascenso pero el consumo de energía se mantuvo casi constante.

Estos hechos ilustran que es posible tener un crecimiento importante y al mismo tiempo mantener y aun 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 viables, tienen la ventaja de disminuir la necesidad de importar energía, ahorrando importantes recursos económicos, a la par de disminuir las emisiones de gases de efecto de invernadero.

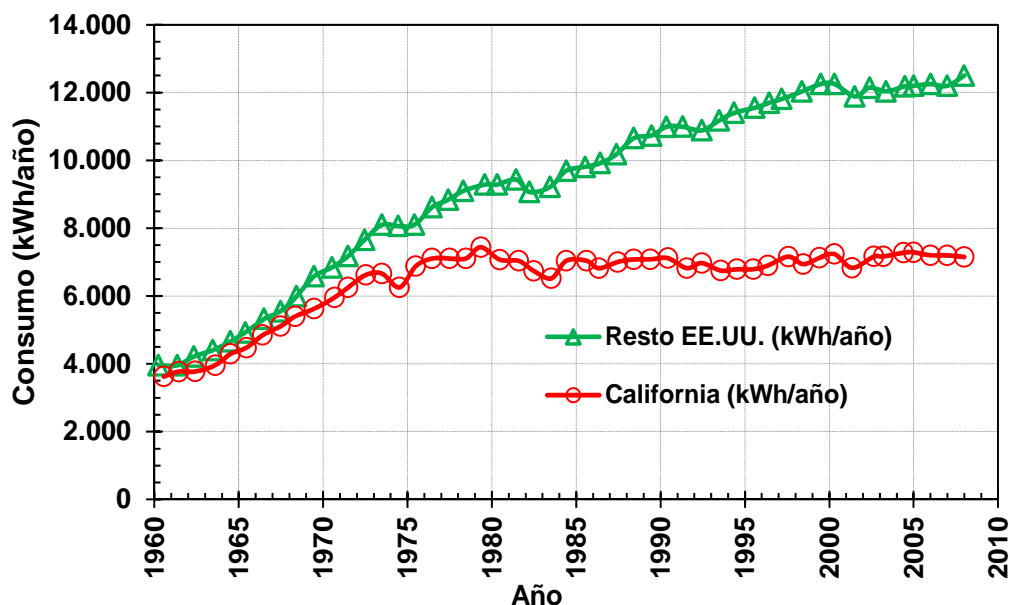


Figura 5. Evolución del consumo eléctrico per cápita en California y el resto de los EE.UU. A partir de los años 70, cuando se implementan estándares de eficiencia en California, combinados con un fuerte incentivo al desarrollo de productos más eficientes, el consumo per cápita prácticamente permanece constante, mientras que en el resto de ese país el consumo tuvo un incremento de más del 50%.^v

Sin embargo, el UREE, a pesar de ser un primer paso importante en la dirección correcta, es muy probable que no sea suficiente para prevenir el aumento de las emisiones, dado el ritmo de crecimiento de la demanda energética mundial. Seguramente será necesario hacer importantes cambios en la composición de la matriz energética, tanto global como local.

SITUACIÓN ARGENTINA - IMPORTACIÓN DE GAS

En la Figura 6, se ilustra la distribución de la matriz energética nacional para el año 2013. Un aspecto notable es que aproximadamente el 45% al 55% de la energía se pierde en distintos tipos de ineficiencias. Las importaciones de gas son del orden del 25% de consumo, es decir reduciendo a la mitad las ineficiencias del sistema, podrían mitigar en gran parte la necesidad de importar energía.

Hay muchas oportunidades de mejorar la eficiencia en el uso de la energía. Las oportunidades en la industria, la generación eléctrica y transporte son múltiples. Estos avances en la eficiencia no sólo disminuirían nuestras importaciones de energía, sino que también mejorarían la competitividad de nuestros productos en el mundo.

En el país aproximadamente un tercio de toda la energía usada se emplea en viviendas y edificios comerciales y públicos. Con tecnologías existentes, se podría reducir este consumo a la mitad. En nuevas viviendas el incremento de costos para lograr estas reducciones en consumo es muy moderado y se amortiza en poco tiempo.

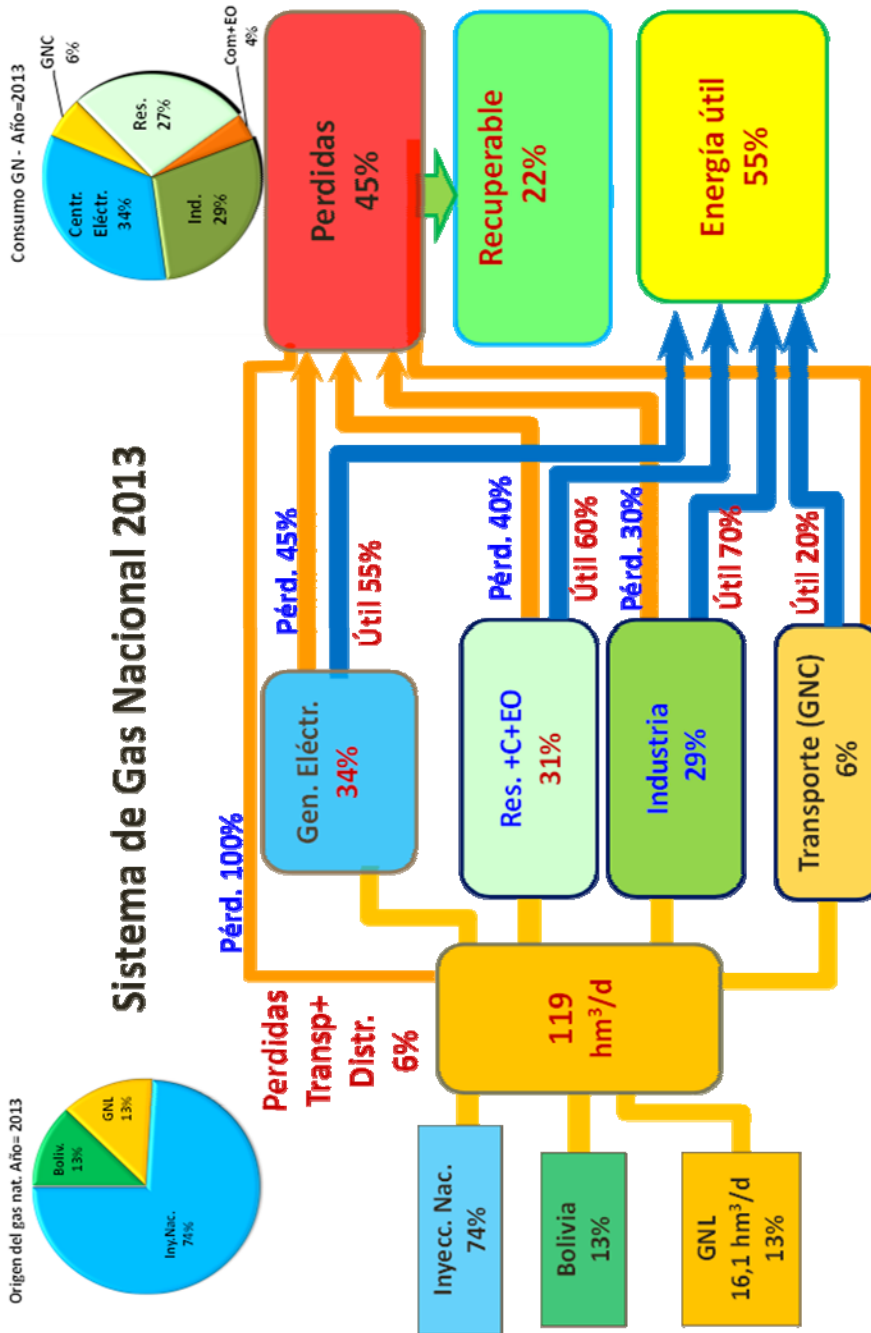


Figura 6. Camino del gas en la Argentina. Como se ve, alrededor del 45% de la energía se pierde en distintos tipos de ineficiencias.¹⁹ El objetivo de un programa como el propuesto aquí es mejorar la eficiencia para minimizar estas enormes pérdidas. Nótese que la importación de gas es del orden del 20%, o sea equivale a menos de la mitad de las pérdidas.

Una ventaja adicional del UREE, es que para implementarlo no son necesarias grandes y costosas obras de infraestructura. Si se descubriese una gran reserva de gas en algún punto de la cordillera, desde luego sería una muy buena noticia. Sin embargo, para aprovecharla sería necesaria una gran inversión para extraer ese gas, luego transportarlo a los centros de consumo y, finalmente, ampliar las redes de distribución en los centros urbanos para llegar a los usuarios o construir nuevas centrales eléctricas.

AHORRO DE ENERGÍA EN TRANSPORTE APORTADA POR EL GNC - VEHÍCULOS HÍBRIDOS A GNC

Como se ve en la Figura 1, aproximadamente un tercio de la energía se utiliza en transporte. La eficiencia energética, desde que el petróleo sale del pozo hasta que llega a la rueda de los vehículos (eficiencia del pozo a la rueda), con los motores a combustión interna que usamos habitualmente, es del orden del 15%. Si a esto agregamos que habitualmente los automóviles tienen un peso entre 15 a 20 veces el de un pasajero típico, la eficiencia energética para trasladar la carga útil (pasajero) es inferior al 1%. Esto nos incita a analizar críticamente nuestro sistema de transporte.^{vi} Un vehículo convencional de pasajero, pasando de gasolina a gas natural comprimido (GNC), mejora su eficiencia del pozo a la rueda en casi 25% y sus emisiones de CO₂ disminuyen en un 73%. En gran medida este ahorro en energía proviene del hecho que mientras al petróleo hay que transportarlo y refinarlo para usarlo en los vehículos, procesos que consumen más del 30% de la energía primaria, el gas no necesita refinación y en el transporte de la fuente al tanque, las pérdidas son inferiores al 5%. Por otra parte, las emisiones de 1 m³ de gas natural son 20 % inferiores a la de 1 litro de nafta, y tiene 13% más contenido energético. El costo de 1 m³ de gas natural, tanto en el mercado nacional como internacional, es considerablemente más económico que 1 litro de nafta. Por ello, el costo de la transformación de los vehículos a nafta a GNC se amortiza en menos de 2 años, si se recorren más de 20 mil km al año.

Una variante interesante a este nivel, sería el desarrollo de vehículos híbridos a GNC. Por un lado los vehículos híbridos (por ejemplo Toyota Prius, Ford Fusion Hybrid, etc.) tienen una eficiencia de conversión de tanque a la rueda del orden del 60 al 80% mejor que los vehículos convencionales. Si a estos vehículos lo transformásemos a gas natural, la eficiencia del pozo a la rueda se incrementaría en un 30% más, al evitar los consumos asociados a la refinación y transporte de combustible. Es decir, tendríamos que reducir el consumo de energía primaria a casi la mitad y consecuentemente las emisiones de GEI.

CONSUMO DE GAS EN VIVIENDAS

ACONDICIONAMIENTO TÉRMICOS DE EDIFICIOS

Las componentes del consumo de gas natural para uso residencial (R), comercial (C) y público o entes oficiales (EO), en Argentina son de carácter ininterrumpible y tienen características similares. Estas componentes del consumo son fuertemente termodependientes. La suma de los consumos R+C+EO constituyen aproximadamente el 30% del total del consumo de gas en Argentina (Figura 7).

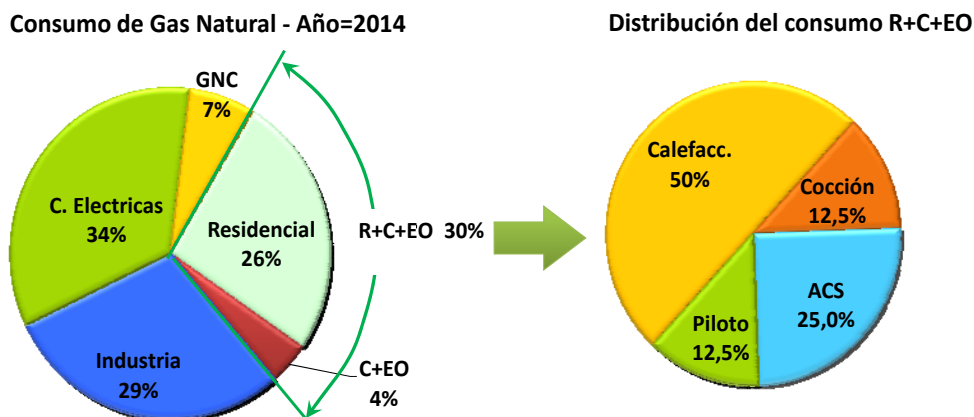


Figura 7. Distribución del consumo de gas. Año 2011. Aquí ACS significa agua caliente sanitaria.²⁵

AHORRO DE GAS EN EL CALENTAMIENTO DE AGUA SANITARIA

Este problema fue analizado en varios trabajos^{vii,viii} cuyas conclusiones pueden resumirse a través de un plan de cambio de artefactos de calentamiento de agua, calefones y termotanques, de los actuales a los nuevos, que incluye tres aspectos:

A) Cambio de los equipos convencionales a los más eficientes en el mercado, es decir los equipos que tienen etiqueta A en eficiencia energética, según las Normas Argentinas de Gas (NAG) implementadas por el Ente Nacional Regulador del Gas (ENARGAS).

B) Incorporación de dispositivos economizadores de agua, también llamado aireadores, que tienen gran difusión en Europa y EE.UU. y que reducen el consumo de agua entre 35% a 50% el consumo de agua utilizada en el lavado y aseo personal.

C) Introducción de calentadores de agua solares híbridos (solar-eléctrico o solar-gas) a una fracción del orden del 25% de los usuarios.

Suponiendo que el 25% de los usuarios residenciales adopta sistemas solares híbridos; el resto pasa a clase A sus equipos convencionales y suponiendo un ahorro de agua del orden del 35%, el ahorro en consumo de gas residencial podría ser del orden de unos 12 millones de $\text{m}^3/\text{día}$. Es decir, se podría lograr un 30% de ahorro en las importaciones actuales. Los resultados indican que con una moderada inversión inicial, aun si el estado subsidiase gran parte del programa de cambio, al cabo de 15 años, los ahorros acumulados en gas importado, serían del orden de 15 mil millones de USD, suponiendo un costo de importación de gas de unos 7 USD/Millón de BTU. Asimismo, se lograría mejorar y modernizar los artefactos que usan los habitantes de país, estimulando un importante desarrollo industrial y económico y un incremento en las exportaciones del GLP (Gas Licuado de Petróleo).⁸

AHORRO DE ENERGÍA A TRAVÉS DE LA REGULACIÓN RACIONAL DE LOS TERMOSTATOS

Un modo simple de lograr importantes ahorros tanto en gas como en electricidad, o sea en calefacción y refrigeración, consiste en fijar adecuadamente las temperaturas del termostato de los equipos de calefacción y refrigeración, respectivamente. Varios estudios indican que bajar en un 1 °C el termostato en invierno puede generar ahorros del 10% al 20% del consumo de calefacción, dependiendo de la zona región bioclimática del país.^{ix, x} De igual forma, aumentar en 1 °C el termostato en los acondicionadores de aire, puede generar un ahorro de energía superior al 20%. En la zona central de la Argentina, donde se concentra alrededor del 90% de la población, estos ahorros son del 20% en invierno y del 25% en verano. Dado que el consumo de energía primaria usada en calefacción y refrigeración de edificios en el país es del 18% del total, una simple medida como la propuesta aquí, consistente en variar 1°C las temperaturas de los equipos, aportaría un 3% al 4% de ahorro del consumo total. Además, este ahorro se lograría en los picos de consumo, contribuyendo a mitigar los cortes de suministro. Solo en el caso de la calefacción a gas, en los días de mayor frío, cuando el consumo por calefacción alcanza unos 50 millones de $\text{m}^3/\text{día}$, se podrían esperar ahorros del orden de los 5 millones de $\text{m}^3/\text{día}$. Se muestra así la importancia de impulsar un programa orientado a monitorear y regular cuidadosamente la

temperatura a las que se fijan los termostatos, en invierno y en verano, como así también la importancia de establecer normativas que estimulen el uso racional y eficiente de la energía.

MITIGACIÓN DEL SOBRE-CONSUMO EN EL SUR DEL PAÍS

En el sur de la Argentina se observa que para la misma temperatura, el consumo por usuario es aproximadamente el doble que en el centro y norte del país.^{xi, xii, xiii, xiv} Este exceso de consumo es una consecuencia no deseada del sistema de subsidios actuales.

En la Figura 8 se muestra el consumo residencial específico (por usuario) en la zona sur del país, abastecida por Camuzzi Gas del Sur S.A.. En la misma figura con círculos rojos se muestran los mismos datos para la zona central y norte del país. Se observa que el consumo específico para cada temperatura, en el sur es prácticamente el doble que en el resto del País.

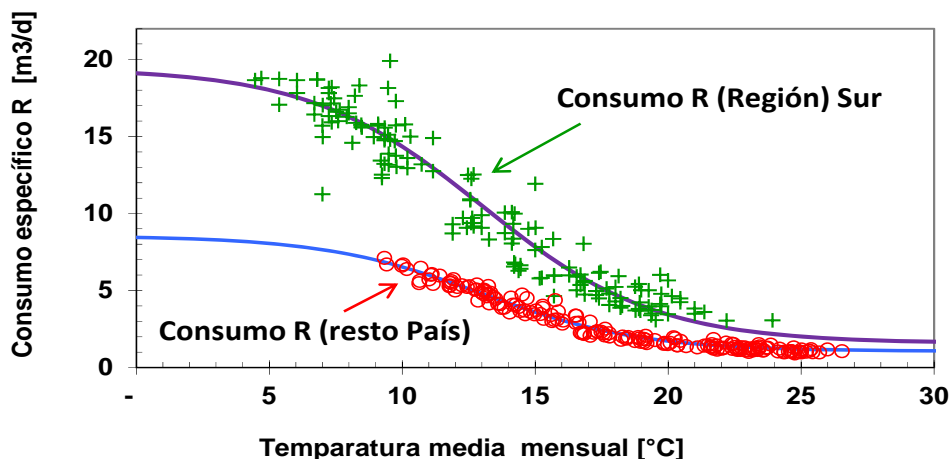


Figura 8. Variación de los consumos específicos residenciales en función de las temperaturas medias mensuales. Los símbolos circulares (rojos) representan los consumos residenciales específicos en todo el país, exceptuada la Zona Sur. Las cruces (verdes) representan los consumos específicos (R) observados en la Zona Sur. Las líneas continuas son las predicciones del modelo de consumo.

Este patrón de consumo puede explicarse por la diferencia de tarifas. El precio del gas natural en la zona sur es prácticamente la mitad 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 sur se agrupan con mayor frecuencia (probabilidad) en la región de más bajas temperaturas (Figura 8). Es interesante notar que el sobreconsumo es del orden de 6 millones de metros cúbicos diarios en los días de mayor consumo (es decir, un sexto de las importaciones).^{12,13}

MEJORAMIENTO EN LA AISLACIÓN DE CASAS Y EDIFICIOS

Varios estudios^{xv} indican 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 ó más. Otra mejora importante se puede lograr con ventanas con doble vidrio o doble vidrio hermético (DVH), que permiten 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 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 Argentina existe la norma IRAM 11900 de etiquetado de aislación térmica de envolventes. Si una vivienda convencional tipo H en la categorización del etiquetado, (quizás las más prevalentes en la actualidad) pasara a tipo E, tomando como base una vivienda tipo^{xvi} 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, según la Norma IRAM 11900, sería del orden de 2% al 3% respecto de la misma vivienda construida en categoría H.

Por otra parte, con mejor aislación térmica, los artefactos requeridos para calefaccionar y refrigerar estos ambientes serían concomitantemente menores, lo que generaría mayores ahorros. El consumo de gas para calefacción es del orden de los 6 m³/día -en los días fríos- tal como se ve en la Figura 8. Si se realizaran tareas que mejoren la aislación térmica y haciendo una suposición conservadora, 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 significaría, a nivel nacional, *ahorros del orden de 21 millones de m³/día*, si los 7,7 millones de usuarios de gas por redes adoptaran estas mejoras.

La implementación parcial de estas medidas, de todos modos 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. En particular el grupo de INTI Construcciones concluye:¹⁴ “Como resultado se llegó a un ahorro del 43% aproximadamente, aislando muros y techos, valor que puede superar el 50% si también se emplea doble vidrio hermético en las carpinterías.”

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 etiquetado de eficiencia energética para las viviendas, la citada norma IRAM 11900. Si bien esta norma no está libre de críticas y desde luego es perfectible, disponer de una normativa de este tipo es un avance significativo. La reglamentación de esta norma o una versión mejorada, es decir, hacerla de carácter obligatorio o por lo menos estimular su aplicación, sería un importante aporte para mejorar la aislación térmica de las envolventes de casas y edificios.

En esta línea de acción, los programas de construcción de viviendas, promovidas con fondos públicos, como el programa PROCREAR, debería incorporar requerimiento de eficiencia en la construcción y diseño de dichas viviendas.

ETIQUETADO DE TODOS LOS ELECTRODOMÉSTICOS Y ARTEFACTOS A 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 que vaya más allá de las consideraciones estéticas, de precio y de seguridad. En este sentido es importante concientizar al usuario para que evalúe la conveniencia de elegir un artefacto con buena eficiencia, ya que esto no sólo genera un beneficio económico a largo plazo sino que además asume responsabilidad por el cuidado del medio ambiente en el momento de elegir. En ese sentido, son oportunas las acciones que se están realizando en el ENARGAS, tal como revisar y actualizar la normativa de artefactos a gas. Incorporar el etiquetado en los artefactos de gas para uso doméstico más frecuentemente utilizados en la Argentina (cocinas, calefones, termotanques y calefactores de tiro natural y balanceado) es un aporte útil para estimular un uso más eficiente de la energía en la Argentina.^{xvii} Un aspecto importante de las nuevas normas es que se incluyen en la determinación de las eficiencias los efectos de pérdidas de energía como así también los consumos

pasivos. Esta política se corresponde con la de la Secretaría de Energía de la Nación, que viene trabajando sostenidamente para implementar el etiquetado en electrodomésticos en el país.

El reemplazo de los gasodomésticos actuales, por los modelos más eficientes, Categoría A, podría aportar ahorros del orden del 10% en calefactores y termostatos, y *hasta del 25% en los calefones* que eliminan el piloto convencional y lo reemplazan por sistemas de encendido electrónico.^{24,27} Para aprovechar las mejoras en eficiencia de los *artefactos de calefacción*, es necesario coordinar con las mejoras en las envolventes térmicas de las viviendas.

AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA POR EL REEMPLAZO DE LUMINARIAS A TECNOLOGÍA LED

El sistema eléctrico nacional actualmente tiene dificultades para abastecer la demanda local en los días de mayor consumo. Esto lleva a que necesitemos importar no solo electricidad de nuestros vecinos, sino que además debemos importar el gas y otros combustibles para abastecer la generación eléctrica térmica local. El abastecimiento de fuentes externas además de ser altamente costoso es imprevisible. La importación de energía de los últimos años ha tenido un significativo impacto en las cuentas nacionales y la balanza comercial del país.

La iluminación representa casi el 20 % del consumo eléctrico mundial^{xviii} y genera cerca del 6% de los GEI en todo el mundo^{xix}. En la Argentina, la iluminación representa aproximadamente el 35% del consumo eléctrico residencial^{xx} y aproximadamente el 25% de consumo eléctrico total. A su vez, el consumo de energía eléctrica es el que más rápidamente crece en el país y en el mundo. A nivel nacional se espera que se duplique en los próximos 12 a 15 años. Dadas las dificultades que ya existen para satisfacer la demanda local y el alto costo de las importaciones de gas y electricidad, resulta crucial buscar mecanismos que puedan reducir el impacto de estas erogaciones tanto en las cuentas nacionales como en la balanza comercial del país.

Las lámparas LED (Light-Emitting Diode) son componentes electrónicas de estado sólido de gran eficiencia. Ellas consumen 90% menos de energía que las lámparas incandescentes para producir la misma cantidad de luz. Además poseen una mayor vida útil. Las principales características de los artefactos más comunes de iluminación se resumen en la Tabla 2. Hay, sin embargo, muchas otras ventajas de las lámparas LED respecto a las incandescentes halógenas o a las Lámparas Fluorescentes Compactas (LFC) conocidas coloquialmente como lámparas de bajo consumo. Además de consumir menos energía, duran más, se encienden y apagan

instantáneamente y pueden ser utilizadas con reguladores de intensidad y de movimiento, con lo que se puede lograr más ahorro de energía.

Tipo de lámpara	Eficacia Luminosa	Efic.Rel %	Vida Útil
Lámpara Incandescente	14 Lm/W	15%	1 000 hs
Lámpara Halógena (dicroica)	18 Lm/W	19%	2 000 hs
Tubos Fluorescentes	90 Lm/W	95%	9 000 hs
LFC	55 Lm/W	58%	6 000 hs
LED	95 Lm/W	100%	50 000 hs

Tabla 2. Eficacia luminosa y vida útil de los distintos tipos de lámparas.
Fuentes de los datos: U.S. Department of Energyxxi y su respectiva eficiencia luminosa.

La *eficacia luminosa* es la eficiencia con la que se convierte la energía eléctrica en luz, teniendo en cuenta la curva de respuesta del ojo humano. Dicha eficacia se expresa en lumen (potencia luminosa emitida por la fuente) por Watt (potencia eléctrica), o sea Lm/W. Mientras mayor sea la eficacia luminosa de una lámpara, menor es la cantidad de energía requerida para producir una determinada cantidad de iluminación.

Varios estudios indican que un recambio de lámparas, unas **100** millones de luminarias, mitad incandescentes halógenas y otra mitad LFC por nuevas LED, generaría un ahorro de 1 GW o más en las horas pico, se estima que en el sector residencial hay aproximadamente 160 millones de lámparas en el país.^{xxii} El costo de un programa de recambio, aún subsidiado por el estado, posiblemente no excedería de unos 120 millones de dólares. Si se compara con el costo de generar esta energía o importarla, es claro que el recambio se amortiza en menos de 1 año.

CONCLUSIONES Y PROYECCIÓN A FUTURO

A nivel nacional, hay muchas acciones que pueden adoptarse y permitirían disminuir considerablemente la necesidad de importar energía (gas o electricidad), y al mismo tiempo promover un importante desarrollo económico. Además, estas medidas contribuirían a disminuir las emisiones de GEI.

Mejoras en los sistemas de calentamiento de agua, podrían reducir en un tercio las importaciones de gas. Otro aporte importante se podría lograr con la regulación de las temperaturas de los termostatos.

Existe un gran consenso, en que mejoras en la aislación térmica de edificios y viviendas, tendría un impacto muy significativo en el consumo de energía. 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 21 millones de m³/día de gas natural, según el grado de implementación. Es importante señalar que estos ahorros se producirían fundamentalmente en los meses de mayor consumo, que en general ocurren en los inviernos para el caso del gas, es lo que en la tabla I, designamos como consumos “picos”.

Un primer paso para mejorar las condiciones de aislación térmica podría comenzar con los edificios públicos de modo de generar un ejemplo social. Estos edificios tales como escuelas, universidades, etc., adecuados para un uso eficiente de la energía, servirían de modelo y serían parte de una campaña educativa adecuada, para promover el UREE. Igualmente, se podrían generar estímulos, tarifarios o por subsidios, para que usuarios residenciales y comerciales certifiquen sus inmuebles según las condiciones de aislación, empleando normas adecuadas. 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, combinado con incentivos económicos, estimularía a que los propietarios mejoren las condiciones de aislación de sus inmuebles.

Un aspecto importante a tener muy en cuenta es la duración de los artefactos y las viviendas. Los artefactos domésticos tienen una vida útil de unos 5 a 10 años, mientras las viviendas tienen una vida útil o duración de 50 a 70 años. De este modo, las deficiencias en la construcción de viviendas no sólo 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.

Esta es una de las tantas razones por la que se debe modificar la política de subsidios, en lugar de subsidiar la energía (consumo) sería preferible subsidiar y promover la eficiencia.

Estimaciones preliminares, sugieren que el ahorro de gas, utilizando equipos híbridos, sol-gas, podrían aportar ahorros del orden del 75% del consumo de gas utilizado en el calentamiento de agua sanitaria. Así, en 10 años se obtendría

un ahorro por usuario de unos 1000 dólares de gas importado. Este monto cubriría en gran parte 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 quipos localmente generaría valor agregado y empleo. *Esta alternativa contribuiría a reducir considerablemente nuestra dependencia de gas importado a la par de disminuir nuestras emisiones de GEI.*

Asimismo resulta imperioso mitigar el sobreconsumo de gas en el sur de Argentina. Una revisión crítica de los subsidios a la energía es crucial para resolver estas distorsiones.

Si un 50% de los usuarios R+C+EO adoptaran medidas de eficiencia energética en la aislación térmica de edificios y viviendas, y si el 50% de ellos mejorasen los sistemas de calentamiento de agua, usando artefactos más eficientes, economizadores de agua y un 25% incorporasen sistemas híbridos (solar gas o solar eléctrico), se podrían lograr ahorros en los meses de mayor consumo del orden de los 22 millones de m³/día. Si recordamos que en el último año las importaciones de gas alcanzaron en promedio unos 35 millones de m³/día, estas medidas de eficiencia podrían en gran medida paliar este déficit energético. 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 el caso de un nuevo yacimiento.

Otra medida de bajo costo y alto impacto en el sistema eléctrico se podría lograr por medio del reemplazo de luminarias por LED.

Además de los ahorros considerados en este trabajo, hay otros segmentos del consumo que pueden aportar ahorros muy significativos. Por ejemplo, en la generación eléctrica hay asimismo muchas posibilidades de lograr importantes ahorros mediante la cogeneración. Algo similar ocurre en la industria, tomando como parámetro de medición de 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 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 f fuente 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 y más recientemente, la creación de Subsecretaría de Ahorro y Eficiencia Energética (SAyEE) en el Ministerio de Energía y Minería, son claramente avances importantes. Sin embargo, la adopción de medidas tendientes a optimizar el consumo, muchas veces excede la incumbencia específica de un solo organismo de regulación o agencia gubernamental y sería deseable generar un comité de coordinación transversal. Este comité, que bien podría ser la misma SAyEE, debería orientar y coordinar acciones entre las distintas instituciones. En este sentido, la experiencia de otros países de la región (México, Chile, Brasil) puede ser de mucha utilidad. En particular un antecedente importante de analizar es el caso de la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía de México, que tuvo mucho éxito en lograr su objetivo en ese país.

POSIBLE HOJA DE RUTA A IMPLEMENTAR EN EL CORTO Y MEDIANO PLAZO

1- Programa de información y educación en Eficiencia – Usos y ventajas de utilizar la etiqueta de eficiencia energética y uso racional de los equipos:

- ✓ Generar sistemas de información al usuario sobre buenas prácticas a través de las páginas Web oficiales y sitios como Top Ten, Vida Silvestre, etc.
- ✓ Mensajes periódicos a través de las facturas de servicios de gas y de electricidad.

2- Informar y educar sobre el costo de los artefactos de uso final por el usuario, en particular indicando costos del artefacto y de la energía a lo largo de la vida útil del equipo. Un ejemplo para el caso de lámparas se indica en la *Figura 9*.

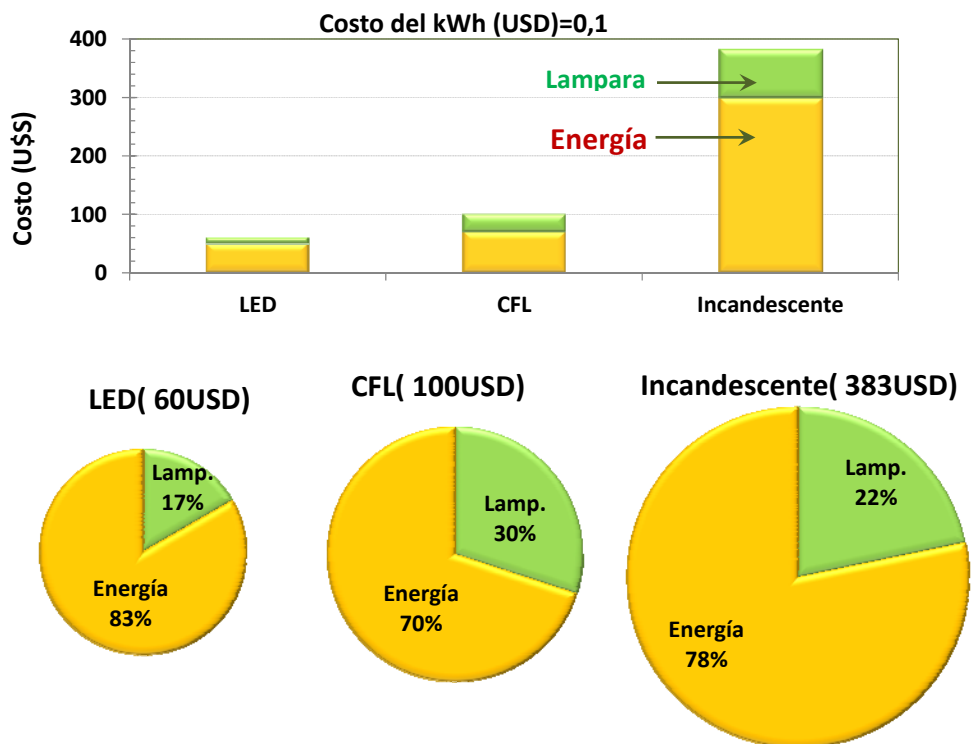


Figura 9. Esquema ilustrativo de cómo se podría informar mejor sobre el costo de los artefactos a los usuarios, de las ventajas económicas de usar lámparas LED. Arriba un gráfico de barra y abajo como diagrama de torta. Ambos contienen la misma información. Para una rápida comprensión, cabe aclarar que está considerada la cantidad de lámparas que se repusieron para alcanzar un mismo tiempo de uso de 50.000 horas y se incluyó el costo de la energía a razón de 0,10USD/kWh.

SECTORES A TENER EN CUENTA

- b) Programa de formación de vendedores de cadenas de comercialización de electrodomésticos y gasodomésticos.
- c) Programa de educación en coordinación con fabricantes, cadenas comercializadoras y distribuidoras.
- d) Obligatoriedad de mostrar la etiqueta de eficiencia energética y costo de los servicios en la publicidad de los equipos, (esto sirve como argumento de venta para los que fabrican equipos más eficientes).
- e) Programa de educación pública en las escuelas:

- Primarias
- Secundarias
- Universitaria

3- Programa de educación pública sobre eficiencia en coordinación con universidades con el objeto de lograr:

- Material educativo para las escuelas primarias y medias.
- Educación en UREE en distintas profesiones: Ingenieros, Arquitectos, etc.
- Formación de recursos humanos en Auditoría Energética.
- Promoción del desarrollo de grupos de investigación en eficiencia energética en el sistema científico tecnológico nacional. Coordinación con el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación, Institutos de Investigación y Universidades.

Sector Residencial, Comercial y Público: Programa de información al usuario de buenas prácticas de uso racional de la energía.

En la construcción de viviendas y formas de ahorrar energía en:

- Calefacción
- Refrigeración
- Calentamiento de agua
- Uso racional del agua
- Selección racional de los termostatos de los equipos

Promoción de construcciones sustentables

- Generar vínculos y acuerdo con la Secretaría de Vivienda de la Nación y las Provincias para promover la construcción sustentable.
- Educar e informar a los constructores, arquitectos y desarrolladores de la ventaja de las construcciones sustentables.
- Incorporar la sustentabilidad energética en los programas de las universidades que forman ingenieros civiles, arquitectos y constructores.
- Promocionar y regular la profesión de auditores energéticos
- Promoción y obligatoriedad de etiquetar las nuevas viviendas o las que se reforman o reciclan (IRAM 11900).
- Coordinar con la Secretaria de Vivienda la incorporación de pautas de construcción sustentables en los programas como PROCREAR.
- Promover la actividad de auditorías energéticas gratis de viviendas con el objeto de disminuir las facturas energéticas.

- Estímulo de construcción sustentable través de créditos especiales.

Promoción del UREE en el sector público

- Informar y promover conductas de uso racional en edificios públicos:
 - Pautar las temperaturas de fijación de termostatos de calefacción y de refrigeración. Usar racionalmente la iluminación.
 - Apagar las luces y equipos que no se usan, etc.
- Promover la adquisición de equipos y artefactos eficientes en la repartición pública.
- Modificar las pautas de licitación de modo de adquirir equipos que tengan un costo total menor a lo largo de su vida útil, incluyendo los gastos de energía y mantenimiento, como se ilustra en la Fig.9, no de costo menor del equipo.
- Impulsar el uso de equipamientos híbridos (Sol-Electricidad o Sol-Gas).
- Promover que las nuevas construcciones del Estado se realicen usando las mejores pautas de construcción sustentables.
- Promover que las nuevas construcciones de escuelas y universidades se realicen usando las mejores pautas de construcción sustentables.
- Destinar fondos para mejoras de edificios públicos respecto de sus condiciones de aislación.
- Generar vínculos y acuerdo con la Secretaría de Vivienda de la Nación y las provincias sobre buenas prácticas en la construcción pública.

Promoción de la eficiencia energética en la industria y en la generación eléctrica

- Promoción de la cogeneración.
- Analizar y sacar experiencia a nivel internacional, en particular de los países de la región (Chile, México, Brasil, Uruguay, etc.)

Promoción de la eficiencia energética en el Transporte Vehicular

- Analizar la posibilidad de uso de GNC en el transporte público como buses híbridos (combustible líquido + electricidad o GNC + electricidad), en el ámbito del sistema METROBUS.
- Hacer obligatorio el etiquetado en eficiencia de vehículos livianos nuevos. Uso del concepto de eficiencia Pozo a Rueda (Well to Wheel o W2W) o Tanque a

Rueda (Tank to Wheel o T2W), dependiendo esto del tipo combustible que use el vehículo.

- Promoción de evaluación de vehículos híbridos a GNC y vehículos eléctricos.
- Promoción del transporte público, bicicletas y car-pool; a partir de liberar el peaje al transporte público, vehículos con más de 2 pasajeros en autos particulares. Preferencia de espacio de estacionamiento a los vehículos que hacen car-pool y promoción de car-pool en la administración pública.

AGRADECIMIENTOS

Deseamos agradecer al Ing. M.A. Maubro y E. Bezzo con quienes trabajamos varios años en los temas de eficiencia energética, como así también a la Dra. A. Schwint, a la Lic. L. Iannelli y a la Ing. Maylen Gastiarena por la atenta lectura del manuscrito y sus valiosas sugerencias.

BIBLIOGRAFÍA

ⁱ Arthur Rosenfeld en Wikipedia y California Energy Commission. <http://www.energy.ca.gov/commissioners/rosenfeld.html>

ⁱⁱSecretaría de Energía de la Nación Argentina. Balance, Energético Nacional serie 1970-2013,

<http://energia3.mecon.gov.ar/contenidos/verpagina.php?idpagina=2973>

ⁱⁱⁱEnergy Efficiency for a Sustainable World, A.BlochLovins, B. Laponche, S. Attali, B. Jamet, M. Colombier, ICE, 1997.

^{iv}BP Statistical Review of World Energy 2014, <http://www.bp.com/statisticalreview>

^vThe Art Of Energy Efficiency: Protecting the Environment with Better Technology, A.H. Rosenfeld, Annu. Rev. EnergyEnviron. 1999. 24:33–82 Annu. Rev. EnergyEnviron. 24:33–82 (1999).

<http://www.nrdc.org/air/energy/appliance/app1.pdf>

^{vi} S. Gil y R. Prieto, Eficiencia energética en el transporte Autos eléctricos, Petrotécnia (Revista del IAPG) LIV, N03, (pag. 43-59) Junio (2013).

^{vii} A. Lanson et al, *Aprovechamiento de la energía solar en la Argentina*, Petrotécnia (Revista del IAPG) LV, N01, (pag. 62-70) Feb. (2014).

^{viii}S. Gil, *¿Es posible disminuir nuestras importaciones de gas?* Petrotécnia (Revista del IAPG) LV, N03 (pag. 82-91) Sep. (2014).

^{ix} R. Prieto y S. Gil, *Regulación del termostato: un modo simple y racional de ahorrar energía en calefacción y refrigeración*, Petrotécnica (Revista del IAPG) LV, N05, (pag. 102-104) Dic. (2014).

^x Impacto de la envolvente en la demanda de energía en calefacción residencial de la región metropolitana de La Plata, tomando como caso testigo el reciclado energético de una vivienda. M. P. Diulio, G. Reus Netto, R. Berardi y J. D. Czajkowski, Universidad Nacional de La Plata, DECEMBER 2015. https://www.researchgate.net/publication/290787072_Impacto_de_la_envolvente_en_la_demanda_de_energia_en_calefaccion_residencial_de_la_region_metropolitana_de_La_Plata_tomando_como_caso_testigo_el_reciclado_energetico_de_una_vivienda

^{xi} *Posibilidades de ahorro de gas en Argentina- Hacia un uso más eficiente de la energía* S. Gil, Petrotécnica (Revista del Instituto Argentino del Petróleo y del Gas) L, N^o2, (pag. 80-84) Abril (2009).

^{xii} *Eficiencia en el uso del gas natural en viviendas unifamiliares de la ciudad de Bariloche*, A. D. González, E. Crivelli, S. Gortari, Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 10, p(07-01)2006.

^{xiii} S. Gil, *Posibilidades de ahorro de gas en Argentina- Hacia un uso más eficiente de la energía*, Petrotécnica (Revista del Instituto Argentino del Petróleo y del Gas) L, N02, (pag. 80-84) Abril (2009).

^{xiv} S. Gil y R. Prieto. *¿Cómo se distribuye el consumo residencial de gas? Modos de promover un uso más eficiente del gas*, Petrotécnica (Revista del IAPG) LIV, N06, (pag. 81-92) Dic. (2013).

^{xv} V. L. Volantino, et al. *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, <http://www.mastropor.com.ar/Novedades/07AHORRO.pdf>, http://www.inti.gov.ar/construcciones/pdf/ahorros_aislamiento_termico.pdf

^{xvi} C. Bourges y S. Gil, *Amortización del costo de mejoras en la aislación térmica de las viviendas*, Petrotécnica (Revista del IAPG) LV, N01 (pag. 72-77) Feb. (2014).

^{xvii} *Etiquetado de artefactos a gas, Hacia un uso más eficiente de la energía*, S. Gil, E. Bezzo, M.A. Maubro J. M. Miotto y R. Prieto, Petrotécnica (Revista del Instituto Argentino del Petróleo y del Gas) LII, N08, (pag. 104-111).

^{xviii} International Energy Agency (IEA); Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) “Light’s Labour’s Lost”. Año 2006.

<http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/light2006.pdf>

^{xix} International Energy Agency (IEA); “CO2 emissions from fuel combustion – Highlights”. Año 2012.

<http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/CO2emissionfromfuelcombustionHIGHLIGHTSMarch2013.pdf>

^{xx} Cámara Argentina de Industrias Electrónicas, Electromecánicas y Luminotécnicas (CADIEEL), Secretaría de Energía de la Nación Argentina y el Programa de Iluminación Eficiente ELI (EfficientLightingInitiative).

^{xxi} Lighting – US Department of Energy –DOE <http://energy.gov/public-services/homes/saving-electricity/lighting>

^{xxii} R. Gil, *El uso de lámparas LED en la Argentina Ahorro potencial de energía eléctrica*, Petrotécnica (Revista del IAPG) LV, N^o1 (pag. 60-61) Feb. (2014).

ROBERTO PRIETO

Es Ingeniero Electricista de la UTN, se desempeñó profesionalmente en la Empresa Gas del Estado, y desde su creación, fue miembro del ENARGAS, actualmente es Gerente de Distribución de dicha Institución.

SALVADOR GIL

Es Doctor en Física de la Universidad de Washington Seattle - EE.UU. y Licenciado en Física de la Universidad de Tucumán, Argentina. Sus intereses profesionales incluyen la investigación en física experimental, aprendizaje de las ciencias, usando TIC. Actualmente es director de la carrera de Ing. en Energía de la Universidad Nacional de San Martín.