

# **EVALUACIÓN DEL IMPACTO SOBRE EL SECTOR ELÉCTRICO DE LA INVERSIÓN EN CALENTAMIENTO SOLAR DE AGUA.**

**Ec. Daniel Larrosa – UTE.**  
**Ing. Alejandro Gutierrez - IMFIA-FING**  
**Msc. Ing. Ruben Chaer - IIE-FING**

## **RESUMEN**

La sustitución de los calentadores eléctricos convencionales (calefones) por sistemas de calentamiento de agua en base a colectores solares es un proceso que ha comenzado tímidamente en Uruguay. En este trabajo se desarrolla el análisis de las inversiones necesarias para continuar y profundizar dicho proceso y se evalúa el potencial del mismo en cuanto a la reducción del costo de generación eléctrica mostrando claramente el beneficio para el país de acelerar el mismo. La reducción del costo de generación de electricidad se da tanto por la sustitución directa de ésta fuente de energía por la solar como por el retraso en las inversiones necesarias en el sector eléctrico para el abastecimiento de la demanda.

De la evaluación global de la medida resulta que la inversión en calefactores solares conlleva a un costo del calentamiento de agua bastante menor que el costo de realizar el mismo calentamiento con energía eléctrica. La inversión de cubrir la actual demanda eléctrica asociada al calentamiento de agua con inversiones en calentadores solares es, mirada como alternativa de expansión de la generación de energía eléctrica, claramente inferior a cualquiera de las otras alternativas de expansión disponibles en la actualidad. También es de destacar que el plazo de implantación de las inversiones en calentamiento de agua solar es muy inferior al plazo de las alternativas de expansión de la generación de energía eléctrica que tienen plazos entre dos y cuatro años.

Adicionalmente a lo ya destacado respecto del costo directo de las inversiones, del ahorro en el costo operativo y de la viabilidad de disponer de las misma en plazos reducidos se agrega el atractivo del conjunto de externalidades sociales, ambientales y económicas asociadas a que los calentadores solares son inherentemente distribuidos, generando mano de obra con igual distribución, son más amigables con el ambiente y la sustentabilidad del desarrollo haciendo un uso más eficiente de la energía.

La reducción del consumo eléctrico, actualmente asociado al calentamiento de agua, puede evitar un año completo de crecimiento de la demanda del sector eléctrico, y al mismo tiempo, reducir coyunturalmente las vulnerabilidades ante crisis de abastecimiento por sequías, hasta que el sistema eléctrico esté equilibrado.

Desde el punto de vista del cliente los beneficios que puede tener la promoción de esta tecnología equivale a una importante reducción de la tarifa. La barrera más importante para la generalización masiva de estos aparatos viene por el lado del monto inicial de la inversión. El papel de UTE en esto puede ser determinante.

En cuanto al impacto sobre la recaudación de UTE por la reducción de la demanda, cabe destacar que en un año de condiciones hidráulicas promedio, la reducción de la facturación estimada sería de 5%, pero se vería compensada por una disminución de las inversiones necesarias para cubrir el crecimiento de la demanda.

## (a) **INTRODUCCIÓN**

El calentamiento de agua con colectores solares térmicos puede ser una gran oportunidad para que nuestro país profundice el camino del desarrollo sustentable, concebido este como el desarrollo de sus cuatro dimensiones básicas,

El beneficio global para nuestro país proviene reducir los costos de generación eléctrica, retrasar las inversiones requeridas del sector eléctrico, desarrollar de la industria y servicios conexos, descentralizar la economía nacional.

Para UTE, es una oportunidad de liderar y asegurar la calidad de un proceso incipiente, en forma totalmente coherente a lo que establece su Estrategia Empresarial:

*“Constituirnos en la opción preferible para la satisfacción de la demanda energética, manteniendo y profundizando el objetivo de ser una empresa pública eficiente en el marco de una gestión socialmente responsable; generando las alianzas estratégicas nacionales e internacionales requeridas en el marco de la creciente integración energética regional y asumiendo un rol proactivo en la promoción de las soluciones energéticas más convenientes para nuestra sociedad.”<sup>1</sup>*

Para el ciudadano de nuestro país, puede significar un ahorro del consumo de energía y por tanto de reducción de su factura mensual de electricidad, una ganancia en conciencia social ambiental, y concomitantemente de la importancia de la energía y su conservación.

Para las empresas nacionales, industriales y de servicios de pequeña o mediana escala, una oportunidad de desarrollo, con un enorme potencial de generar alianzas público-privadas duraderas y mutuamente beneficiosas.

---

<sup>1</sup>

Aprobada por Resolución de Directorio de UTE. “Reflexiones Estratégicas”.

## (b) DATOS BASE

Los principales parámetros de la estimación realizada son, el porcentaje estimado de ahorro en los hogares, el costo del colector solar, el costo de un calefón eléctrico y el número de renovaciones anuales de calefones eléctricos (las celdas en color amarillo). Suponemos que: a) los hogares ahorran 25% en promedio en vez de 37% como dice la última encuesta realizada<sup>2</sup>, b) Un sistema de calentamiento solar de 180 litros de equivale a un calefón de 60 litros eléctrico, c) la renovación de los calefones se da cada 15 años. Respecto al costo del colector solar suponemos que de realizarse una medida a nivel país que aumente la escala (estamos suponiendo un alcance 400 mil hogares), se conseguirán colectores solares a menores precios que los actuales estimándose en 500 US\$ una unidad de 180 litros y los costos de instalación promedio bajan a 200 US\$ (actualmente ronda los 250 US\$). Suponemos una exoneración total de impuestos que correspondan (IMESI e IVA). d) La dimensión del sistema solar y de la superficie de captación se estimo a partir del Mapa Solar del Uruguay (Abal, et al 2010).

Además de los datos reseñados anteriormente, se muestra en el siguiente cuadro la generación total al mercado interno y el consumo total de energía del país a nivel residencial y no residencial. Las diferencias entre el total de generación y el total de consumos representan las pérdidas totales (22%), que incluyen las técnicas 12% y las no técnicas (resto). También se muestra el consumo promedio por hogar uruguayo (217 kWh por mes).

DATOS DE PARTIDA Y PARÁMETROS							
Año	Total Generación Neta al S.I.N	Total residencial	Total No Residencial	Total Ventas	Pérdidas Totales	Pérdidas Técnicas (TRAS+DIS)	
2008	8781	2851	3998	6849	22%	12%	
2009	8990	2959	4055	7014	22%	12%	
Hogares en miles	1134	miles					
Consumo mensual promedio por hogar 2009	217	kWh					
Consumo promedio residencial de electricidad para calentamiento de agua	37%	según última encuesta DNE-UTE					
Cantidad de hogares que acceden a calefón solar	400	miles					
Ahorro promedio de esos hogares que acceden a calefón solar	25%						
Inversión requerida por hogar en calefón solar de 180 litros	600	US\$	Costo CIF de Calefón solar de 180 litros. Más 20% intermediación menos 20% por volumen de compras. Más 100 dólares instalación.				
Inversión alternativa en calefón eléctrico 60 litros	256	US\$	sin impuestos				
Número de hogares que deben renovar calefón	76	miles	renovación cada	15	años		

<sup>2</sup> Incluye el consumo de los calentadores instantáneos, muy difundidos en lo departamentos fronterizos.

## (c) RESULTADOS GLOBALES

Se presenta a continuación una estimación preliminar de los ahorros esperados de una incorporación de la calefacción solar a 400 mil hogares uruguayos.

Evaluación Global						
Inversión Total	221	millones de US\$				
Anualidad de la Inversión Total	29	millones de US\$	tasa	10%	15	años
Ahorro anual total de energía en los hogares	261	GWh	8,8%	del consumo de los hogares		
Ahorro anual a nivel de generación	292	GWh	3,3%	de la generación 2009		
Costo del MWh de generación	99	US\$/MWh				
Inversión incremental	138	millones de US\$				
Anualidad de la Inversión Incremental	18	millones de US\$				
Costo del MWh por inversiones incrementales	62	US\$/MWh				

La evaluación global de la medida implica que la inversión en calefactores solares implica un equivalente a un costo de generación 99 US\$/MWh. Si no tomamos en consideración la renovación de los actuales calefones eléctricos para el cálculo (cada 15 años), este número sube a 108 US\$/MWh. Si consideramos la inversión incremental de los hogares<sup>3</sup> como criterio de evaluación entonces el costo es de 62 US\$/MWh. El sentido de este número es que si no es en colectores solares los hogares deberán invertir en otras formas de calentamiento de agua. Este último costo de 62 US\$/MWh representa globalmente el costo en que incurre la sociedad para evitar<sup>4</sup> que se produzca un MWh adicional, este valor es al menos 30% más barato que el costo de generación de ese MWh en la alternativa más barata. De esto deducimos la alta conveniencia económica de esta opción para la sociedad en su conjunto.

Observamos que la reducción del consumo puede evitar un año completo de crecimiento (3,3 % de la generación eléctrica anual), y al mismo tiempo, reducir coyunturalmente las vulnerabilidades ante crisis de abastecimiento por sequías. La energía ahorrada a nivel de generación es de 292 GWh, equivalente a una central de 33 MW prendida las 8760 horas del año. Esto es, la generación equivalente a un parque eólico de 100 MW, lo que implicaría una inversión total de generación del entorno a 200 millones de dólares.

<sup>3</sup> El calentamiento de agua es una necesidad por lo que si el hogar no invierte en un colector solar su alternativa básica es invertir en un calefón eléctrico. Por lo que la evaluación debe hacerse con el valor incremental.

<sup>4</sup> En algunos trabajos este costo se lo denomina “negavattios” para resaltar el hecho de que nunca son producidos, sino que este costo representa el costo de evitar que se produzcan.

## (d) ELEMENTOS ADICIONALES

Los números de costos presentados en el punto anterior son claramente inferiores a cualquier alternativa de expansión de la actualidad, a lo que debe agregarse que los plazos de implementación son muy inferiores a otras alternativas. Pero además esta medida tiene un conjunto de externalidades sociales, ambientales y económicas. Entre ellas pueden nombrarse:

- 1) Generación de una red de inversiones y proveedores totalmente descentralizadas en el país. Posibilidad de potenciar las empresas de mantenimiento y de producción de equipos a nivel nacional. Fundamentalmente de pequeñas y medianas empresas.
- 2) Evitar inversiones estatales y gastos corrientes contribuyendo disminuyendo el volumen de déficit fiscal. Por un lado, tenemos que los 200 millones de inversión se ahorran de las arcas públicas porque la inversión en colectores solares es hecha por los propios usuarios pero por otro en un año de sequía como el 2008 donde UTE gastó cerca de 900 millones de dólares, de haber tenido 3,3% menos de energía que suministrar el país se hubiera ahorrado 30 millones de dólares.
- 3) Evitar emisiones de gases de efecto invernadero y de contaminación local.
- 4) Beneficios desde el punto de vista del cliente.

Evaluación del costo mensual para el cliente						
	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3			
Consumo del cliente residencial	217	400	600	kWh		
Potencia contratada	3,7	4,6	7,4			
Porcentaje de Ahorro esperado	25%	25%	25%			
Consumo del cliente residencial con incorporación de calefón solar	163	300	450			
Pago mensual con TARIFA RESIDENCIAL SIMPLE más cargo fijo y pago por potencia contratada						
Pago actual	968	1658	2430	\$		Tipo de cambio \$/US\$
Pago con calefón solar	759	1322	2005	\$		20
Ahorro en pesos	209	337	424	\$		
Ahorro en %	22%	20%	17%	\$		
Repago de la Inversión	48	30	24	meses		
Repago de la Inversión Incremental	23	14	11	meses		

Equivale a una reducción de la tarifa del entorno del 20%, con tiempo de repago de la inversión de 22-48 meses (2-4 años). Para la inversión incremental el repago es de menos de 2 años. Claramente esto es altamente beneficioso para un cliente residencial. La barrera más importante para la generalización masiva de estos aparatos viene por el lado del monto inicial de la inversión. El papel de UTE en esto puede ser determinante.

- 5) Impacto en la recaudación de UTE

Evaluación de la Recaudación de UTE						
Precio Medio Residencial	188	US\$/MWh				
Costo Marginal Medio de Generación	105	US\$/MWh				
Pérdida de Recaudación Comercial	49	millones de US\$				
Ahorro en Costo de abastecimiento	31	millones de US\$				
PÉRDIDA ANUAL BRUTA DE UTE	18	millones de US\$				

Para un año de condiciones hidráulicas promedio, desde el punto de vista de la recaudación de UTE esta se reduciría en el entorno 49 millones de dólares anuales, lo que representa menos del 5% de su recaudación anual. Restando los ahorros en costos

de generación obtenemos una pérdida neta de ingresos de 17 millones de dólares. Esto es un máximo de pérdida de recaudación, porque por otro lado, disminuyen inversiones y gastos de generación, transmisión y distribución. Actualmente la inversión eólica es la más rentable en el sector eléctrico desde el punto de vista empresarial. Solamente la anualidad de la inversión eólica requerida para abastecer esa energía (ahorrada por los colectores solares) es equivalente a 20 millones de dólares anuales.

- 6) Para el sistema eléctrico la incorporación solar ayuda indirectamente porque existe más energía cuando hay sequía ya sea un fenómeno estacional (el verano) o un fenómeno esporádico (como la sequía). Esta correlación inversa, disminuye el esfuerzo del sistema eléctrico en los momentos de más “stress” en el suministro. Por otro lado, un adecuado sistema de acumulación y conservación del agua caliente permite asociada a algunos estímulos tarifarios (tarifa doble horario etc.) permitiría ofrecer a UTE un “producto eléctrico” que alivie los picos diarios del sistema. Aproximadamente puede estimarse que 20% del máximo consumo diario está asociado al calentamiento de agua. Recordemos, que el dimensionamiento del sistema eléctrico se hace para soportar los picos de consumo quedando capacidad ociosa el tiempo restante.

## **(e) BIBLIOGRAFÍA**

- Gonzalo Abal, Mauro D'Angelo, José Cataldo y Alejandro Gutiérrez. “Mapa solar del Uruguay”. Instituto de Mecánica de los Fluídos e Ingeniería Ambiental (IMFIA) e Instituto de Física (IF). Facultad de Ingeniería, Universidad de la República.
- Encuesta DNETN. “Estudios de base para el diseño de estrategias y políticas energéticas: relevamiento de consumos de energía sectoriales en términos de energía útil a nivel nacional”. Informe Sector Residencial - Año 2006.
- UTE Comercial. Pliego Tarifario febrero 2010. Decreto Poder Ejecutivo N° 40/010 del 01/02/2010.
- UTE. Resolución de Directorio 09-1637 del 23/12/2009. “Reflexiones Estratégicas”.
- Ruben Chaer. “Análisis de las alternativas de expansión de la generación de la energía eléctrica.” UTE - Mayo 2010.