

# Evaluación Económica para la Adquisición de un Calefón Solar

Setiembre 2012



## Equipo de Trabajo

### Responsables

- Dra. M. Florencia Gabrielli
- Mgter. Monserrat Serio
- Lic. Ulises Serio

### Colaboradores

- Ing. Dante Bragoni (Instituto de Energía - IMD - UNCUIYO)
- Arq. Leandra Sarmiento (Instituto de Energía - IMD - UNCUIYO)
- Fernando Paez Yañez (Instituto de Energía - IMD - UNCUIYO)
- Ing. Alexis Atem (Empresa ENERGE)

## Índice

<b>Introducción</b> .....	<b>4</b>
<b>Evaluación económica para la adquisición de un calefón solar para viviendas unifamiliares</b> .....	<b>6</b>
Viviendas unifamiliares .....	6
Metodología y supuestos .....	6
Resultados .....	10
Conclusiones .....	14
<b>Evaluación económica para la adquisición de un calefón solar en viviendas multifamiliares (edificios)</b> .....	<b>16</b>
Viviendas multifamiliares .....	16
Metodología y supuestos .....	16
Resultados .....	20
Conclusiones .....	25
<b>Bibliografía</b> .....	<b>27</b>

## Evaluación Económica para la Adquisición de un Calefón Solar

### Introducción

La protección del medio ambiente, la reducción de picos de carga de energía, el insuficiente suministro de energía y los altos costos del petróleo son algunas de las principales razones por las cuales la búsqueda y uso de nuevas fuentes de energía se ha convertido hoy en día en unas de las principales preocupaciones de los individuos, organizaciones y gobiernos.

En particular, según Menanteau (2007), el calentamiento del agua a través de paneles solares es considerada una tecnología estándar y, en algunos países pioneros como Israel, Chipre, Grecia y Austria, ya se encuentra compitiendo directamente con los sistemas convencionales de calentamiento de agua que utilizan gas, electricidad o combustible. Sin embargo, en la mayoría de los países del mundo el uso de calentadores solares de agua sigue siendo limitado.

Por lo tanto, las políticas de promoción de sistemas alternativos de energías se han convertido en importantes ejes para avanzar en dirección al desarrollo sustentable. Mutch (1974) explica que el objetivo de la política pública debería ser animar a los consumidores a responder de una manera que sea coherente con el interés público. En el caso del calentamiento de agua de uso sanitario residencial (o, para el caso, de cualquier forma de consumo de energía), el interés público se puede definir como el uso de la menor cantidad de energía necesaria para realizar una tarea en una forma aceptable. Esto no es contrario a los intereses propios de los consumidores si también resulta en un beneficio económico neto para ellos.

A los efectos del análisis de calefones solares, quienes deben asumir una política pública conveniente en el calentamiento de agua de uso sanitario residencial, deben tener por objeto la conservación de energía mediante el fomento de la aplicación de medidas que se traducen en un costo mínimo para el consumidor. Existen diversos instrumentos para promover la difusión de calefones solares:

- 1- Incentivos económicos como subvenciones directas, préstamos a baja tasa de interés, exenciones fiscales, etc. Estos incentivos tienen como principal objetivo ayudar al consumidor en la inversión inicial y mejorar la rentabilidad de la adquisición de esta tecnología.
- 2- Regulaciones que dispongan que edificaciones deban incorporar estos nuevos sistemas de calentamiento de agua.
- 3- Del lado de la oferta se deben construir estrategias de largo plazo e incentivos económicos a las empresas para mejorar la calidad de los equipos e instalaciones y bajar los costos de los mismos.

A nivel internacional, Menanteau (2007) explora la situación de los sistemas de calentamiento solares de agua en el mundo y encuentra que, Austria, el líder europeo en términos de superficie instalada de paneles solares por habitante, es un ejemplo de un país con una política sostenida y exitosa para promover la energía solar basada en diferentes tipos de medidas, en particular, los incentivos económicos. El caso de España completa el de Austria, e ilustra el impacto de un enfoque normativo. En Barcelona, la Ordenanza Solar de la ciudad hace que sea obligatoria para los constructores la instalación de energía solar

en edificios nuevos. China y la India ilustran la situación en los países muy grandes en desarrollo, donde hay un potencial considerable para la expansión del mercado de calentadores solares de agua. En China, la difusión de los sistemas solares de calentamiento de agua se lleva a cabo de una manera espontánea, regida por las fuerzas del mercado y la libre competencia. La principal función del Estado es fomentar la confianza de los consumidores garantizando que la calidad se mantenga o mejore, a través de la utilización de normas y etiquetas de calidad. La situación es muy similar en la India, donde los sistemas de Calentamiento Solar de Agua se están convirtiendo rápidamente en la competencia de los sistemas convencionales de calentamiento de agua. Aunque la principal limitación en este país sigue siendo la financiación, un problema que sólo puede ser aliviado por los micro-créditos a bajo costo.

Túnez ofrece el ejemplo de un país "pequeño" que intenta desarrollar un mercado de calentadores solares de agua mediante la combinación de una serie de medidas destinadas a ofrecer subsidios directos y préstamos.

Por otro lado, México ha tenido poco éxito en el desarrollo de calentadores solares de agua. El mercado de los colectores solares para aplicaciones residenciales es aún muy pequeño, debido en primer lugar a los subsidios al gas, lo cual genera pocos incentivos para utilizar energías renovables y, en segundo lugar, a la falta de coherencia de las políticas coordinadas para promover esta tecnología. En Argentina el uso de energía solar para el calentamiento de agua es todavía muy incipiente. Actualmente, en Mendoza, la energía solar térmica está en pleno crecimiento tecnológico y comercial.

## Evaluación económica para la adquisición de un calefón solar para viviendas unifamiliares



### Viviendas unifamiliares

En este trabajo presentamos una evaluación privada, desde el punto de vista del consumidor, de la adquisición de calefones solares para calentamiento de agua de uso sanitario para viviendas unifamiliares. Esperamos que esta primera evaluación ayude a delinear las pautas para el armado de posibles políticas en materia de calentamiento solar de agua de uso sanitario para la región. En la siguiente sección discutimos la metodología y supuestos luego exponemos los resultados encontrados, para finalmente esbozar las principales conclusiones.

### Metodología y supuestos

En esta sección describimos la metodología y los supuestos utilizados en la evaluación económico-financiera que llevaría a cabo una persona interesada en adquirir un calefón solar. Para analizar la conveniencia (o no) de comprar un calefón solar hay que comparar la opción de adquirir el calefón con alguna alternativa relevante. En este caso el problema al que se enfrenta el consumidor podría describirse como “comprar un calefón solar vs continuar con el sistema actual de calentamiento de agua”. Realizamos esta evaluación desde un punto de vista privado, es decir sin tener en cuenta los costos y beneficios sociales (por ejemplo, el costo que provoca sobre la sociedad la contaminación por el gas utilizado). Por lo tanto, suponemos que la valoración del individuo sobre el impacto socio-ambiental de la producción y/o utilización del calefón solar (ej: mayor empleo en la industria de calefones solares, mayor disposición de gas para el resto de la población, menor polución por la energía ahorrada, aumento de minería para satisfacer las materias primas del calefón solar, etc) es neutra. El horizonte de análisis es 10 años.

En un primer paso, identificamos las principales variables a tener en cuenta para la evaluación del “proyecto” y los ítems que integran los rubros de costos e ingresos (los cuales derivan de las anteriores variables). Después estimamos para cada año el valor corriente de los costos e ingresos registrados durante el mismo periodo, para luego deflactarlos, según la tasa de inflación estimada, (es decir, el valor de la variable en términos reales o sin inflación) y así poder calcular su valor actual utilizando la tasa de descuento del individuo. Finalmente, calculamos el Valor Actual Neto (VAN) de la compra del calefón solar. EL VAN es uno de los indicadores de rentabilidad de un proyecto que más

se utiliza para tomar decisiones de inversión. Un VAN que arroja un resultado mayor o igual a cero significa que el proyecto es rentable para el inversor.

Una vez obtenidos los indicadores de rentabilidad del proyecto, determinamos las variables de mayor influencia sobre la rentabilidad del mismo. De esta manera podemos realizar un análisis de sensibilidad de las variables más importantes para apreciar cómo varía la rentabilidad del proyecto, resumida en el VAN, a medida que dichas variables se modifican.

En este trabajo, planteamos tres escenarios que difieren en la forma en que el consumidor financia la compra del calefón solar. Los primeros dos escenarios contemplan la posibilidad que el calefón solar se adquiera mediante un préstamo. Dentro de esta forma de financiación hemos planteado en un primer lugar una tasa de interés del préstamo de 35% con amortización según Sistema Francés, acorde a la tasa de créditos personales que otorgan los bancos comerciales minoristas, y en segundo lugar un escenario con una tasa de 30% con amortización según Sistema Alemán, acorde a la tasa de crédito que otorga el ICUNC (Instituto de Jubilaciones y Pensiones del Personal de la UNCuyo). Finalmente el tercer escenario contempla la posibilidad que el calefón solar sea adquirido de contado.

A continuación explicamos los supuestos utilizados para la determinación de cada variable necesaria en la realización de la evaluación del proyecto "compra de un calefón solar":<sup>1</sup>

**Inflación:** para el primer periodo hemos supuesto una inflación del orden de los 30 puntos porcentuales (que se condice con el índice de expectativa de inflación realizado en abril de 2012 por el Centro de Investigación en Finanzas de la Universidad Torcuato Di Tella) y a partir de allí suponemos que la inflación disminuye 5 puntos porcentuales por año hasta estabilizarse en los 15 puntos porcentuales. Es decir, el primer año contempla una inflación anual del 30%, el segundo del 25%, el tercero del 20 % y del año 4 al año 10 la inflación es del 15% anual.

**Precio del calefón solar:** utilizamos un promedio entre el valor de venta sin IVA de las compañías "ENERGE" e "INNOVAR SRL - SOUK SRL" dando el mismo un valor de \$7.000.

**Gastos de instalación:** lo estimamos entorno al 10% del valor de venta sin IVA del calefón solar. Incluye mano de obra e insumos necesarios. Este es un valor usual de mercado.

**Impuesto al valor agregado (IVA):** la alícuota del IVA se mantiene en 21% y es aplicada tanto a la adquisición del calefón solar como al consumo de gas.

**Costos de mantenimiento:** estimados en un 1% del valor del calefón solar sin IVA para el primer periodo y a partir de allí se ajustan a la evolución de la inflación. Si bien reconocemos que estos valores pueden estar sobreestimando los costos reales que enfrentará el consumidor, éste se ve mitigado por la existencia de otros costos que no están contemplados explícitamente en el análisis, debido a que son difíciles de cuantificar (por ejemplo el costo de reparación por un gran deterioro del calefón que pudiera provocarse por alguna situación climática extrema).

**Vida útil del calefón solar:** hemos asumido una vida útil del calefón solar de 20 años, la cual es una estimación conservadora de la misma pero que elegimos debido a la escasa información referente a este tema (el producto calefón solar para uso residencial es relativamente novedoso y se encuentra en constante evolución lo cual dificulta la confirmación de las estimaciones de la vida útil del mismo).

---

<sup>1</sup> Los valores numéricos de las variables se basan en valores de abril de 2012.

**Consumo de gas:** la estimación del consumo de gas está basada en las necesidades energéticas de una familia residencial de 4 integrantes que consume aproximadamente 2.500 m<sup>3</sup> de gas al año. Este dato lo hemos obtenido del trabajo de Contraffatto y Da Costa (2008). Del mismo trabajo extraemos las estimaciones del ahorro energético que se produce a partir de la utilización de un calefón solar en una familia de estas características en lugar de seguir utilizando el calefón convencional para calentar agua. Este ahorro ha sido estimado en un promedio anual del 66% del consumo de gas para agua caliente. En términos de m<sup>3</sup> de gas, esto resulta en un ahorro estimado de aproximadamente 737 m<sup>3</sup> de gas al año.

**Precio de gas:** el precio de gas sin IVA varía según la categoría en que se encuentre el hogar. En Mendoza las categorías varían de R1 a R3-4° según el consumo de gas<sup>2</sup>. Para cada una de las categorías obtuvimos el precio de la tarifa como la suma del valor otorgado por la resolución ENARGAS N°1/568 del 2008 y los respectivos valores de la resolución ENARGAS N°1/1982. En este trabajo suponemos que la tarifa de gas es de \$1 por m<sup>3</sup>. Este supuesto se sustenta en el hecho de que el precio del gas rondaría este valor en el caso de no haber subsidios al consumo de gas. Es importante destacar que los subsidios actuales están basados en decisiones judiciales provinciales. Es por esta razón que son medidas frágiles que pueden cambiar de un momento a otro. Más aún, en la vecina provincia de San Juan no existen tales medidas judiciales lo que demuestra la inestabilidad de este tipo de subsidios. Además hemos decidido tomar como una aproximación del comportamiento futuro de la tarifa de gas que ésta se ajuste por inflación año a año.

**Monto del préstamo:** en los escenarios en donde el consumidor pide un préstamo para financiar la compra del calefón solar, hemos anclado el monto del préstamo a la inversión inicial necesaria para llevar a cabo el proyecto incluyendo el precio del calefón solar, los costos de instalación y el IVA de la compra del calefón solar.

**Periodo préstamo:** supusimos un periodo de préstamo de 3 años, por ser un valor adecuado para el proyecto y usual en el sector financiero.

**Tasa del préstamo:** como mencionamos anteriormente, realizamos dos escenarios con tasas diferentes. El primero de ellos, con una tasa de 35% anual, referente a la tasa de un préstamo personal en un banco comercial sujeta a un periodo de 3 años. Esta tasa es la que obtendría hoy un empleado que perciba un sueldo promedio en la Universidad Nacional de Cuyo. A este escenario lo hemos llamado "Escenario con Tasa de Mercado - Sistema Francés" (ETMSF). El otro escenario, "Escenario con Tasa de Mercado - Sistema Alemán" (ETMSA), está basado en una tasa del 30%. La principal diferencia con el escenario anterior es que el sistema de amortización en este caso es sobre saldos, conocido como Sistema Alemán. A diferencia del Sistema Francés, que es el utilizado por los bancos comerciales, en el Sistema Alemán, el monto de interés va disminuyendo con el tiempo.

**Aumento de vida útil del calefón tradicional:** el uso de un calefón solar aumenta la vida útil del calefón tradicional utilizado en dicha vivienda. Hemos supuesto que un calefón termo tanque tradicional no menor a 120 litros cuyo precio promedio de mercado es aproximadamente de \$2.000 tiene una vida útil de 7 años sin calefón solar y la misma

---

<sup>2</sup> El sistema de tarifa de gas diferencia el valor de la tarifa de acuerdo a la categoría del consumidor, una primera diferenciación es entre consumo residencial, industrial o gran consumidor (ej: club deportivo), dentro del consumo residencial, el sistema discrimina 8 categorías: R1 si el consumo es menor a 600 m<sup>3</sup> de gas al año, R2 1° si el consumo está entre 601 y 750 m<sup>3</sup>, R2 2° si el consumo está entre 751 y 900 m<sup>3</sup>, R2 3° si el consumo está entre 901 y 1.100 m<sup>3</sup>, R3 1° si el consumo está entre 1.101 y 1.400 m<sup>3</sup>, R3 2° si el consumo está entre 1.401 y 1.700 m<sup>3</sup>, R3 3° si el consumo está entre 1.701 y 2.050 m<sup>3</sup> y R3 4° si el consumo es mayor a 2.051 m<sup>3</sup> al año. Estos valores son específicos para los consumidores de Mendoza y difieren de los relevantes para otras provincias de Argentina.

aumenta en 5 años por la implementación del calefón solar, siendo la vida útil del calefón tradicional de 12 años.

**Tasa de descuento:** representa la mejor alternativa que el comprador posee para el dinero invertido en la compra del calefón solar, en este caso la supusimos en 10%.

**Horizonte temporal:** utilizamos un horizonte temporal de 10 años por considerar la compra de un calefón solar una inversión a largo plazo. Hemos decidido no optar por un plazo mayor debido a que perderían fuerza los fundamentos de algunos de los supuestos realizados por la incertidumbre natural a la cual está sujeta toda economía.

- **Determinación de costos relevantes del proyecto**

En este apartado describimos las principales variables que impactan en la determinación de los costos asociados al proyecto bajo análisis.

**Inversión inicial:** la inversión inicial del proyecto es considerada como un costo y está formada por el precio del calefón solar, su costo de instalación y el IVA del mismo.

**Gastos de mantenimiento:** como mencionamos anteriormente estos costos ascienden al 1% del valor del calefón solar sin IVA para el primer periodo y a partir de allí se ajustan según la evolución de la inflación.

**Devolución préstamo:** representa los pagos necesarios para devolver el préstamo solicitado para la compra del calefón.

- **Determinación de los ingresos relevantes del proyecto**

A continuación, describimos las principales variables que impactan en la determinación de los ingresos asociados al proyecto bajo análisis.

**Ahorro de energía:** es el ahorro directo en el consumo de gas (737 m<sup>3</sup>) multiplicado por el precio que se pagaba originalmente por dicho gas (\$1).

**Ahorro por cambio de categoría:** es el ahorro indirecto que el comprador obtiene al cambiar de categoría y tener que pagar lo que le queda de consumo de gas (para otros usos que no son calentar agua) al precio de una categoría menor.

**Aumento en la vida útil del calefón tradicional:** es la diferencia entre la depreciación del calefón tradicional sin comprar el calefón solar y la depreciación del calefón tradicional si se adquiere el calefón solar. En otras palabras, representa un mayor valor o satisfacción por la utilización de un calefón en mejor estado en cada periodo.

**Venta del calefón solar:** nos referimos a la posibilidad de vender el calefón solar al final del proyecto al valor residual del mismo (su valor inicial menos la depreciación acumulada hasta ese momento).

**Préstamo:** indica la cantidad de dinero que recibe la persona cuando pide el préstamo para comprar el calefón solar (es equivalente a la inversión inicial).

Siempre expresamos los resultados en valores homogéneos es decir, corregidos por inflación y actualizados según la tasa subjetiva de descuento.

## Resultados

Como mencionamos anteriormente, para realizar la evaluación económica se consideraron tres escenarios. A continuación describimos los resultados obtenidos en cada escenario.

### A. Resultados ETM - Sistema Francés

El presente escenario, al que llamamos “Escenario con Tasa de Mercado - Sistema Francés” (ETM-SF), tiene la particularidad de asumir una tasa del préstamo similar a la que ofrecen hoy en día los bancos comerciales. Para este análisis utilizamos una tasa del 35%. La evaluación económica arroja un VAN negativo de \$869 para el escenario base (que utiliza los valores de las variables explicadas en la sección anterior). Esto significa que la adquisición del calefón solar mediante un préstamo a 36 meses con una tasa de mercado del 35% no es conveniente desde el punto de vista del consumidor privado, en donde el consumidor no tiene en cuenta los beneficios sociales asociados a esta iniciativa.

Dado que todo escenario económico está siempre sujeto a variabilidad e incertidumbre es que quisimos contemplar cómo se ve afectada la rentabilidad de este proyecto si las principales variables sufren modificaciones. De esta manera hicimos un análisis de sensibilidad con respecto a las siguientes variables: Precio del Calefón Solar, Inflación, Precio de Gas, Porcentaje de Sustitución entre Gas y Energía Solar, Tasa del Préstamo y Período del Préstamo.

Los siguientes cuadros de sensibilidad reportan en cada celda el VAN en los distintos escenarios alternativos. En la columna *Porcentaje de Variación* se muestra el cambio que asumimos para cada variable considerada de cada columna. Por encima del valor 0% correspondiente al escenario base, las variables aumentan según el porcentaje indicado (flecha verde). Por debajo del valor 0%, las variables disminuyen (flecha roja).

En el Cuadro 1 presentamos el análisis de sensibilidad respecto de variables económicas. En el escenario base ninguna de las variables analizadas se modifican. Cuando las diferentes variables económicas aumentan o disminuyen, el VAN asociado al proyecto se ve afectado. Como es de esperarse si el precio del calefón solar fuera menor al del escenario base, el proyecto sería más atractivo, en particular con una baja del 10% (equivalente a un calefón solar de \$6.300) el proyecto pasa a ser rentable.

Con respecto a la tasa de inflación, esta debería ser un 30% más de lo estipulada en el escenario base para que el proyecto sea rentable. Esto es así ya que en épocas de inflación las cuotas de los créditos se “licúan” (a medida que pasa el tiempo el dinero pierde poder adquisitivo).

Una variable crítica del proyecto es el precio del m<sup>3</sup> de gas. Observamos que a mayor precio del gas más atractivo resulta este proyecto, lo cual no es sorprendente ya que de esta manera se generaría un mayor ahorro monetario al cambiar el sistema de calentamiento de agua. No obstante, el supuesto utilizado en el escenario base de \$1 por m<sup>3</sup> de gas, resulta en un VAN negativo. En el caso en que todas las demás variables permanezcan al valor del escenario base, el precio del gas debería subir por lo menos un 20% por m<sup>3</sup> para que el proyecto sea rentable.

Finalmente, en relación al nivel de ahorro supusimos en el escenario base que el calefón genera un 67% de ahorro de gas para agua caliente (737 m<sup>3</sup> de ahorro por año). Si el porcentaje de ahorro aumenta un 30% generando un ahorro mayor (958 m<sup>3</sup> de ahorro por año), entonces la adquisición del calefón solar sería conveniente para el consumidor, como se ve en la fila de porcentaje 30%.

Escenarios	Porcentaje de variación	Precio calefón solar	Inflación	Precio gas	Nivel de ahorro
	50%	-5.745	575	3.408	1.228
	40%	-4.770	318	2.553	809
	30%	-3.795	46	1.697	389
	20%	-2.820	-242	842	-30
	10%	-1.844	-546	-13	-450
<b>Escenario base</b>	0%	<b>-869</b>	<b>-869</b>	<b>-869</b>	<b>-869</b>
	-10%	106	-1.211	-1.724	-1.288
	-20%	1.082	-1.574	-2.580	-1.708
	-30%	2.057	-1.959	-3.435	-2.127
	-40%	3.032	-2.367	-4.291	-2.547
	-50%	4.008	-2.801	-5.146	-2.966

Cuadro 1: Sensibilidad del VAN del ETM-SF respecto de variables económicas

Las variables financieras del préstamo también inciden de manera significativa en la rentabilidad del proyecto. El Cuadro 2 muestra que una tasa 30% menor a la del escenario base estaría asociada con un VAN positivo y el proyecto se volvería rentable, esto es una tasa de interés cercana al 25%.

Escenarios	Porcentaje de variación	Tasa Préstamo
	50%	-2.936
	40%	-2.515
	30%	-2.097
	20%	-1.683
	10%	-1.274
<b>Escenario base</b>	0%	<b>-869</b>
	-10%	-469
	-20%	-73
	-30%	317
	-40%	701
	-50%	1.080

Cuadro 2: Sensibilidad del VAN del ETM-SF respecto de tasa del crédito

El período de devolución del crédito no incide en el signo del VAN, ya que es siempre negativo para todos los casos. Esto significa que manteniendo el resto de las variables a los valores del escenario base, el período del préstamo no logra mejorar la rentabilidad del proyecto. Es decir, que créditos con mayor plazo de devolución no hacen atractivo este proyecto.

Escenarios	Variación en años	Período préstamo
	10	-1.598
	9	-1.517
	8	-1.425
	7	-1.321
	6	-1.208
	5	-1.088
	4	-969
<b>Escenario base</b>	<b>3</b>	<b>-869</b>
	2	-844
	1	-911
	Contado	-1.424

Cuadro 3: Sensibilidad del VAN del ETM-SF respecto del plazo del crédito

Es importante destacar que un caso particular en el cual el período del préstamo es cero, que equivale a que el consumidor compre el calefón solar en efectivo. Esta última opción tampoco es conveniente para el consumidor.

#### B. Resultados ETM - Sistema Alemán

El segundo escenario, al que llamamos “Escenario con Tasa de Mercado - Sistema Alemán” (ETM-SA) utiliza una tasa del 30% como tasa del crédito y el resto de las variables están fijadas según lo explicado anteriormente. Esta tasa es cercana a la ofrecida, en promedio, en los créditos del ICUNC. El Sistema Alemán posee la característica de computar los intereses devengados sobre saldos lo que redundará en que al final de la vida del crédito el monto total devuelto (amortización más intereses) es significativamente menor a un equivalente con Sistema Francés.

En el presente escenario, la evaluación económica arroja un VAN positivo que asciende a \$634. Esto significa que la adquisición del calefón solar mediante un préstamo a 36 meses con una tasa del 30% con Sistema Alemán es rentable desde el punto de vista del consumidor privado. Es importante destacar que la única diferencia en cuanto a los supuestos con respecto al escenario ETM-SF es el sistema de amortización del préstamo y la tasa de interés.

Al igual que en el ETM-SF, y reconociendo que todo escenario económico está siempre sujeto a variabilidad e incertidumbre es que quisimos contemplar cómo se ve afectada la rentabilidad de este proyecto si las principales variables sufren modificaciones.

En el siguiente cuadro se observa que en este nuevo escenario las variables económicas más críticas son el precio del calefón solar y el precio del gas. En el primer caso, vemos que con un calefón solar que cueste un 10% más que en el escenario base el proyecto se volvería no rentable. En otras palabras, si el resto de las variables se mantienen al valor asumido en este escenario, el proyecto deja de ser atractivo para el consumidor si el calefón solar costara \$7.700.

En cuanto a la incidencia del precio del gas en el proyecto, vemos que la misma es altamente determinante como en el ETM-SF. En este caso, con precios menores de gas (de 10% menor o más) no seguiría siendo conveniente la adquisición del calefón solar.

Escenarios	Porcentaje de variación	Precio calefón solar	Inflación	Precio gas	Nivel de ahorro
	50%	-3.490	1.675	4.912	2.731
	40%	-2.665	1.485	4.056	2.312
	30%	-1.841	1.286	3.201	1.893
	20%	-1.016	1.079	2.345	1.473
	10%	-191	861	1.490	1.054
<b>Escenario base</b>	<b>0%</b>	<b>634</b>	<b>634</b>	<b>634</b>	<b>634</b>
	-10%	1.459	398	-221	215
	-20%	2.284	151	-1.077	-204
	-30%	3.109	-105	-1.932	-624
	-40%	3.934	-371	-2.787	-1.043
	-50%	4.759	-646	-3.643	-1.463

Cuadro 4: Sensibilidad del VAN del ETM-SA respecto de variables económicas

El Cuadro 5 a continuación, muestra que, en este escenario, la tasa del préstamo podría ser hasta un 10% más de lo que es en el escenario base y el proyecto seguiría siendo rentable.

Escenarios	Porcentaje de variación	Tasa Préstamo
	50%	-971
	40%	-650
	30%	-329
	20%	-8
	10%	313
<b>Escenario base</b>	<b>0%</b>	<b>634</b>
	-10%	955
	-20%	1.276
	-30%	1.597
	-40%	1.918
	-50%	2.239

Cuadro 5: Sensibilidad del VAN del ETM-SA respecto de tasa del crédito

Finalmente, el plazo del crédito en este escenario al contrario al observado en ETM-SF siempre genera VAN positivo lo que implica que bajo las condiciones de este escenario es atractivo para el consumidor financiar la adquisición de un calefón solar. Por otro lado, el escenario de contado como dijimos anteriormente no es conveniente.

Escenarios	Variación en años	Período préstamo
	10	564
	9	580
	8	597
	7	615
	6	631
	5	645
	4	651
<b>Escenario base</b>	<b>3</b>	<b>634</b>
	2	553
	1	378
	Contado	-456

Cuadro 6: Sensibilidad del VAN del ETM-SA respecto del plazo del crédito

## Conclusiones

En el presente trabajo exponemos los resultados de la evaluación económico-financiera para la adquisición de calefones solares desde el punto de vista del consumidor privado. Hemos contemplado tres escenarios alternativos que difieren en cuanto a la forma de pago del calefón solar. Los resultados en cada caso son sustancialmente diferentes.

Para el Escenario con Tasa de Mercado-Sistema Francés (ETM-SF) el proyecto no es rentable de acuerdo al escenario base, es decir, al consumidor no le conviene financiar la compra del calefón solar con un crédito a una tasa de 35%. Para que dicha compra sea conveniente el precio del calefón debería ser al menos 10% menor (\$6.300) ó la tasa de interés rondar en torno a 25%. El análisis de sensibilidad nos indica que el margen de rentabilidad es acotado y que depende en forma sustancial de las variables económicas y financieras consideradas.

Por otro lado el Escenario con Tasa de Mercado-Sistema Alemán (ETM-SA), es rentable para el consumidor y no depende crucialmente de las variables económicas y financieras que hemos considerado para el análisis de sensibilidad. No obstante, si el precio del calefón solar aumenta por lo menos un 10% ya no sería conveniente para el consumidor adquirir dicho calefón, al igual que si el gas fuera un 10% más económico.

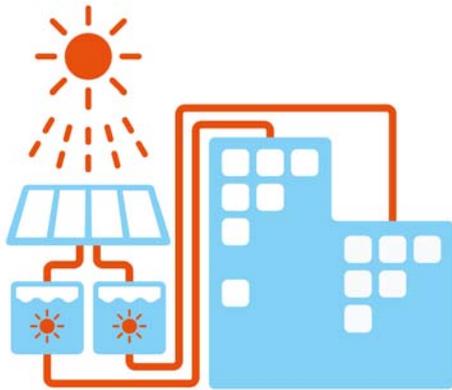
Con respecto al Escenario de Contado, para el consumidor no resulta conveniente adquirir el calefón pagando en efectivo. Esto se debe a que la inversión inicial es alta y no es posible recuperar rápidamente dicha inversión, a través del ahorro del gas generado por el cambio de tecnología. De esta manera, resulta esencial la necesidad de financiamiento para la incorporación de estas nuevas tecnologías. A esto se le suma que en épocas de inflación las cuotas de los créditos se "licuan" (el dinero pierde valor adquisitivo con el paso del tiempo).

En conclusión, la alternativa más atractiva para el consumidor es adquirir un calefón solar con un préstamo que se amortice según el Sistema Alemán, como el que ofrece el ICUNC.

De acuerdo con la experiencia internacional, resulta necesaria la implementación de diversos instrumentos de políticas de promoción para difundir y expandir el uso de tecnologías de energías alternativas. En Argentina, el mercado de sistemas de

calentamiento solar de agua todavía es limitado, a pesar de las necesidades energéticas del país. El bajo precio y la difusión del gas natural han llevado a que el medio preferido de calentamiento de agua a nivel urbano sea el gas, desalentando de esta manera el calentamiento de agua mediante energía solar. Existen zonas particularmente soleadas, como el caso de Mendoza, que hacen que la implementación de esta tecnología sea muy atractiva desde el punto de vista técnico. Esta característica particular de la provincia junto con el diseño y la aplicación concreta de políticas de promoción de energías solares, incluyendo medidas de acompañamiento tales como la concientización de los ciudadanos y la formación de profesionales en estos temas, podría influir significativamente en el desarrollo del mercado de energía solar local.

## Evaluación económica para la adquisición de un calefón solar en viviendas multifamiliares (edificios)



### Viviendas multifamiliares (edificios)

Este trabajo es el segundo de una serie de estudios que intentan contribuir a un mejor entendimiento sobre la posibilidad de sustituir energías basadas en sistemas tradicionales por energías ambientalmente más sustentables como la energía solar. En el primero, estudiamos la conveniencia desde el punto de vista privado de la adquisición de calefones solares para el calentamiento de agua de uso sanitario para viviendas unifamiliares. En particular, en este trabajo presentamos una evaluación privada, desde el punto de vista del consumidor, de la adquisición de un sistema de calefones solares para calentamiento de agua de uso sanitario en viviendas multifamiliares (edificios). Esperamos que esta evaluación ayude a delinear las pautas para el armado de posibles políticas en materia de calentamiento solar de agua para la región. En la siguiente sección discutimos la metodología y supuestos luego exponemos los resultados encontrados, para finalmente esbozar las principales conclusiones.

### Metodología y supuestos

En esta sección describimos la metodología y los supuestos utilizados en la evaluación económico-financiera que llevaría a cabo un consorcio que administra un edificio de departamentos que está interesado en adquirir un sistema de calefones solares para calentamiento de agua. Para analizar la conveniencia (o no) de adquirir un sistema central de calentamiento de agua alimentado por calefones solares por parte de un consorcio, planteamos realizar una evaluación económica de la decisión “comprar un sistema de calefones solares vs continuar con el sistema actual de calentamiento de agua”. La evaluación la hemos realizado desde un punto de vista privado con un horizonte temporal a 10 años sin tener en cuenta los valores o precios sociales de los ítems a analizar (ej: el costo que provoca sobre la sociedad la polución por el gas utilizado) y suponiendo neutra la valoración de los individuos sobre el impacto socio-ambiental de la producción y/o utilización de los calefones solares (ej: mayor empleo en la industria de calefones solares, mayor disposición de gas para el resto de la población, menor polución por la energía ahorrada, aumento de minería para satisfacer las materias primas del calefón solar, etc).

En primer lugar, identificamos las principales variables a tener en cuenta para la evaluación del “proyecto” y los ítems que integran los rubros de costos e ingresos (los cuales derivan de las anteriores variables). Luego, estimamos para cada año el valor corriente de los costos e ingresos registrados durante el mismo período. Finalmente,

obtuvimos los indicadores de rentabilidad, en particular el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) que nos permitieron concluir sobre la rentabilidad del proyecto. EL VAN es uno de los indicadores de rentabilidad de un proyecto que más se utiliza para tomar decisiones de inversión. Un VAN que arroja un resultado mayor o igual a cero significa que el proyecto es rentable para el inversor.

Adicionalmente, realizamos un análisis de sensibilidad para el cual tuvimos que determinar las variables de mayor influencia sobre la rentabilidad del proyecto sobre las cuales se tiene algún grado de control (es decir, variables que no son netamente exógenas). De esta manera podemos apreciar cómo varía la rentabilidad del proyecto, resumida en el VAN, a medida que dichas variables se modifican.

En este trabajo, planteamos tres escenarios que difieren en la forma en que el consorcio financia la compra del sistema de calefones solares. Los primeros dos escenarios contemplan la posibilidad que el sistema se adquiera mediante un préstamo. Dentro de esta forma de financiación hemos planteado en un primer lugar una tasa de interés del préstamo de 35% (Sistema Francés), acorde a la tasa de créditos personales que otorgan los bancos comerciales minoristas. En segundo lugar se analiza un escenario con una tasa de 30% (Sistema Alemán), acorde a la tasa de crédito que otorga el ICUNC (Instituto de Jubilaciones y Pensiones del Personal de la UNCuyo). Finalmente el tercer escenario contempla la posibilidad que el calefón solar sea adquirido de contado.

A continuación explicamos los supuestos utilizados para la determinación de cada variable necesaria en la realización de la evaluación del proyecto "compra de un calefón solar".<sup>3</sup>

**Inflación:** para el primer periodo hemos supuesto una inflación del orden de los 30 puntos porcentuales (que se condice con el índice de expectativa de inflación realizado en abril de 2012 por el Centro de Investigación en Finanzas de la Universidad Torcuato Di Tella) y a partir de allí suponemos que la inflación disminuye 5 puntos porcentuales por año hasta estabilizarse en los 15 puntos porcentuales. Es decir, el primer año contempla una inflación anual del 30%, el segundo del 25%, el tercero del 20 % y del año 4 al año 10 la inflación es del 15% anual.

**Cantidad de departamentos:** Se ha supuesto una cantidad de 30 departamentos, 20 de ellos con familias de alto consumo de gas y 10 con familias de consumo medio de gas.

**Precio sistema de calefones solares:** utilizamos el precio de venta sin IVA proporcionado por la compañía "ENERGE" dando el mismo un valor de 1.200 dólares<sup>4</sup> por departamento por los conceptos de paneles solares y recolector de agua. Además debe agregarse un costo de 35.000 pesos para una caldera de apoyo.

**Gastos de instalación:** lo estimamos entorno al 20% del valor de venta sin IVA del sistema de calefones solares. Incluye mano de obra e insumos necesarios. Este es un valor usual de mercado.

**Impuesto al valor agregado (IVA):** la alícuota del IVA se mantiene en 21% y es aplicada tanto a la adquisición del sistema solar de calentamiento de agua como al consumo de gas.

**Costos de mantenimiento:** estimados en un 1% del valor del sistema de calefones solares sin IVA para el primer periodo y a partir de allí se ajustan a la evolución de la inflación. Si bien reconocemos que estos valores pueden estar sobreestimando los costos reales que

---

<sup>3</sup> Los valores numéricos de las variables se basan en valores de abril de 2012.

<sup>4</sup> Consideramos un tipo de cambio de 4,51 pesos por dólar.

enfrentará el consumidor, esto se ve mitigado por la existencia de otros costos que no están contemplados explícitamente en el análisis, debido a que son difíciles de cuantificar (por ejemplo el costo de reparación por un gran deterioro del equipamiento que pudiera provocarse por alguna situación climática extrema).

**Vida útil del calefón solar:** hemos asumido una vida útil de los calefones solares de 20 años, la cual es una estimación conservadora de la misma pero que elegimos debido a la escasa información referente a este tema (el producto calefón solar para uso residencial es relativamente novedoso y se encuentra en constante evolución lo cual dificulta la confirmación de las estimaciones de la vida útil del mismo).

**Consumo de gas:** la estimación del consumo de gas está basada en las necesidades energéticas de un edificio en el cual viven 20 familias de 4 integrantes que consume cada una aproximadamente 2.500 m<sup>3</sup> de gas al año y 10 familias con un consumo medio de 1.200 m<sup>3</sup> cada una. Estos datos los hemos obtenido del trabajo de Contraffatto y Da Costa (2008). Del mismo trabajo extraemos las estimaciones del ahorro energético que se produce a partir de la utilización de un calefón solar para familias de estas características en lugar de seguir utilizando el sistema convencional para calentar agua. Este ahorro ha sido estimado en un promedio anual del 66% del consumo de gas para agua caliente para cada familia. En términos de m<sup>3</sup> de gas, esto resulta en un ahorro estimado de aproximadamente 737 m<sup>3</sup> de gas al año para las familias de alto consumo y de 410 m<sup>3</sup> para las de consumo medio.

**Precio de gas:** el precio de gas sin IVA varía según la categoría en la que se encuentre el hogar. En Mendoza las categorías varían de R1 a R3-4° según el consumo de gas. Para cada una de las categorías obtuvimos el precio de la tarifa como la suma del valor otorgado por la resolución ENARGAS N°1/568 del 2008 y los respectivos valores de la resolución ENARGAS N°1/1982. Hemos supuesto que la orden del Juzgado Federal N°2 de Mendoza, que exenta al pago del gas importado, no continúa vigente (es decir, no hay subsidios). Además, hemos decidido tomar como una aproximación del comportamiento futuro de la tarifa de gas que ésta se ajustará a la inflación año a año.

El sistema de tarifas de gas diferencia el valor de la tarifa de acuerdo a la categoría del consumidor, una primera diferenciación es entre consumo residencial, industrial o gran consumidor (ej: club deportivo), dentro del consumo residencial, el sistema discrimina 8 categorías. El siguiente cuadro muestra las tarifas residenciales de gas según las distintas categorías de consumidores vigentes para Mendoza.

<b>Precio de Gas por m<sup>3</sup></b>				
Categoría:	R1 (0 - 600m <sup>3</sup> al año)	R2 1° (601 - 750)	R2 2° (751 - 900)	R2 3° (901 - 1100)
Resolución ENARGAS N°1/568	0,1467	0,1467	0,1467	0,15
Resolución ENARGAS N°1/1982	0,087	0,108	0,108	0,131
<b>Total</b>	<b>0,2337</b>	<b>0,2547</b>	<b>0,2547</b>	<b>0,2810</b>
Categoría:	R3 1° (1101 - 1400)	R3 2° (1401 - 1700)	R3 3° (1701 - 2050)	R3 4° (>2051)
Resolución ENARGAS N°1/568	0,1926	0,1926	0,245	0,245
Resolución ENARGAS N°1/1982	0,174	0,47	0,662	0,94
<b>Total</b>	<b>0,3666</b>	<b>0,6626</b>	<b>0,9070</b>	<b>1,1850</b>

Fuente: Elaboración propia en base a ENARGAS

**Monto del préstamo:** en los escenarios en donde el consumidor pide un préstamo para financiar la compra del calefón solar, hemos anclado el monto del préstamo a la inversión inicial necesaria para llevar a cabo el proyecto incluyendo el precio del sistema de

calefones solares (caldera de apoyo incluida), los costos de instalación y el IVA de la compra del calefón solar.

**Período préstamo:** supusimos un período de préstamo de 3 años (36 meses), por ser un valor adecuado para el proyecto y usual en el sector financiero.

**Tasa del préstamo:** como mencionamos anteriormente, realizamos dos escenarios con tasas diferentes. El primero de ellos, con una tasa de 35% anual, referente a la tasa de un préstamo personal en un banco comercial sujeta a un periodo de 3 años. Esta tasa es la que obtendría hoy un empleado que perciba un sueldo promedio en la Universidad Nacional de Cuyo. A este escenario lo hemos llamado "Escenario con Tasa de Mercado - Sistema Francés" (ETMSF). El otro escenario, "Escenario con Tasa de Mercado - Sistema Alemán" (ETMSA), está basado en una tasa del 30%. La principal diferencia con el escenario anterior es que el sistema de amortización en este caso es sobre saldos, conocido como Sistema Alemán. A diferencia del Sistema Francés, que es el utilizado por los bancos comerciales, en el Sistema Alemán, el monto de interés va disminuyendo con el tiempo.

**Tasa de descuento:** representa la mejor alternativa que el comprador posee para el dinero invertido en la compra del calefón solar, en este caso la supusimos en 10%. Esta tasa es importante ya que de la comparación de la misma con la Tasa Interna de Retorno (TIR) del proyecto se concluirá si el mismo es rentable o no. En particular si la TIR es mayor a la tasa de descuento, esto indica que el proyecto es rentable y debe llevarse a cabo, caso contrario la conclusión es la opuesta.

**Horizonte temporal:** utilizamos un horizonte temporal de 10 años por considerar la compra de un calefón solar una inversión a largo plazo. Hemos decidido no optar por un plazo mayor debido a que perderían fuerza los fundamentos de algunos de los supuestos realizados por la incertidumbre natural a la cual está sujeta toda economía.

- **Determinación de costos relevantes del proyecto**

En este apartado describimos las principales variables que impactan en la determinación de los costos asociados al proyecto bajo análisis.

**Inversión inicial:** la inversión inicial del proyecto es considerada como un costo y está formada por el precio del sistema de calefones solares (caldera de apoyo incluida), su costo de instalación y el IVA del mismo.

**Gastos de mantenimiento:** como mencionamos anteriormente estos costos ascienden al 1% del valor del sistema de calefones solares sin IVA para el primer periodo y a partir de allí se ajustan según la evolución de la inflación.

**Devolución préstamo:** representa los pagos necesarios para devolver el préstamo solicitado.

- **Determinación de los ingresos relevantes del proyecto**

A continuación, describimos las principales variables que impactan en la determinación de los ingresos asociados al proyecto bajo análisis.

**Ahorro de energía:** es el ahorro directo en el consumo de gas ( $737 \text{ m}^3$  por cada familia de consumo alto de gas, y  $410 \text{ m}^3$  por cada familia de consumo medio) multiplicado por el precio que se pagaba originalmente por dicho gas según el cuadro tarifario.

**Ahorro por cambio de categoría:** es el ahorro indirecto que el comprador obtiene al cambiar de categoría y tener que pagar lo que le queda de consumo de gas (para otros usos que no son calentar agua) al precio de una categoría menor.

**Venta del calefón solar:** nos referimos a la posibilidad de vender el sistema de calefones solares al final del proyecto al valor residual del mismo (su valor inicial menos la depreciación acumulada hasta ese momento).

**Préstamo:** indica la cantidad de dinero que recibe el consorcio cuando pide el préstamo para comprar el sistema de calefones solares (es equivalente a la inversión inicial).

Siempre expresamos los resultados en valores homogéneos es decir, corregidos por inflación y actualizados según la tasa subjetiva de descuento.

## Resultados

Como mencionamos anteriormente, para realizar la evaluación económica se consideraron tres escenarios. A continuación describimos los resultados obtenidos en cada escenario.<sup>5</sup>

### A. Resultados ETM - Sistema Francés

El presente escenario, al que llamamos "Escenario con Tasa de Mercado - Sistema Francés" (ETM-SF), tiene la particularidad de asumir una tasa del préstamo similar a la que ofrecen hoy en día los bancos comerciales. Para este análisis utilizamos una tasa del 35%. La evaluación económica arroja un VAN negativo de \$9.217 para el escenario base (que utiliza los valores de las variables explicadas en la sección anterior). Esto significa que la adquisición del calefón solar mediante un préstamo a 36 meses con una tasa de mercado del 35% no es conveniente desde el punto de vista del consumidor privado, en donde el consumidor (en este caso el consorcio) no tiene en cuenta los beneficios sociales asociados a esta iniciativa.

La Tasa Interna de Retorno (TIR) asociada a este proyecto es 8,55%, menor a la tasa de descuento que es del 10%. Esto se condice con la conclusión derivada del VAN, es decir que el proyecto no es rentable. El Período de Recuperación de la Inversión (PRI) no está definido dada la rentabilidad negativa del proyecto.

Dado que todo escenario económico está siempre sujeto a variabilidad e incertidumbre es que quisimos contemplar cómo se ve afectada la rentabilidad de este proyecto si las principales variables sufren modificaciones. De esta manera hicimos un análisis de sensibilidad con respecto a las siguientes variables: Precio del Panel Solar y Tanque, Inflación, Precio del Gas, Porcentaje de Sustitución entre Gas y Energía Solar, Tasa del Préstamo y Período del Préstamo.

Los siguientes cuadros de sensibilidad reportan en cada celda el VAN en los distintos escenarios alternativos. En la columna *Porcentaje de Variación* se muestra el cambio que asumimos para cada variable considerada de cada columna. Por encima del valor 0%

---

<sup>5</sup> El escenario "Pago de Contado" se analiza como un caso particular de los escenarios financiados por crédito en donde el período de financiación es de 0 meses.

correspondiente al escenario base, las variables aumentan según el porcentaje indicado (flecha verde). Por debajo del valor 0%, las variables disminuyen (flecha roja).

En el Cuadro 1 presentamos el análisis de sensibilidad respecto de variables económicas. En el escenario base ninguna de las variables analizadas se modifica. Cuando las diferentes variables económicas aumentan o disminuyen, el VAN asociado al proyecto se ve afectado. Es así que si el precio del calefón solar (panel y tanque) fuera menor al del escenario base, el proyecto sería más atractivo, en particular con una disminución de al menos 10% el proyecto pasa ser rentable.

Con respecto a la tasa de inflación, si ésta es 20% mayor ó más de lo estipulada en el escenario base el proyecto se vuelve rentable. Esto es así ya que en épocas de inflación las cuotas de los créditos se “licuan” (a medida que pasa el tiempo, el dinero pierde poder adquisitivo). Adicionalmente, cabe destacar que como la tasa de interés nominal es fija y es el único cargo que el banco cobra, es decir no hay costos financieros adicionales (CFT es igual a la tasa de interés), a mayor inflación menor es la tasa de interés real asociada al crédito.

Una variable crítica del proyecto es el precio del m<sup>3</sup> de gas. Observamos que a mayor precio del gas más atractivo resulta este proyecto, lo cual no es sorprendente ya que de esta manera se generaría un mayor ahorro monetario al cambiar el sistema de calentamiento de agua. En el caso en que todas las demás variables permanecen al valor del escenario base y el precio del gas aumenta por lo menos un 10% por m<sup>3</sup>, el proyecto se tornaría rentable.

Finalmente, en relación al nivel de ahorro supusimos en el escenario base que 20 familias ahorran 737 m<sup>3</sup> de gas por año y 10 familias ahorran 410 m<sup>3</sup>. Si el porcentaje de ahorro de cada familia fuera mayor en un 10%, generando mayor ahorro total, entonces la adquisición del sistema solar sería conveniente para el consorcio, como se ve en la fila de porcentaje 10%.

Alternativamente, si se considera una composición de ahorro entre las familias del edificio más igualitaria, por ejemplo un edificio con 15 departamentos de familias de alto consumo de gas y 15 departamentos de familias de consumo medio, el VAN continúa siendo negativo y el proyecto no es rentable (no reportado en el cuadro). Por otro lado, si consideramos una distribución más desigualitaria a favor de los usuarios de alto consumo, por ejemplo un edificio de 25 departamentos de familias de consumo alto y de 5 departamentos de familias de consumo medio, el VAN se torna positivo y el proyecto pasa a ser rentable para el consorcio.

Escenarios	Porcentaje de variación	Precio panel solar y tanque	Inflación	Precio gas	Nivel de ahorro
	50%	-99.776	23.957	101.029	44.365
	40%	-81.664	17.978	78.980	33.648
	30%	-63.552	11.688	56.931	22.932
	20%	-45.441	5.071	34.882	12.216
	10%	-27.329	-1.891	12.832	1.499
<b>Escenario base</b>	0%	<b>-9.217</b>	<b>-9.217</b>	<b>-9.217</b>	<b>-9.217</b>
	-10%	8.895	-16.923	-31.266	-19.933
	-20%	27.007	-25.025	-53.316	-30.650
	-30%	45.118	-33.538	-75.365	-41.366
	-40%	63.230	-42.473	-97.414	-52.083
	-50%	81.342	-51.836	-119.463	-62.799

Cuadro 1: Sensibilidad del VAN del ETM-SF respecto de variables económicas

Las variables financieras del préstamo también inciden de manera significativa en la rentabilidad del proyecto. El Cuadro 2 a continuación, muestra que una tasa del préstamo 10% menor a la del escenario base, esto es una tasa de interés cercana al 31%, estaría asociada con un VAN positivo y el proyecto sería rentable.

Escenarios	Porcentaje de variación	Tasa Préstamo
	50%	-63.188
	40%	-52.184
	30%	-41.279
	20%	-30.479
	10%	-19.790
<b>Escenario base</b>	0%	<b>-9.217</b>
	-10%	1.234
	-20%	11.555
	-30%	21.741
	-40%	31.783
	-50%	41.674

Cuadro 2: Sensibilidad del VAN del ETM-SF respecto de tasa del crédito

El período de devolución del crédito no incide en el signo del VAN. En todos los casos el proyecto tiene asociado un VAN negativo. Es interesante destacar que en el caso particular en el cual el período del préstamo es cero, que equivale a adquirir el sistema solar de contado, tampoco es conveniente para el consumidor.

Escenarios	Variación en años	Período préstamo
	10	-28.264
	9	-26.140
	8	-23.725
	7	-21.024
	6	-18.065
	5	-14.934
	4	-11.824
<b>Escenario base</b>	<b>3</b>	<b>-9.217</b>
	2	-8.574
	1	-10.323
	Contado	-23.717

Cuadro 3: Sensibilidad del VAN del ETM-SF respecto del plazo del crédito

## B. Resultados ETM - Sistema Alemán

El segundo escenario, al que llamamos “Escenario con Tasa de Mercado - Sistema Alemán” (ETM-SA) utiliza una tasa del 30% como tasa del crédito y el resto de las variables están fijadas según lo explicado anteriormente. Esta tasa es cercana a la ofrecida, en promedio, en los créditos del ICUNC. El Sistema Alemán posee la característica de computar los intereses devengados sobre saldos lo que redundará en que al final de la vida del crédito el monto total devuelto (amortización más intereses) es significativamente menor a un equivalente con Sistema Francés.

Este nuevo escenario puede fundamentarse en el hecho que la Universidad Nacional de Cuyo podría, a través del ICUNC, otorgar préstamos al personal a una tasa levemente inferior a la tasa de mercado de bancos comerciales pero con un sistema diferente, el sistema alemán.

En el presente escenario (de acuerdo a las variables explicadas en la sección anterior), la evaluación económica arroja un VAN positivo que asciende a \$4.752. Esto significa que la adquisición del calefón solar mediante un préstamo a 36 meses es rentable desde el punto de vista privado. La TIR asociada a este proyecto es 10,77%, mayor a la tasa de descuento que es del 10% y el PRI es de 10 años.

Al igual que en el ETM-SF, y reconociendo que todo escenario económico está siempre sujeto a variabilidad e incertidumbre es que quisimos contemplar cómo se ve afectada la rentabilidad de este proyecto si las principales variables sufren modificaciones.

En el siguiente cuadro se observa que en este nuevo escenario las variables económicas son críticas para la determinación de la rentabilidad del proyecto. En el primer caso, vemos que con un sistema de calefones solares que cueste un 10% más que en el escenario base el proyecto se volvería no rentable. Por otra parte, si la inflación fuese al menos 10% menor a la estipulada, el proyecto tampoco sería rentable.

En cuanto a la incidencia del precio del gas en el proyecto, si el precio es levemente menor, un 10%, ya no sigue conviniendo la adquisición del sistema de calentamiento de agua solar.

Con respecto al nivel de ahorro si éste fuese al menos un 10% menor, el proyecto no sería rentable para el caso considerado de 20 familias de consumo alto y 10 familias de consumo medio. Nuevamente si consideramos una distribución de familias de consumo alto y medio de gas diferente dentro del edificio (menos departamentos de familias de consumo alto y más de consumo medio), el VAN es negativo y el proyecto no es rentable para el consorcio (no reportado en el cuadro).

Escenarios	Porcentaje de variación	Precio panel solar y tanque	Inflación	Precio gas	Nivel de ahorro
	50%	-80.306	33.842	114.998	58.333
	40%	-63.294	28.559	92.949	47.617
	30%	-46.283	23.020	70.899	36.901
	20%	-29.271	17.214	48.850	26.184
	10%	-12.260	11.128	26.801	15.468
<b>Escenario base</b>	0%	<b>4.752</b>	<b>4.752</b>	<b>4.752</b>	<b>4.752</b>
	-10%	21.763	-1.925	-17.298	-5.965
	-20%	38.774	-8.908	-39.347	-16.681
	-30%	55.786	-16.204	-61.396	-27.398
	-40%	72.797	-23.812	-83.446	-38.114
	-50%	89.809	-31.726	-105.495	-48.830

Cuadro 4: Sensibilidad del VAN del ETM-SA respecto de variables económicas

El Cuadro 5 a continuación, muestra que, en este escenario, si la tasa del préstamo fuese más alta que la supuesta en el escenario base, el proyecto dejaría de ser rentable, lo que denota el fuerte impacto que esta variable tiene en la rentabilidad de la adquisición de calefones solares.

Escenarios	Porcentaje de variación	Tasa Préstamo
	50%	-37.151
	40%	-28.770
	30%	-20.390
	20%	-12.009
	10%	-3.629
<b>Escenario base</b>	0%	<b>4.752</b>
	-10%	13.132
	-20%	21.512
	-30%	29.893
	-40%	38.273
	-50%	46.654

Cuadro 5: Sensibilidad del VAN del ETM-SA respecto de tasa del crédito

Finalmente, el plazo del crédito en este escenario no incide de manera significativa en cuanto a la rentabilidad del proyecto. No obstante, adquirir el sistema solar con un préstamo a muy corto plazo (1 año) ó de contado al igual que en el caso anterior, no es conveniente.

Escenarios	Variación en años	Período préstamo
	10	2.926
	9	3.340
	8	3.781
	7	4.235
	6	4.674
	5	5.037
	4	5.182
<b>Escenario base</b>	<b>3</b>	<b>4.752</b>
	2	2.615
	1	-1.952
	Contado	-23.717

Cuadro 6: Sensibilidad del VAN del ETM-SA respecto del plazo del crédito

## Conclusiones

En el presente trabajo exponemos los resultados de la evaluación económico-financiera para la adquisición de calefones solares desde el punto de vista de un consumidor privado, en este caso un consorcio de un edificio con 30 unidades. Hemos contemplado tres escenarios alternativos que difieren en cuanto a la forma de pago del calefón solar. Los resultados en cada caso son sustancialmente diferentes.

Para el Escenario con Tasa de Mercado-Sistema Francés (ETM-SF) el proyecto no es rentable de acuerdo al escenario base, es decir, al consorcio no le conviene financiar la compra del sistema de calefones solares con un crédito de amortización según Sistema Francés a una tasa de 35%.

Por otro lado el Escenario con Tasa de Mercado-Sistema Alemán (ETM-SA), a diferencia del ETM-SF, el proyecto es rentable ya que el VAN asociado al mismo es positivo.

Con respecto al Escenario de Contado, para el consorcio no resulta conveniente adquirir el sistema solar de calentamiento de agua pagando en efectivo. Esto se debe a que la inversión inicial es alta y no es posible recuperar rápidamente dicha inversión, a través del ahorro del gas generado por el cambio de tecnología. De esta manera, resulta esencial la necesidad de financiamiento para la incorporación de estas nuevas tecnologías. A esto se le suma que en épocas de inflación las cuotas de los créditos se "licuan" (el dinero pierde valor adquisitivo con el paso del tiempo).

En conclusión, la alternativa más atractiva para el edificio es adquirir un sistema de calefones solares a una tasa de mercado pero con un sistema de amortización sobre saldos, i.e el Sistema Alemán. Esta es la metodología empleada por el ICUNC para conceder créditos.

En concordancia con la experiencia internacional, de este trabajo es posible concluir que es necesaria la implementación de diversos instrumentos de políticas de promoción para difundir y expandir el uso de tecnologías de energías alternativas. Entre los instrumentos de incentivos económicos más conocidos, podemos nombrar subvenciones directas, préstamos a baja tasa de interés, exenciones fiscales, etc. que tienen como principal objetivo ayudar al consumidor en la inversión inicial y mejorar la rentabilidad de la adquisición de esta tecnología.

La característica particular de la provincia, de ser una zona soleada, hace que la implementación de esta tecnología sea muy atractiva desde el punto de vista técnico; por lo que junto con el diseño y la aplicación concreta de políticas de promoción de energías solares, incluyendo medidas de acompañamiento tales como la concientización de los ciudadanos y la formación de profesionales en estos temas, podría influir significativamente en el desarrollo del mercado de energía solar local.

Estos sistemas son tecnológicamente muy sencillos, fáciles de instalar y se amortizan en pocos años.

Las instalaciones solares térmicas de baja temperatura son sistemas silenciosos, limpios, sin partes móviles y con una larga vida útil, que generan una energía descentralizada, cerca de donde se necesita y sin precisar infraestructuras para su transporte.

Actualmente la energía solar térmica está en pleno crecimiento tecnológico y comercial en Mendoza. Se trata ahora de generalizar su uso, tanto en la industria como en las aplicaciones domésticas.

La energía solar térmica, por su sencillez y crecimiento técnico, es una pieza clave dentro del desarrollo de las energías renovables (solar fotovoltaica, eólica, hidráulica, etc.). Contribuye por lo tanto a un modelo sostenible de abastecimiento energético, que pretende reducir el impacto ambiental que supone el uso y la dependencia de las energías no renovables (combustibles fósiles) de nuestro país.

Un desarrollo sostenible responde a las necesidades del presente sin poner en peligro la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades. Su objetivo es crear una sociedad con un crecimiento económico equilibrado, que use racionalmente los recursos naturales y conserve el medio ambiente.

## Bibliografía

- Centro de Investigación en Finanzas (2012). "Encuesta de Expectativas de Inflación: Abril 2012" Universidad Torcuato Di Tella.
- Contraffatto, Carolina y Da Costa, Roberto (2008). "Energía, Sociedad y Medio Ambiente, Un Caso de Sustitución Energética." Maestría en Energía. Universidad Nacional de Cuyo.
- Menanteau, Philippe (2007). "Policy measures to support solar water heating: information, incentives and regulations." World Energy Council, ADEME, LEPII / CNRS. Université de Grenoble.
- Mutch, James J. (1974). "Residential Water Heating: Fuel Conservation, Economics, and Public Policy." The National Science Foundation, Published by Rand Corporation.

**Instituto de Energía - Universidad Nacional de Cuyo**

Espacio de la Ciencia y la Tecnología - Padre J. Contreras 1300, Parque  
Gral. San Martín, Ciudad de Mendoza, República Argentina, CP 5500.  
+54 261 4299986 - [www.imd.uncu.edu.ar](http://www.imd.uncu.edu.ar) - [ide@uncu.edu.ar](mailto:ide@uncu.edu.ar)



**UNCUYO**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE CUYO

**SDI**  
SECRETARÍA DE  
DESARROLLO INSTITUCIONAL

