

CÁLCULO DE LA AMORTIZACIÓN DE UN COLECTOR SOLAR PARA USO FAMILIAR EN EL MARCO DEL NUEVO CUADRO TARIFARIO DEL GAS

J. Salerno, P. Bertinat, E. Marino, A. Pifferetti, C. Giordani

Observatorio de Energía y Sustentabilidad (O.E.S.)

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Rosario. Zeballos 1341 (2000) Rosario

Tel 0341-4481871 – jsalerno@ftrro.utn.edu.ar

RESÚMEN: En lo que se refiere a la inserción de energías renovables en la matriz energética nacional, es necesario definir los aspectos económicos de la misma, estableciendo los plazos y características de las inversiones y amortizaciones. Se ha calculado la amortización de un colector solar, a la vista del nuevo cuadro tarifario establecido desde Noviembre de 2008 por el Gobierno Nacional para el gas natural y que revela un cambio en la política de la economía energética en el presente y hacia el futuro. Se han utilizado los datos de equipos corrientes en el mercado y costos actuales, los cuadros tarifarios correspondientes a la empresa distribuidora de gas y los cargos adicionales dispuestos por el Gobierno Nacional. Para determinadas categorías de usuario, la amortización del colector seleccionado se ubica ya en plazos similares a los de otros países donde esta tecnología tiene años de desarrollo y se encuentra afianzada y respaldada por reglamentaciones que promueven su uso.

Palabras Clave: colector solar, gas natural, ahorro, amortización

INTRODUCCIÓN:

La posibilidad de introducción de energías renovables en la matriz energética se encuentra fuertemente influenciada por las condiciones económicas.

La no existencia de políticas públicas que faciliten la diversificación energética, en particular en el sector de la energía solar térmica, se presenta como una barrera para el avance de esta opción tecnológica. Este hecho hace que sea importante poder analizar bajo las condiciones actuales cual es la viabilidad del reemplazo del gas distribuido por redes por energía solar para calentar agua con fines sanitarios en ámbitos residenciales. Este análisis se realiza en el marco del nuevo esquema tarifario del gas distribuido por redes.

Se pretende mediante el presente trabajo elaborar un cálculo aproximado, para establecer el plazo de amortización de la instalación de un colector solar destinado a proveer de agua caliente de uso sanitario a una familia tipo, reemplazando el empleo para tal fin de gas natural distribuido, si no en su totalidad, en el porcentaje que resulte razonable según la inversión a efectuar.

METODOLOGÍA:

Se procederá de acuerdo a las siguientes etapas

Se dimensionará la instalación solar térmica, considerando que será aplicada a la zona de Rosario para el uso de una familia tipo.

Luego con este cálculo técnico se establecerá el costo según los precios corrientes en plaza a la fecha para colectores disponibles comercialmente, para lo cual se realizará una compulsión de precios consultando diferentes proveedores y tecnologías.

Una vez conocido el costo, se calcularán los porcentajes de ahorro en gas natural para la familia, que como veremos requiere un detalle por bimestre, ya que esta es la modalidad de medición y facturación de las empresas distribuidoras de gas, a la vez que el ahorro de gas es variable según la época del año y su correspondiente irradiación solar.

Teniendo en este punto los porcentajes de ahorro por bimestres, se procederá a aplicarlos a las distintas categorías residenciales en que se clasifican los usuarios, realizando dos ejemplos que contemplen consumos teóricos pero de validez para el cálculo. Se indicarán las categorías en el apartado correspondiente.

Tendremos entonces los consumos bimestre a bimestre, con y sin ahorro de gas para los usuarios de cada categoría y para al menos dos consumos base de ejemplo.

Corresponde calcular luego –según estos consumos indicados- el costo bimestral, anual, del gas que debería pagar la familia, con y sin colector instalado, y de la diferencia entre ambos valores surgirá el ahorro efectivo en dinero. Para este cálculo se utilizarán las tarifas vigentes de cada categoría, y los correspondientes cargos fijos y variables de la estructura tarifaria que se ha establecido recientemente y es retroactiva a noviembre de 2008. Estos valores se indicarán detalladamente en el apartado correspondiente, siendo los determinados por ENARGAS y aplicados en Rosario por Litoral Gas, ya que pretendemos efectuar un cálculo válido localmente.

Finalmente dos aclaraciones. Por un lado al hacer referencia a colectores solares nos referimos a dispositivos completos de calentador y acumulador. Por otro lado, en el presente trabajo no se incluyen los costos ambientales del uso de combustibles fósiles los cuales seguramente mejorarían la ecuación económica asociada a la implementación de la energía solar con fines de calentamiento de agua.

CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN NECESARIA:

Para este cálculo se han consultado los mapas de irradiación solar (Grossi Gallegos, 2002), (Raichijk et al, 2008)(Grossi Gallegos, Righini, 2007).

Se estima para una familia tipo, de cuatro integrantes, se estiman unos 200 litros de agua caliente por día, 50 litros por persona, calentados a una temperatura de 42° C, suficientes para una ducha.

Para calentar un litro de agua, se requieren 4,2 Kj por cada grado centígrado. La temperatura media del agua fría es de 12° C, por lo tanto el salto térmico a lograr será de:

$$42-12= 30^{\circ}\text{C.} \quad (1)$$

Por lo tanto la energía diaria requerida será:

$$Q= 50 \text{ (litros/día-persona)} \times 4 \text{ (personas)} \times 4,2 \text{ (Kj/litro }^{\circ}\text{C)} \times (42 - 12)^{\circ}\text{C} = 26.880 \text{ Kj/día} = 26,9 \text{ Mj/día} \quad (2)$$

Para la latitud de Rosario, 32°, un colector solar en su ubicación a 45° respecto de la horizontal recibe 18 Mj/m² desde setiembre hasta abril, y tomando un rendimiento de 47% (corresponde a los mejores equipos) puede entregar al agua 8,5 Mj/m².

Entonces,

$$Q= 26,9 \text{ Mj/día} = 8,5 \text{ Mj/m}^2 \times \text{Area del colector (m}^2\text{)} \quad (3)$$

De donde al área se estima en 3 m²

Así mismo se adopta para la instalación un tanque térmico de 200 litros.

En función de estos datos se han consultado diversos proveedores para tener un costo actualizado de un sistema que pueda cumplir con las necesidades indicadas para una familia, y se han reunido los resultados en la tabla 1.

Proveedor	Características	Costo
Tecnoautomat (*)	Colector solar tubos de vacío Mod. TZ47/150030, tanque de 300 lts.	\$ 7865
Tecnoautomat	Colector solar plástico SD4000; 1,25 m2 con accesorios. Tanque de 300 lts.	\$ 8726
Tecnoautomat	Colector solar plano, emparrillado de cobre, absorbedor de aluminio, caja de aluminio de alta resistencia, vidrio templado de 6 mm, tanque de 300 lts.	\$ 12259
Termosol	tubos al vacío, tanque 250 Lts de acero inoxidable	\$ 6900
Enersol	Equipo de 180 litros de tubos evacuados	\$ 5400
Enersol	Placa plana, tanque 200 litros	\$ 6800
Enersol	3 placas, tanque de 300 litros	\$ 9500
Alsun	Modelo TVV280L, tanque 200 litros	\$ 5730
Innovar SRL	2 colectores de 1,5 m ² y tanque de 300 litros	\$ 4679

Tabla 1 - Cotizaciones actuales de colectores

(*) Este proveedor ofrece las tres alternativas que se indican, todas tienen la misma capacidad de generación de agua caliente, declarada como de 500 litros/día a 45°C.

Sin realizar un análisis de la eficiencia de los diferentes equipos se adopta para los siguientes pasos el costo del equipo más económico en cuanto a su inversión inicial de acuerdo a las consultas realizadas.

De allí podemos extraer que una instalación compuesta de un termostanque de 300 litros y 2 colectores de 1,5 m² y accesorios tiene un costo de mercado de \$4.679. Si agregamos el costo de su instalación, podríamos estimar unos \$5000. Tomaremos este valor como la inversión que debe hacerse y calcularemos en base a ello la amortización correspondiente. Así mismo se supone que la instalación del equipo se realiza teniendo un sistema de respaldo con energía convencional previamente existente (no se analizan en el presente trabajo los detalles de funcionamiento).

CÁLCULO DEL AHORRO DE GAS:

Según indicaciones del proveedor, con este equipo podemos obtener la energía para calentar toda el agua necesaria para una familia en los bimestres de setiembre-octubre, noviembre-diciembre, enero-febrero, marzo-abril, es decir logramos un 100% de ahorro en el gas usado para calentar agua en esos períodos, denominados por las empresas distribuidoras como bimestres 1, 2, 5 y 6.

Por otra parte, para los bimestres de mayo-junio y julio-agosto, dado que la radiación solar en esos períodos es menor, debe considerarse que se obtendrán unos 120 litros de agua por día, que representa un 60% del total requerido.

El gas utilizado en los hogares para el calentamiento de agua es, según distintas fuentes internacionales, aproximadamente el 25% (IDAE, 2006). En realidad se indica al calentamiento de agua como un porcentaje de entre el 20 y 25% del total del

consumo energético del hogar, por lo que su incidencia en el gas debe ser aún mayor. Según consultas realizadas a proveedores e instaladores de equipamientos solares, en nuestro país estas cifras aparentan ser consistentes con la realidad. De esta manera adoptaremos el 25% para simplificar al cálculo.

Estamos en condiciones de decir que podemos ahorrar, en los bimestres 1, 2, 5 y 6 un 100% del gas utilizado en calentar agua que será un 25% del total del gas utilizado en el hogar, y en los bimestres 3 y 4 un 60% que será un 15% del total del gas.

Bimestre	Porcentaje de ahorro de gas
1	25%
2	25%
3	15%
4	15%
5	25%
6	25%

Tabla 2 - Ahorro de gas por bimestres

CÁLCULO DE LOS CONSUMOS DE GAS BIMESTRALES:

En este punto es donde tendremos en cuenta todos los datos referidos a la modalidad de consumo de los hogares, su distribución a lo largo del año, y propondremos casos a modo de ejemplo.

Para establecer el costo a pagar por estos consumos se tendrán en cuenta las disposiciones establecidas recientemente por el Gobierno Nacional, reglamentadas por el ENARGAS y aplicadas en Santa Fe por La Empresa Litoral Gas.

“A partir de agosto de 2008, la categorización de los usuarios residenciales se realiza teniendo en cuenta los consumos del último año móvil del mismo, computado a partir del consumo bimestral del período corriente y añadiendo los 5 (CINCO) bimestres inmediatos anteriores (Resolución ENARGAS I/409). Esto significa que, al ser la categoría asignada dinámicamente en función del consumo de los bimestres anteriores, un usuario puede recibir durante el año facturas pertenecientes a diferentes categorías.” (IAE General Mosconi, 2009).

En la Tabla 3 podemos observar las categorías de usuarios residenciales:

Categoría	Consumo (m3)	
	Desde	Hasta
R 1	0	500
R2 1°	501	650
R2 2°	651	800
R2 3°	810	1000
R3 1°	1001	1250
R3 2°	1251	1500
R3 3°	1501	1800
R3 4°	1801	+

Tabla 3 - Categorías de usuarios de gas

Por otra parte, asumiendo temperaturas promedio en los diferentes bimestres, en términos estadísticos en la Tabla 4 y en la Figura 1 podemos observar como se distribuye el consumo anual de gas en los diferentes bimestres del año.

	%
Bimestre 1	6.00
Bimestre 2	10.00
Bimestre 3	28.00
Bimestre 4	29.00
Bimestre 5	19.00
Bimestre 6	8.00
Total	100.00

Tabla 4 - Distribución estadística del consumo de gas a lo largo del año

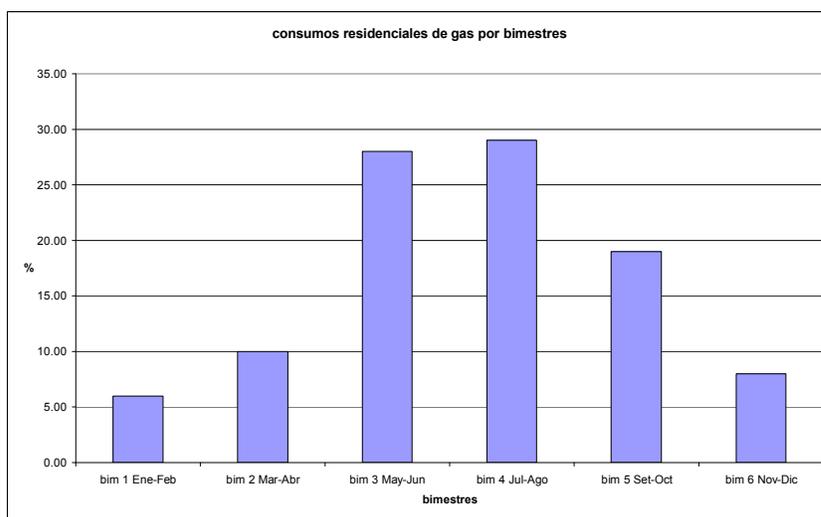


Figura 1 - Distribución estadística del consumo de gas a lo largo del año

A partir de esta distribución de consumo, propondremos ejemplos prácticos para establecer como influye la utilización del colector calculado arriba en la economía energética del hogar.

CÁLCULO DE LOS AHORROS EN GAS Y EN PESOS PARA LAS DISTINTAS CATEGORÍAS:

Para determinar la amortización del colector solar adoptado, y establecer los términos de la conveniencia de su instalación se calcula en detalle cuáles son los ahorros efectivos que su utilización -por una familia- produce, en gas natural y en el importe que se hubiera pagado por el mismo.

Es importante destacar aquí el significado de esta última frase, ya que pasaremos a calcular en cuantos m³ de gas se reduce el consumo, y luego cuánto dinero se ahorra debido a esta reducción, y descubriremos que por la aplicación de las últimas disposiciones (Secretaría de Energía, 2008), un cuadro tarifario que se aplica desde el 1° de Noviembre de 2008, una reducción lineal en el consumo puede en algunos casos implicar un gran salto en el precio que se paga por el gas, ya que existe como se verá, grandes discontinuidades en la facturación y pueden producirse cambios de categoría que influyen fuertemente sobre el importe de facturación.

Dicho de otro modo, al ahorrar en gas, no sólo se paga menos porque se consume menos, sino por el cambio de categoría que implica en ciertos casos esta reducción en el consumo anual, lo que lleva consigo que se pase a pagar una tarifa menor (por cada m³) y se reduzca o elimine el cargo por fondo fiduciario que corresponde. Ambos ahorros combinados dan un salto en el monto final que en algunos casos es sumamente ventajoso.

Proponemos entonces calcular, para cada una de las categorías de usuarios residenciales, cual es la reducción de consumo de gas natural por el uso del colector, estableciendo dos ejemplos numéricos para cada una. Uno, será el límite superior de la categoría, el otro es el valor promedio del entorno de la misma. En el caso de la Categoría R3 4° (más de 1800 m³ anuales) para poder efectuar los cálculos se propone como valor máximo 2750 m³, y promedio 2200 m³.

La Tabla 5 indica los consumos bimestrales para todas las categorías, según estos ejemplos propuestos y los porcentajes estadísticos de cada bimestre (indicados en Tabla 4), sin ahorro.

Cat. usuario	R 1		R2 1°		R2 2°		R2 3°		R3 1°		R3 2°		R3 3°		R3 4°	
Bim 1°	15	30	34,5	39	43,5	48	54	60	67,5	75	82,5	75	99	108	132	165
Bim 2°	25	50	57,5	65	72,5	80	90	100	112,5	125	137,5	150	165	180	220	275
Bim 3°	70	140	161	182	203	224	252	280	315	350	385	420	462	504	616	770
Bim 4°	72,5	145	166,75	188,5	210,25	232	261	290	326,25	362,5	398,75	435	478,5	522	638	797,5
Bim 5°	47,5	95	109,25	123,5	137,75	152	171	190	213,75	237,5	261,25	285	313,5	342	418	522,5
Bim 6°	20	40	46	52	58	64	72	80	90	100	110	120	132	144	176	220
Total año	250	500	575	650	725	800	900	1000	1125	1250	1375	1500	1650	1800	2200	2750

Tabla 5 – Consumos por bimestre y anuales, todas las categorías

En la Tabla 6 se han calculado los nuevos consumos, restando caso por caso el gas ahorrado mediante el uso del colector, en cada bimestre según los valores de la Tabla 2.

Cat. Usuario	R 1		R 2 1°		R 2 2°		R 2 3°		R 3 1°		R 3 2°		R 3 3°		R 3 4°	
Bim 1°	11,25	22,5	25,875	29,25	32,625	36	40,5	45	50,625	56,25	61,875	56,25	74,25	81	99	123,75
Bim 2°	18,75	37,5	43,125	48,75	54,375	60	67,5	75	84,375	93,75	103,125	112,5	123,75	135	165	206,25
Bim 3°	59,5	119	136,85	154,7	172,55	190,4	214,2	238	267,75	297,5	327,25	357	392,7	428,4	523,6	654,5
Bim 4°	61,625	123,25	141,7375	160,225	178,7125	197,2	221,85	246,5	277,3125	308,125	338,9375	369,75	406,725	443,7	542,3	677,875
Bim 5°	35,625	71,25	81,9375	92,625	103,3125	114	128,25	142,5	160,3125	178,125	195,9375	213,75	235,125	256,5	313,5	391,875
Bim 6°	15	30	34,5	39	43,5	48	54	60	67,5	75	82,5	90	99	108	132	165
Total año	201,7	403,5	464	524,5	585,1	645,6	726,3	807	907,8	1008,7	1109,6	1199,2	1331,5	1452,6	1775,4	2219,2

Tabla 6 – Consumos por bimestre y año, usando el colector solar. Se indican los cambios de categorías

Nótese que los valores señalados con (*), indican que por el uso del colector, el consumo se ha reducido al punto de que el usuario pasa a estar encuadrado en la categoría inmediata inferior: Ejemplo, para el caso del usuario de categoría R 2 3°, con consumo anual supuesto de 900 m³, pasa a consumir 726,3 m³ anuales, correspondientes a categoría R 2 2°. Por lo tanto, la tarifa a pagar por m³ será menor.

También nótese el caso del usuario de categoría R 3 3°, que pasa a categoría R 3 2° donde no sólo se reduce la tarifa sino que se elimina el cargo fiduciario por decreto 2067/08.

Calculamos ahora los ahorros producidos en m³ de gas y en pesos, para todo el año para cada categoría y para ambos casos propuestos. Los resultados los podemos observar en la Tabla 7

Valores límites categoría	0	500	501	650	651	800	801	1000	1001	1250	1251	1500	1501	1800	1801	2750
Categoría Usuario	R 1		R 2 1°		R 2 2°		R 2 3°		R 3 1°		R 3 2°		R 3 3°		R 3 4°	
Consumos sin colector m ³	250	500	575	650	725	800	900	1000	1125	1250	1375	1500	1650	1800	2200	2750
Consumos con colector m ³	201,75	403,50	464,03	524,55	585,08	645,6	726,3	807,00	907,8	1008,7	1109,6	1199,2	1331,5	1452,6	1775,4	2219,2
Ahorro anual m ³	48,25	96,50	110,98	125,45	139,93	154,40	173,70	193,00	217,13	241,25	265,38	300,75	318,45	347,40	424,60	530,75
Categoría resultante	R 1	R 1	R 1(*)	R 2 1°	R 2 1°	R 2 1°	R 2 2°	R 2 3°	R 2 3°	R 3 1°	R 3 1°	R 3 1°	R 3 2°	R 3 2°	R 3 3°	R 3 4°
Ahorro anual \$	8,2	16,5	19,0	21,4	23,9	26,4	38,5	34,9	101,8	57,0	62,7	67,5	567,4	619,0	439,9	335,1

Tabla 7 – Ahorros en m³ y en pesos

A partir de estos cálculos podemos hacer las siguientes observaciones que nos permitirán continuar con el cálculo en la dirección más conveniente:

- Los mayores ahorros se producen como es natural para las categorías de mayores consumos, tanto en m³ como en pesos.
- Con respecto a la instalación del colector, la relación económica más ventajosa resulta para las categorías R 3 3° y R 3 4°.
- Existe una gran diferencia en el cálculo económico de la amortización del colector entre estas dos categorías y las demás.

En estos términos la instalación de un sistema como el propuesto en principio parece tener sentido para estos dos casos, donde el ahorro es significativo.

Un detalle interesante a indicar acerca de estos ahorros es que no guardan una relación constante entre los pesos ahorrados por la economía familiar y los m³ de gas que se ha evitado utilizar. Esto se debe a lo señalado acerca de las discontinuidades en el sistema de facturación, introducidas por los escalonamientos de tarifas y los cargos fijos, que se aplican a las distintas categorías.

Esto lo podemos observar en la Tabla 8

	R 1		R 2 1°		R 2 2°		R 2 3°		R 3 1°		R 3 2°		R 3 3°		R 3 4°	
Relación \$ ahorrados/m ³ ahorrados	0,17	0,17	1,00	1,00	0,17	0,17	0,22	0,18	0,47	0,24	0,24	0,22	1,78	1,78	1,04	0,63

Tabla 8 – Ahorros relativos, \$/m³, para las distintas categorías

CÁLCULO DE LA AMORTIZACIÓN:

Con los resultados obtenidos, y dado que se estima que la vida útil de un colector es de unos 30 años (IDAE, 2006 y consulta a proveedores), se indicará el plazo de amortización para las categorías R3 3° y R3 4°, para las cuales resulta conveniente desde el punto de vista económico.

Categoría	R3 3°		R3 4°	
Caso de consumo	1650	1800	2200	2750
Plazo de amortización, años	8,81	8,07	11,36	14,92

Tabla 8 - amortización

De esta manera la categoría R3 es la más ventajosa desde el punto de vista de la amortización de la inversión a efectuar. El costo del equipo se cubre en 8 años, luego de lo cual se utilizará otros 22 años con ahorro puro.

En ambas categorías el plazo de amortización se acerca a los indicados en otros países, que rondan los diez años.

CONCLUSIONES FINALES

Hemos encontrado a través del trabajo, que para las categorías de menor consumo, la amortización del colector sigue siendo dificultosa. Téngase presente que (si se examinan las nuevas tarifas y cargos) estas categorías han incluso tenido una rebaja en los precios.

En estos términos, la política para estas categorías sigue el mismo camino, que puede describirse como de promoción de uso del gas natural, o de subsidio. No se hace aquí un análisis de la justicia o equidad de este esquema, dado que el objeto del trabajo es simplemente tratar de establecer la conveniencia económica del uso del colector y la amortización de la inversión.

Sin embargo también puede apuntarse que a través de este cambio se modifica la política de tarifas baratas para todos y se inicia un esquema en que las categorías de mayores consumos se irán equiparando con los precios internacionales.

La comparación inmediata que surge es por ejemplo con España, país que importa alrededor del 75% del gas que usa, y donde un colector como el indicado se amortiza en unos diez años (IDAE, 2006). Por supuesto que en estos cálculos intervienen tanto los costos que paga el usuario por el energético como los costos de fabricación y comercialización del los equipos por lo que su validez es siempre en términos locales. Es por ello que a modo de ejemplo se ha incluido la Tabla 1 con costos reales y actuales.

En este sentido, los cálculos efectuados indican que para la categoría denominada R3 3° (consumo entre 1501 y 1800 m³ anuales) el plazo de amortización ya se ubica en los niveles europeos, siendo de alrededor de ocho años.

Para la categoría denominada R3 4° (consumo mas de 1800 m³ anuales) aún es un poco superior a los diez años.

Sin embargo y si la tendencia de “actualizar”, “sincerar” o “internacionalizar” las tarifas de gas se afianza y continúa, estos plazos irán reduciéndose aún mas.

Si tenemos en cuenta la caída en las reservas nacionales de gas (mas de 40% desde 2001) y las crecientes importaciones para cubrir la brecha entre producción y consumo, esta tendencia no podrá menos que hacerse rutina.

También atiéndase el detalle de que se ha suspendido la aplicación del fondo fiduciario que intenta cubrir el costo de las importaciones (Decreto 2067/08) a las categorías R3 1° y R3 2°, en un período pre-eleccionario. En un principio se había aplicado a los consumos a partir de los 1000 m³, pero por el momento se aplica sólo a los consumos mayores a 1500 m³ anuales. Tendremos que ver que pasa en breve con esta suspensión, ya que la influencia en el costo pagado por el gas a causa de este fondo es muy grande, mayor aún en algunos casos al incremento de las tarifas en sí mismas.

Por las razones señaladas, la tendencia indica que las importaciones de gas no sólo continuarán sino que se incrementarán, y, dado este esquema tarifario utilizado para cubrir su costo, el cargo sobre las categorías superiores será mayor, la amortización de un colector será mas pronta, y la conveniencia -cuando no la necesidad- de su uso, cada vez mayor.

REFERENCIAS

Grossi Gallegos Hugo (2002) – Notas sobre radiación solar. Universidad Nacional de Luján, Departamento de Ciencias Básicas. ISBN: 987-9285-19-0.

Grossi Gallegos Hugo, Righini Raúl (2007). Atlas de energía solar de la República Argentina, SECYT, Universidad Nacional de Luján, ISBN: 978-987-9285-36-7.

IAE General Mosconi, 2009. “Breve análisis sobre los cuadros tarifarios actuales de gas natural en la ciudad autónoma de Buenos Aires, El impacto de los aumentos en usuarios residenciales (Resolución SE 1417/2008, y Decreto 2067/2008)”.

IDAE (2006) Energía solar térmica, manuales de energías renovables, España.

Raichijk C., Grossi Gallegos H. y Righini R. (2008) “Cartas preliminares de irradiación directa para Argentina” Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 12, 2008. ISSN 0329-5184.

Secretaría de Energía (2008). Resolución SE 1417/2008.

ABSTRACT: We propose the calculation of the energetic and economic saving achieved in a family by means of the use of a solar commercial collector, and the amortization of the investment in view of the current prices on the market and of the new tariff picture for the natural gas established by the government.

Keywords: Solar collector, natural gas, saving, amortization.