

EFICIENCIA EN EL CALENTAMIENTO DE AGUA SANITARIA EN ARGENTINA

L. Iannelli¹, R. Prieto¹ y S. Gil²

1. Gerencia de Distribución, ENARGAS, Suipacha 636- (1008) CABA- Argentina.
2. Escuela de Ciencia y Tecnología – Universidad Nacional de San Martín,
Campus Miguelete, 25 de Mayo y Francia, Buenos Aires, Argentina. E-mail: sgil@unsam.edu.ar

Recibido:30-03-17; Aceptado:30-06-17.

RESUMEN.- El calentamiento de agua sanitaria es el segundo mayor consumo de gas en los hogares argentinos, representa aproximadamente el 33% del consumo residencial y comercial. El total de la energía usada para el calentamiento de agua sanitaria equivale a cerca del 50% de las importaciones de gas. De este modo la búsqueda de modos más eficientes de lograr agua caliente sanitaria, es de gran relevancia económica, social y medio ambiental. En este trabajo discutimos las opciones más eficientes disponibles en el mercado, tanto convencionales como usando colectores solares térmicos. También examinamos la utilidad de usar economizadores de agua, como son los aireadores y reguladores de caudal. Por último, se considera el caso de equipos convencionales, de bajo costo y muy adecuados para viviendas en zonas urbanas de alta densidad, que podrían ahorrar aproximadamente el 50% de la energía que actualmente se utiliza para el calentamiento de agua sanitaria.

Palabras claves: Uso eficiente de la energía, colector solar, sistema híbrido, ACS, ahorro energético y reducción de GEI.

EFFICIENCY IN SANITARY WATER HEATING IN ARGENTINA

ABSTRACT: Sanitary water heating is the second largest gas consumption in Argentina, representing approximately 33% of residential and commercial consumption. The total energy used for heating hot water in this country is equivalent to about 50% of gas imports in 2016. Thus the search for more efficient ways to achieve sanitary hot water, is of great economic, social and environmental relevance. In this paper we discuss the most efficient options available in the market, using both conventional and solar thermal collectors. We also examined the possibility of using water economizers, such as aerators and flow regulators. Finally we assessed the utilization of more efficient conventional equipment, that are inexpensive and well suited for housing in urban areas of high density, which could save up to 50% of the energy currently used for domestic water heating.

Keywords: Efficient use of energy, solar collector, hybrid system, domestic water heating, energy saving and reducing GHG.

1. INTRODUCCION

En Argentina, el gas natural constituye el componente principal de la matriz energética, aportando más del 50% de la energía primaria del país (Ministerio de Energía y Minería n.d.). Alrededor del 30% del gas se distribuye a través de redes a los usuarios residenciales, comerciales y entes oficiales. El calentamiento de agua sanitaria es el segundo consumo en importancia en estos sectores, representando aproximadamente el 33% del total. Es decir, en el calentamiento de agua sanitaria se emplea casi el 10% de la energía consumida en Argentina. Este hecho notable se explica en parte por el elevado calor específico del agua, que hace que aumentar su temperatura demande mucha energía. Por otra parte, el consumo de gas se ha venido incrementando en cerca del 3,3% anual (IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007 n.d.) (Ministerio

de Energía y Minería n.d.). Desde hace algo más de una década, la producción nacional de gas ha estado disminuyendo, y dependemos en forma creciente de importaciones de este combustible.

El calentamiento global que está experimentado la Tierra tiene causas antropogénicas (IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007 s.f.). Se estima que el 60% de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero, GEI, son consecuencia del uso de combustibles fósiles, (Consumo de agua en la Ciudad de Buenos Aires- Gobierno Ciudad Autónoma de Buenos Aires 2013) por lo que resulta necesario disminuir las emisiones de GEI. Si bien el consumo de energía nunca es ambientalmente neutro, los impactos ambientales deben disminuirse. Un Uso Racional y Eficiente de la Energía (UREE), además de reducir los impactos ambientales, permite acercar los beneficios del uso

de la energía a más personas, en particular a los sectores de menores recursos económicos y a los que viven en poblaciones dispersas, lejos de las redes de distribución. Así mismo, el desarrollo de colectores solares, hace que el costo de la energía disminuya, facilitando que sectores de menores recursos, alejados de las redes, tengan acceso a estos servicios energéticos, en particular, al uso de Agua Caliente Sanitaria (ACS).

El UREE y el aprovechamiento de las energías renovables, son soluciones sostenibles a los desafíos energéticos actuales. Una ventaja de la energía solar, es que la generación de energía se realiza "en el lugar", evitando elevados costos de transmisión, distribución e infraestructura.

En este trabajo sobre colectores solares en Argentina, se analizan los costos de los equipos, las barreras que actualmente inhiben el desarrollo de esta energía para el calentamiento de agua y los desafíos que implican su buen uso.

2. CONSUMO DE GAS EN EDIFICIOS Y VIVIENDAS

En la Figura 1 se muestra la variación del consumo de gas en Argentina como función de la temperatura media diaria para la mayoría de las ciudades, excepto las de la zona sur (IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007 n.d.). Se observa que los consumos específicos residenciales (R) tienen una fuerte dependencia con la temperatura. A altas temperaturas, mayores a 20°C aproximadamente, el consumo de gas es casi constante, con una leve pendiente. Este consumo está asociado al calentamiento de agua y cocción, lo denominamos consumo base. A medida que la temperatura descende, los usuarios comienzan a encender la calefacción y el consumo aumenta rápidamente.

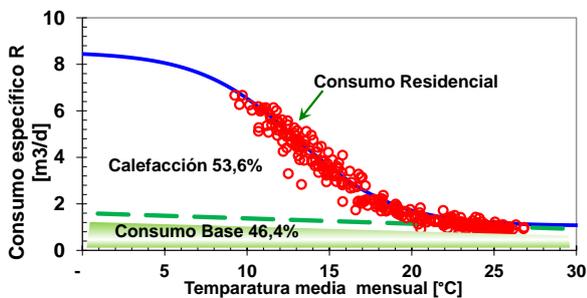


Fig.: 1: Variación de los consumos específicos residencial, círculos, como función de la temperatura media mensual.

Un modo de estimar el consumo base de gas natural, consiste en suponer que éste coincide con el consumo residencial cuando la temperatura es superior a 20°C. De hecho, la recta en línea de trazo verde de la Figura 1, es un ajuste a los datos de consumo para temperaturas superiores a 20°C y representa la variación del consumo base con la temperatura. La recta punteada es una extrapolación del consumo base. El área comprendida entre la recta y la curva azul indica el consumo por calefacción. La componente del consumo R asociada a la calefacción, se obtiene de la diferencia entre el consumo total y la línea de consumo base. Otra manera de separar estos dos consumos se observa en la parte superior de la Figura 2, donde se representa el consumo específico residencial como función de los meses del año. Los consumos de verano, meses 1, 2, 11 y 12

(enero, febrero, noviembre y diciembre, respectivamente), coinciden con el consumo base, que tiene una leve dependencia con la temperatura, representada por el área verde de esta figura. Sustrayendo este consumo del total residencial, se obtiene el consumo de calefacción, representado por el área amarilla en la parte superior de la Figura 2.

Según las Figuras 1 y 2, el consumo base de gas por usuario es en promedio unos 1,5 m³/día. Se considera que en promedio 0,5 m³/día se emplea en pilotos, otro 0,35 m³/día en cocción, y 0,65m³/día en el calentamiento de agua. El número de usuarios residenciales conectados a la red de gas natural es alrededor de 8,2 millones. (Trends in global water use by sector United Nations Environment Programme (UNEP) n.d.) Si a este número agregamos los usuarios de GLP (Gas Líquido de Petróleo), no conectados a red (3,5 millones), el número total de usuarios es de aproximadamente 11,7 millones quienes utilizan 1,15 m³/día en calentamiento de agua más el piloto (que por lo general en los equipos tradicionales siempre está presente), lo que da como resultado 13,4 millones m³/día.

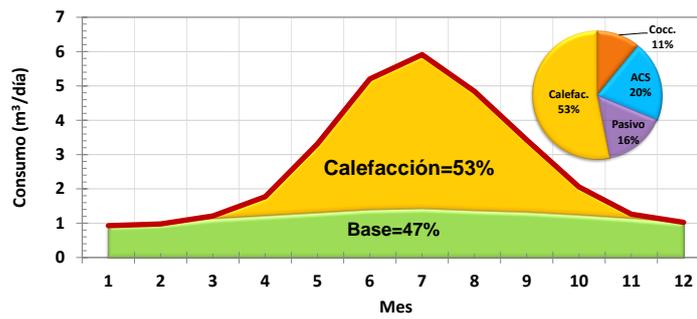
La energía promedio usada en el calentamiento de agua para usuarios comerciales y entes oficiales, es de aproximadamente 8 m³/día, lo que corresponde a unos 370 mil usuarios (Consumo de agua en la Ciudad de Buenos Aires- Gobierno Ciudad Autónoma de Buenos Aires 2013). Se considera que la mitad de este consumo base se usa en calentar agua (4 m³/día), lo cual resulta en un consumo diario de calentamiento de agua para este sector del orden de 1,5 millones de m³/día. Si se suman los consumos de gas para todos los usuarios residenciales, comerciales y entes oficiales, resulta que en Argentina se destina cerca de 15 millones de m³/día de gas al calentamiento de agua. Este volumen de gas equivale aproximadamente al 50% de las importaciones de gas en la Argentina. Internacionalmente, el problema del calentamiento de agua ha recibido mucha atención, de hecho hay varios informes internacionales que discuten este problema en modo similar a este trabajo, que está orientado a atender la situación argentina (Trends in global water use by sector United Nations Environment Programme (UNEP) n.d.), (US Department of Energy 2010), (Water Heater Guide Energy Publications, Office of Energy Efficiency Natural Resources Canada 2012).

3. ENERGÍA SOLAR EN LA ARGENTINA

Entre los numerosos estudios sobre la potencialidad de la energía solar en la Argentina, el "Atlas de Energía Solar de la República Argentina", GERSolar (Grupo de Estudios de la Radiación Solar (GERSolar, 2016), de la Universidad Nacional de Luján, es uno de los más completos. (Water Heater Guide Energy Publications, Office of Energy Efficiency Natural Resources Canada 2012) En la Figura 3 se muestra la distribución espacial promedio, de la irradiación solar diaria sobre un plano horizontal, para dos meses del año. Enero es representativo de los valores máximos de irradiación y setiembre de los valores medios.

En el territorio argentino, la radiación solar diaria promedio es de aproximadamente 4 kWh/m². Por lo tanto, con un colector solar de 3 m² con una eficiencia del 75% con la orientación e inclinación adecuada para estas localidades, la energía solar que aportaría el colector, sería de aproximadamente unos 9 kWh por día, equivalente a 0,9 m³ de gas natural, que es comparable con la energía requerida

para calentar unos 200 litros/día, que satisface las necesidades de ACS para una familia durante un día. Estos valores varían según las zonas.



Zona Centro Norte Argentina			Consumo Medio
2004-2014			1168
		m³/día	m³/año
Base	Cocción	0,35	128
	ACS	0,65	237
	Pasivo	0,50	183
Calefacción		1,7	621

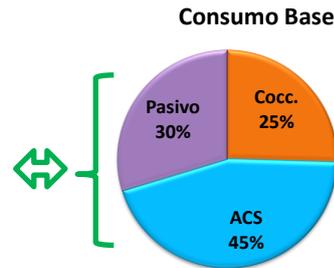


Fig. 2: Arriba, variación del consumo específico medio diario de gas como función de los meses del año (últimos 10 años) para la región Norte Centro de Argentina. En el diagrama inserto se ve la distribución del consumo. Abajo, distribución del consumo base en el sector residencial en Argentina.

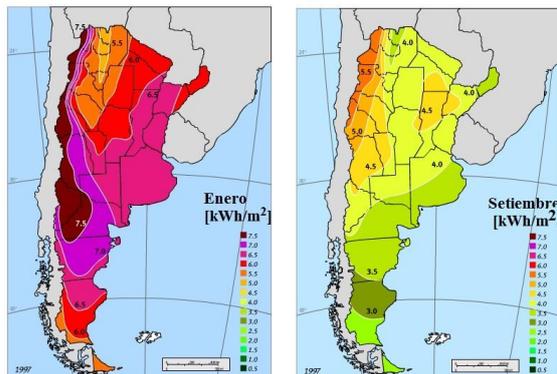


Fig. 3: Distribución espacial promedio de la irradiación solar diaria sobre un plano horizontal, para enero (izquierda) y septiembre (derecha).

Por ejemplo, en el norte del país los valores son considerablemente mayores. En un clima como el que predomina en la zona central de la Argentina, las mediciones indican que con colectores solares de 2 a 3 m² se podría cubrir el 60% a 75% de la demanda de agua caliente sanitaria, de un usuario residencial.

Si los colectores solares se asociaran con sistemas de apoyo eficientes, por ejemplo con calefones modulantes a gas, sin piloto, clase A, el consumo diario de gas utilizado para el calentamiento de agua de cada usuario, pasaría de un promedio actual de 1,15 m³/día a 0,25 m³/día, lo que equivale a un ahorro del 78%. Los calefones modulantes, son sistemas de calentamiento de agua sin tanque, (TANKLESS OR DEMAND-TYPE WATER HEATERS 2016) que solo calientan el agua que se va a usar en ese momento, pero cuyo aporte calórico, se regula o gradúa según sea la temperatura de entrada del agua, para llevarla a

una temperatura prefijada por el usuario, generalmente coincidente con la temperatura de confort, del orden de 42 °C. Varios fabricantes tanto nacionales (Argentina 2016) como internacionales (Rinnai 2016) producen estos equipos. Este ahorro, suponiendo una tarifa de gas de 4 \$/m³, implicaría un ahorro anual de \$1314 [(1,15 - 0,25) x 4 x 365]. Los equipos solares híbridos tienen actualmente un costo aproximado de \$25000 a \$35000, lo que se llegaría a amortizar en 20 años. De impulsarse una producción masiva de estos equipos, su costo podría disminuir considerablemente. Para los usuarios de GLP la alternativa de cambio a un sistema solar híbrido es mucho más atractiva, ya que el GLP es más costoso que el gas natural. Por ese motivo, el ahorro para estos usuarios sería mayor y cubriría el costo de los equipos en 10 años. Más adelante en este artículo se analiza la amortización de los equipos solares híbridos. Los equipos solares más adecuados para la Argentina son los de calentamiento indirecto, en los cuales el líquido que circula por los colectores no es agua, sino un fluido especial que circula en circuito cerrado y lleva calor al tanque de almacenamiento de agua caliente. Este líquido no se congela a temperaturas menores a 0°C, como ocurre con el agua, ni produce el taponamiento en los colectores, que generan las aguas duras.

4. EFICIENCIA EN EL CALENTAMIENTO DE AGUA SANITARIA

El consumo de Agua Caliente Sanitaria (ACS) es el principal consumo de gas, después del de calefacción. El consumo ACS es en general entre 3 a 4 veces superior al de cocción, con los sistemas convencionales, ver Figura 2.

Como se indicó más arriba, el consumo residencial base por usuario viene dado por la línea de trazos de la Figura 1. La pendiente de esta recta permite conocer el volumen de agua

caliente que en promedio consume un usuario típico. Este volumen es de aproximadamente 195l/día. Este dato nos permite estimar el requerimiento de ACS por usuario: si suponemos que aproximadamente una masa de 10 l se usa para cocción, obtenemos una estimación de aproximadamente 185l/día de agua caliente. Suponiendo 3,3 personas por vivienda, obtenemos un requerimiento de agua caliente de alrededor de 56l/día por persona. Desde luego, este es un valor nominal de consumo de ACS. En el diseño de viviendas se utiliza una cifra de consumo entre 50 y 70 l/día por persona. De este modo, adoptamos como consumo nominal de agua caliente en la Argentina 60 l/día y por persona, que refleja el comportamiento actual, aunque quizás sería deseable (y posible) un consumo menor. De hecho en la Comunidad Europea, se recomienda un consumo de 50 l/día/persona (Trends in global water use by sector United Nations Environment Programme (UNEP)). El consumo para cocción de una familia tipo, 3 a 4 personas es de unos 0,3 a 0,5 m³/día, mientras que para una familia que consume unos 185 l/día de agua caliente los consumos

pueden variar entre 0,25 a 1,5 m³/día, en función del equipamiento utilizado. Por lo tanto, sin modificar el hábito de consumo, se podría ahorrar más de 1 m³/día mediante el reemplazo por equipos de ACS más eficientes, ver Figura 4 y Tabla 1. Un volumen de 185 l/día de ACS es consistente con un uso de 6 l/min durante unos 31 minutos. Este consumo se corresponde, en promedio, con 3 duchas por día de 7 min cada una y 10 minutos de lavado de platos, manos, etc. En la Figura 4 se indican esquemáticamente los consumos esperados para estas dos actividades, cocción y ACS, usando varias alternativas: desde un termotanque convencional (clase D en el etiquetado de eficiencia) y con un calefón con encendido automático (Clase A en el etiquetado en eficiencia) para una familia de 3 o 4 personas, que consume 185 l/día de agua caliente. La variación del consumo diario en ACS entre los distintos modos es muy notable. Los ahorros que un sistema solar híbrido puede aportar son muy significativos, si se utiliza un calefón modulante clase A.

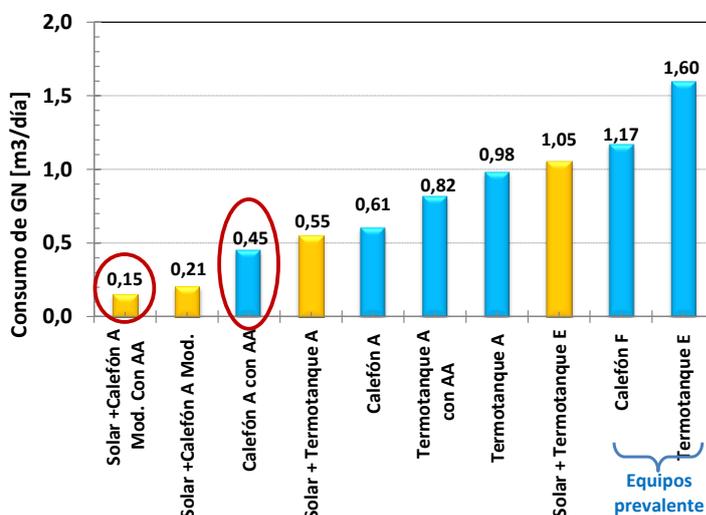


Fig. 4: Consumos de Agua Caliente Sanitaria (ACS) usando distintos modos de calentamiento. Los sistemas indicados en la figura son una selección de los descriptos en la Tabla 1. La abreviación AA denota sistema con ahorro de agua en la grifería.

En la Tabla 1 se resumen los consumos de gas para calentar agua sanitaria y cocción en una familia de 3 a 4 personas de Argentina, suponiendo un consumo de ACS de 185 l/día a partir de una temperatura media de 17 °C hasta la temperatura de confort de 42°C. Las diferentes columnas indican los valores de consumo de ACS discriminados para los distintos modos de realizar este proceso y se corresponden con lo ilustrado en la Figura 4. La última columna indica los consumos relativos, tomando como referencia el uso de termotanque clase E, quizás los más prevalentes hasta el año 2015 en Argentina. Estos valores se obtuvieron de los requerimientos de eficiencia establecidos en las normas NAG de ENARGAS (ENARGAS, NAG 313 y 314 2015) y coincidentes con las estimaciones que realiza el Departamento de Energía de los EE.UU. para estos equipos. (Department of Energy, USA, 2016, Selecting a New Water Heater s.f.). Nótese la magnitud de los ahorros que pueden lograrse usando los equipos modernos de calentamiento de agua, ya existentes en el mercado local.

5. AMORTIZACIÓN DE LOS EQUIPOS SOLARES PARA EL CALENTAMIENTO DE AGUA.

Los costos de los equipos solares híbridos en la actualidad son muy altos respecto de los convencionales. Si se toman equipos de mayor tradición en el mercado, para un consumo medio de aproximadamente 200 l/día, el costo de un buen equipo está en el orden de los U\$S 1500 a 2000, estos costos incluyen tanto el equipo solar, con su correspondiente tanque de acumulación y un sistema de respaldo a gas (calefón modulante) y gasto de instalación. En el presente ejercicio de este trabajo, se supone que su costo es de U\$S 1500. En general existen pocos planes de financiación. Un equipo convencional a gas de buena marca incluyendo la instalación cuesta unos U\$S 400 en el mercado local y se puede adquirir con al menos 12 cuotas de financiación. Otro elemento necesario para poder comparar los tiempos de amortización es el costo del gas. Para ello se propone los siguientes escenarios, que se muestran en la Tabla 2. El

costo marginal del gas importado es en 2016 del orden de los 5,5 U\$S/millón de BTU.

Tabla 1: Consumos de gas por día y anual para calentar agua y cocción de una familia típica de Argentina, suponiendo una demanda de 185 l/día de ACS, desde una temperatura de 17 °C hasta la temperatura de confort de 42 °C.

	Q_GN (m ³ /día)	Q_GLP (Kg/día)	Q_GLP (Kg/año)	Consumo relativo
Solar + Calefón A Modulante con AA	0,15	0,13	48	10%
Solar + Calefón A Modulante	0,21	0,18	64	13%
Calefón A con AA	0,45	0,39	141	28%
Solar + Termotanque A	0,55	0,47	171	35%
Calefón A	0,61	0,52	188	38%
Termotanque A con AA	0,82	0,70	254	51%
Termotanque A	0,98	0,84	305	62%
Solar + Termotanque E	1,05	0,89	326	66%
Calefón F	1,17	1,00	363	73%
Termotanque E	1,60	1,36	496	100%
Consumo Cocción	0,35	0,30	109	

Por su parte, en el escenario 1, el costo del gas es similar al que paga un usuario promedio R23 (Resolución 409/2008 2008) en la zona central de la Argentina. El escenario 2 corresponde al precio que paga un usuario de GLP sin subsidio en Argentina. Suponemos que el consumo de gas por año para el calentamiento de agua es el de un usuario medio, es decir de unos 500 m³/año (equivalente a 1,5 m³/día).

Con los costos de los equipos indicados anteriormente, U\$S 1500 para los solares híbridos con un nivel de ahorro del 87% en energía convencional (gas o electricidad) y U\$S 400 para los convencionales, en los dos escenarios indicados en la Tabla 2, tenemos los resultados que se indican en las Figuras 5, 6, 7, y 8. En todos los casos suponemos una tasa de retorno del 5% para reducir los costos a valores del

presente. Además, suponemos, que el sistema solar está asociado a un calefón modulante, sin consumos pasivos.

Tabla 2: Costo del gas al usuario residencial. Suponiendo una conversión de U\$S 1 = \$15, la tercera columna indica el costo del gas en U\$S/millón de BTU.

Costo de gas	\$/m ³ (GN eq)	U\$S/millón BTU
Escenario 1 (GN)	4,8	8,3
Escenario 2 (GLP)	10,5	19

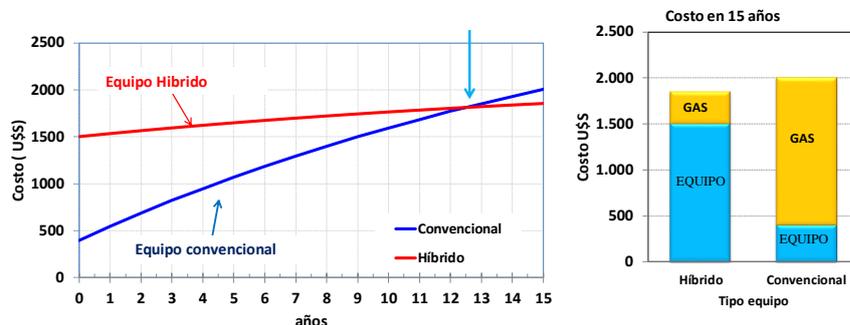


Fig. 5: Escenario 1. Izquierda, variación de los costos totales, equipo y abastecimiento de gas para los dos equipos, convencional a gas y solar-gas. A la derecha se indican los costos totales, reducidos a valores presentes, al cabo de 15 años, de los equipos híbridos y convencionales.

En el caso en que el costo del gas sea de 8,3 U\$S/millón de BTU, equivalente a 4,8 \$/m³; o sea similar al que paga un usuario promedio R23 en la zona central de la Argentina

por el m³ de gas natural, después de los ajustes ocurridos en el 2016, como se observa en la Figura 5, el costo de los equipos recién se amortiza en aproximadamente 13 años.

Sin embargo, el salto en el presupuesto inicial, que en general queda a cargo del usuario es muy importante, y actúa como un factor disuasorio para adoptar la opción solar.

En la Figura 6 se muestra la evolución de los costos en el caso que el precio del gas sea de 19 U\$\$/millón de BTU, equivalente a 10,2 \$/m³; que es el costo del GLP que paga

un usuario sin subsidio para este combustible en la Argentina (equivale a un costo de \$550 el tubo de 45 kg). En este caso, los equipos solares híbridos se amortizan en 4 años. Sin embargo, el salto en el presupuesto inicial, es aún muy importante y actúa como un factor disuasorio para adoptar la opción solar.

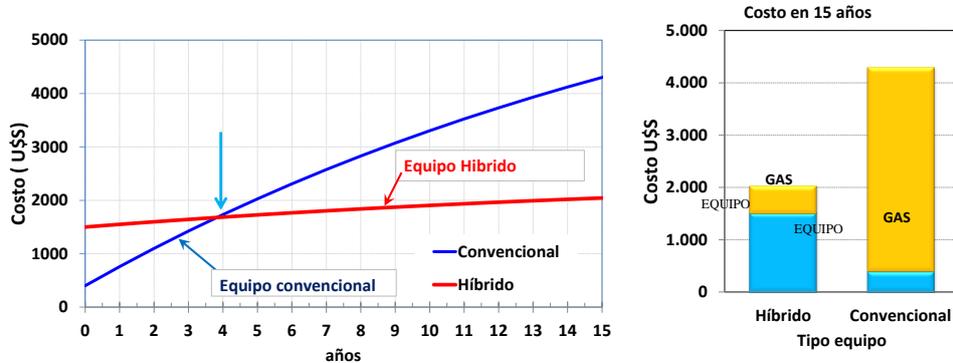


Fig. 6: Escenario 2. Izquierda, variación de los costos totales, equipo y abastecimiento de gas para los dos equipos, convencional a gas y solar-gas. En este caso el costo del equipo híbrido se amortiza en 4 años. A la derecha se indican los costos totales, reducidos a valores presentes, al cabo de 15 años, de los equipos híbridos y convencionales.

En las Figuras 7 y 8, se observan los mismos escenarios 1 y 2, pero esta vez con un descuento o subsidio en los equipos del 21%, equivalente al valor de la tasa de IVA, y con una financiación al 3% anual a valores constantes, en 4 años. Claramente los tiempos de amortización son menores y el acceso se ve mucho más favorecido.

Desde luego, esta ingeniería financiera puede modificarse y mejorarse considerablemente. Los resultados indicados en estas figuras sirven para tener un modo comparativo de visualizar estas distintas alternativas y escenarios. En la Figura 7 el costo del equipo híbrido se amortiza en 10 años y Figura 8 el costo del equipo híbrido se amortiza en 3,5 años, al cabo de 15 años el equipo híbrido genera un ahorro equivalente al 50% del costo total.

que es el que pagan una buena fracción de los usuarios de este insumo, unos \$ 550 por tubo de 45 kg, equivale a 19 U\$\$/millón de BTU.

Por lo discutido más arriba, se observa que particularmente en el caso de los usuarios de GLP en la Argentina, es posible que el mercado por sí solo impulse el desarrollo de sistemas híbridos para el calentamiento de agua sanitaria. Sin embargo, para su desarrollo es imprescindible una acción proactiva por parte del Estado, por un lado generando mecanismos de financiación de bajo costo y por otro, estableciendo normativas que permitan a los usuarios y a los bancos elegir equipos que efectivamente generen ahorros importantes de gas o electricidad y que se puedan amortizar en tiempos razonables, menores a los 15 años.

La reducción en los gastos de energía, es particularmente interesante para los usuarios de GLP. El GLP sin subsidio,

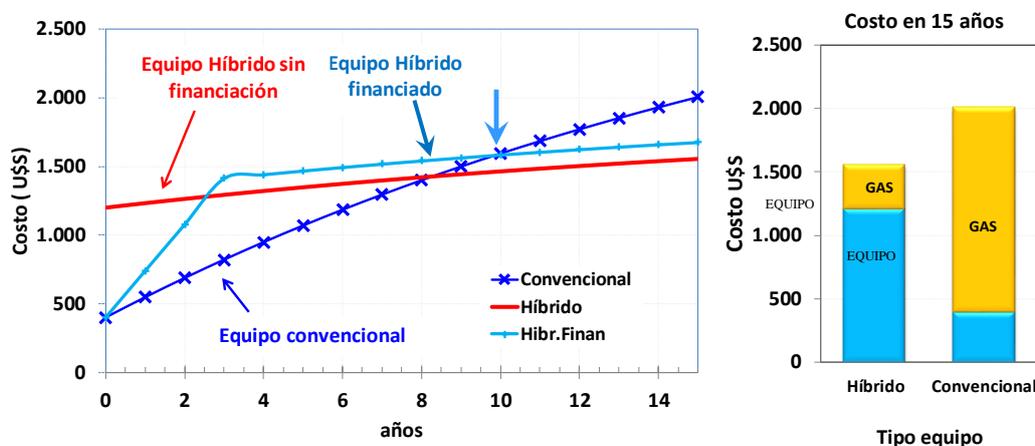


Fig. 7: Escenario 1, similar al indicado en la Figura 5, pero incluyendo un programa de financiación a 4 años a una tasa real de 3% y un descuento o subsidio del 21%. Izquierda, variación de los costos totales, equipo y abastecimiento de gas

para los dos equipos, convencional a gas y solar-gas. A la derecha se indican los costos totales, reducidos a valores presentes, al cabo de 15 años, de los equipos híbridos y convencionales.

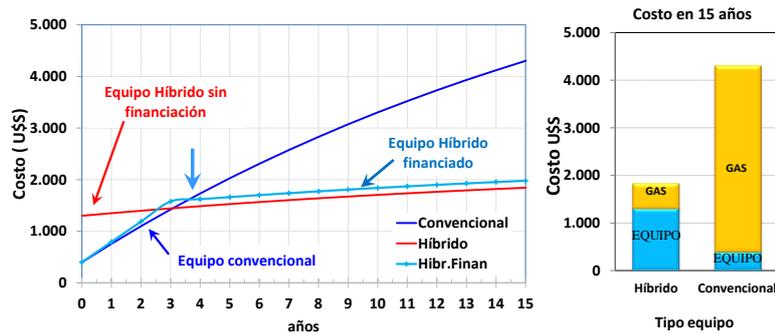


Fig.8: Escenario 2, similar al indicado en la Figura 6, pero incluyendo un programa de financiación a 4 años a una tasa real de 3% y un descuento o subsidio del 21%. Izquierda, variación de los costos totales, equipo y abastecimiento de gas para los dos equipos, convencional a gas y solar-gas. A la derecha se indican los costos totales, reducidos a valores presentes, al cabo de 15 años, de los equipos híbridos y convencionales.

En el caso de los usuarios de gas natural se requiere de incentivos económicos y financieros a la par de algunos subsidios para la adquisición de sistemas híbridos. La razón de por qué el país o el gobierno debería impulsarlos, es que a nivel nacional se ahorra gas importado y se reduce la necesidad de ampliar redes de distribución. Además, se tiende a equilibrar la balanza comercial a la par de estimular un importante desarrollo industrial nacional con creación de empleo.

6. BARRERAS AL DESARROLLO DE LA ENERGÍA SOLAR TÉRMICA PARA CALENTAMIENTO DE AGUA

El desarrollo de la tecnología solar térmica para el calentamiento de agua tiene varias barreras en Argentina:

- Carencia de un marco institucional y legal por la ausencia de un ente nacional de promoción y regulación de la energía solar, similar al Ente Nacional Regulador del Gas (ENARGAS), con capacidad de dictar normas de carácter obligatorio y fiscalizar su cumplimiento a nivel nacional. En la actualidad solo se cuenta con Normas IRAM, (IRAM 210001-1, 210 002-1 y 210 004, entre otras) que son de carácter voluntario y que solo especifican las características del colector solar, pero no de los sistemas híbridos.
- El costo inicial de inversión de los sistemas solares térmicos es relativamente alto en comparación con los sistemas de calentamiento de agua convencionales.
- Poco desarrollo del mercado, en comparación con el gran potencial existente (energía solar disponible y mano de obra desocupada).
- Falta de incentivos económicos y financieros.
- Falta de incentivos a la capacitación de personal idóneo, poco incentivo a la investigación e innovación a nivel regional.

- Existencia de incentivos dirigidos hacia los combustibles fósiles, principalmente subsidios al gas.
- Falta de difusión y estímulo de la confiabilidad de este sistema.

7. AHORRO DE ENERGÍA EN EL CALENTAMIENTO DE AGUA SANITARIA

Además del uso de energía solar térmica en el calentamiento de agua, hay varias acciones complementarias que contribuirían significativamente a reducir y eficientizar los consumos de energía. Este problema fue analizado en varios trabajos previos (S.Gil 2014) cuyas conclusiones pueden resumirse a través de un plan de cambio de artefactos de calentamiento de agua, calefones y termotanques, que incluye dos aspectos:

- Cambio de los equipos convencionales a los más eficientes en el mercado, es decir los equipos que tienen clase A en eficiencia energética, según las Normas Argentinas de Gas (NAG) implementadas por el ENARGAS.
- Incorporación de dispositivos economizadores de agua, que tienen gran difusión en Europa y EE.UU. y que reducen el consumo de agua entre 35% a 50%. El costo unitario de estos dispositivos es del orden de unos US\$ 25.

Esta alternativa, es mucho más económica que el uso de sistemas híbridos, ya que implica financiar equipos cuyo costo es del orden de los US\$ 425, y quizás en algunos casos subsidiar a usuarios de bajos recursos.

Además, en muchas viviendas, en particular en las grandes ciudades y edificios de departamentos, donde el acceso al sol está muy limitado, esta alternativa es más adecuada.

En términos de ahorros, un equipo solar híbrido (solar –gas) puede reducir aproximadamente el 90% del consumo de energía en el calentamiento de agua. Si se supone que los equipos de apoyo al sistema híbrido es un calefón modulante

sin piloto, el consumo dedicado a calentamiento de agua se reduce en promedio de 1,15 m³/día a 0,21 m³/día.

Por otro lado, si se reemplaza un calefón o termostanque tradicional, por un equipo de alta eficiencia, clase A, el ahorro medio puede ser de 0,6 a 0,8m³/día. Ver Tabla 1. Si además se reduce el consumo de agua en un 25% por medio de aireadores en los grifos y duchas con flor amplia con reductores de flujo, el ahorro medio por usuario sería de un 0,75 m³/día, o sea un ahorro del orden del 50%. Como se ve un ahorro importante.

8. CONCLUSIONES

Con el uso de equipos híbridos solar-gas, se podrían obtener ahorros del orden del 50% en el consumo de gas utilizado para el calentamiento de agua sanitaria. Esto resultaría económicamente importante ya que el consumo de gas destinado al calentamiento de agua en Argentina, equivale al 57% del gas importado. Con colectores solares térmicos, asociados a equipos a gas de alta eficiencia, los ahorros de gas podrían llegar al 90%.

Sin embargo, para que los sistemas solares térmicos puedan maximizar el ahorro de gas, deben estar asociados a sistemas de apoyo que minimicen o no tengan consumos pasivos, por ejemplo calefones modulantes, clase A en etiquetado de eficiencia. Los sistemas solares asociados a termostanques de alto consumo pasivo, C, D o E en etiquetado, generan muy poco ahorro de gas. De hecho, estos sistemas consumirían más gas que un simple calefón convencional A, cuyo costo es mucho más bajo que los sistemas solares. De hecho, los equipos convencionales a gas, clase A, asociados con sistemas de ahorro de agua, podrían contribuir a reducir los consumos de gas para el calentamiento de agua en un factor del orden del 50%.

Tanto por razones económicas como medioambientales, sería conveniente una intervención del estado para racionalizar el consumo de gas y promover el desarrollo de una importante industria nacional. La fabricación de estos equipos localmente generaría valor agregado, empleo, y además disminuiría las emisiones de GEI. En el caso de los usuarios de GLP la inversión en equipos solares híbridos se amortizaría en menos años que en los usuarios de gas natural, pero para estos últimos es necesaria la introducción de estímulos económicos y financieros para el desarrollo de esta tecnología.

Otro aspecto clave es el desarrollo de normas que estos equipos debieran cumplir obligatoriamente en todo el territorio nacional. Es importante tomar como base las normas IRAM ya existentes, como así también los esfuerzos que realizan varias instituciones nacionales, en particular INTI, en lo que hace a la formación de recursos humanos capaces de instalar y diseñar instalaciones solares. Además, es necesario un organismo con autoridad de aplicación, regulación y promoción de la energía solar en la Argentina.

Desde el punto de vista institucional, y teniendo en cuenta la trayectoria del ENARGAS en establecer las normas para los equipos de calentamiento de agua en el país, sería conveniente que este mismo Organismo sea el que regule y normalice todos los equipos de calentamiento de agua sanitaria, incluyendo los solares.

Agradecemos a varios colegas que nos hicieron llegar sus sugerencias y comentarios. En particular agradecemos a: M. Gastiarena, A. Lanson, J. S. Caceres Pacheco y M. Maubro. Asimismo, agradecemos a P. Fendrich, G. Becker y R. Bazan de la Firma Tonka por los datos de consumo de los termostanques realizado en sus instalaciones.

REFERENCIAS

- Annual Energy Outlook 2009 with projections to 2030, Departamento de Energía de los EEUU . s.f.
- Argentina, ORBIS (2016). <http://www.orbis.com.ar/agua-caliente/calefones-tiraje-natural/digital/>.
- Consumo de agua en la Ciudad de Buenos Aires- Gobierno Ciudad Autónoma de Buenos Aires. 2013.
- Consumo e agua en el mundo*. s.f.
- Department of Energy, USA, 2016, Selecting a New Water Heater*. s.f. (último acceso: 29 de Junio de 2016).
- ENARGAS (2015). NAG 313 y 314.*
- ENARGAS (2014). *Ente Nacional Regulador del Gas*. www.enargas.gov.ar.
- Gil, S., y R. Prieto. (2013). «¿Cómo se distribuye el consumo residencial de gas? Modos de promover un uso más eficiente del gas.» *Petrotecnia* LIV, n° 6 : 81-92.
- Gil, Salvador (2009). Posibilidades de ahorro de gas en Argentina- Hacia un uso más eficiente de la energía. *Petrotecnia (Revista del Instituto Argentino del Petróleo y del Gas)*, n° 2: 80-84.
- Gil, Salvador (2007). Proyección de demanda de gas para mediano y largo plazo. *Petrotecnia (Revista del Instituto Argentino del Petróleo y del Gas)* XLVIII (Octubre 2007): 86-100.
- González , A. D. , E. Crivelli , y S Gortari (2006). Eficiencia en el uso del gas natural en viviendas unifamiliares de la ciudad de Bariloche. *Instituto Argentino del Petróleo y del Gas* 10.
- Grossi Gallegos, H., y R. Righini. 2007. Atlas de energía solar de la República Argentina. *Universidad Nacional de Luján y Secretaría de Ciencia y Tecnología*.
- Grupo de Estudios de la Radiación Solar (GERSolar)* (2016). <http://www.gersol.unlu.edu.ar/> (último acceso: Agosto de 2016).
- INDEC. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Vivienda, hogares y hábitat*. s.f.
- IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change* (2007). s.f. https://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/es/faq-2-1.html (último acceso: 20 de Julio de 2016).
- IPCC (2011). International Panel on : Climate Change. Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation*.
- Lanson, A., y Al. Et. (2014). Aprovechamiento de la energía solar en la Argentina. *Petrotecnia (Revista del IAPG)* LV, febrero: 62-70.
- Lanson, A., y Al. Et (2014).. «Aprovechamiento de la energía solar en la Argentina.» *Petrotecnia (Revista del IAPG)* LV, n° Feb.: 62-70.
- Ministerio de Energía y Minería*. s.f. <https://www.minem.gov.ar/> (último acceso: Julio de 2016).
- OLADE (2010). Barreras para el desarrollo del mercado de la energía solar para calentamiento de agua en América Latina y el Caribe.
- Placco, C., L. Saravia, y C. Cadena (2008). Colectores solares para agua. (INENCO) http://www.inti.gov.ar/e-renova/pdf/colectores_solares_aguacaliente.pdf.

- Resolución 409/2008.* 26 de Agosto de 2008. http://www.enargas.gov.ar/MarcoLegal/Resoluciones/D_ata/R08_i0409.htm (último acceso: 2016).
- Rinnai. *Rinnai - Tankless Water Heaters.* 2016.
- S.Gil. (2014). ¿Es posible disminuir nuestras importaciones de gas? *Petrotécnica (Revista del IAPG)* LV (2014): 82-91.
- TANKLESS OR DEMAND-TYPE WATER HEATERS. «Water Heater.» USA Departmente of Energy - ENERGY.GOV, 2016.
- Trends in global water use by sector United Nations Environment Programme (UNEP).* s.f. <http://www.unep.org/dewa/vitalwater/article43.html> (último acceso: 29 de Junio de 2016).
- US Department of Energy. «US Department of Energy, 10 CFR Part 430, Energy Conservation Program: Energy Conservation Standards for Residential Water Heaters, Direct Heating Equipment, and Pool Heaters; Final Rule.» 2010.
- Water Heater Guide Energy Publications, Office of Energy Efficiency Natural Resources Canada. «Water Heater Guide Energy Publications, Office of Energy Efficiency Natural Resources Canada, 2012.» 2012