

Universidad de la República
Facultad de Ingeniería

Empleo de colectores solares térmicos concentradores en un lavadero de lanas

Resumen Ejecutivo

Proyecto Industrial, Noviembre de 2014

Autores:

Esquenasi, Fernanda

Gallo, Florencia

Larrosa, Leonel

López, Laura

Montes de Oca, Fiorella

Docentes:

Sergio Lattanzio

Mónica Loustaunau

Empleo de colectores solares térmicos concentradores en un lavadero de lanas

Resumen Ejecutivo

El presente proyecto propone el empleo de colectores solares concentradores en un lavadero de lanas, específicamente en la planta industrial de Central Lanera Uruguay (Lanera Piedra Alta S.A.) con el fin de satisfacer su demanda de energía térmica, específicamente generando el vapor necesario en el proceso de lavado y secado de la lana.

Se debe considerar que actualmente la mayor parte de la generación de energía térmica en el mundo está basada en hidrocarburos provenientes del petróleo y gas natural cuyas reservas probadas permiten satisfacer la demanda sólo para un período finito. Aún cuando hubiera suficientes recursos fósiles para cubrir la creciente demanda, el problema está relacionado también con la contaminación, específicamente con las altas emisiones de CO₂ y otros gases de efecto invernadero, que afectan seriamente al ecosistema. Por estos motivos, se plantea como interés nacional el desarrollo de tecnologías que utilicen fuentes renovables de energía.

El empleo de la energía solar térmica en el Uruguay, como fuente de energía renovable, se enmarca en los lineamientos estratégicos de la Política Energética del país la cual establece como meta, alcanzar un nivel óptimo en relación al uso de energías renovables, entre las que se encuentra la energía solar térmica. Para ello, se propone como línea de acción el impulso y la promoción de la energía solar térmica por parte de las industrias del país. Bajo este esquema el proyecto genera la oportunidad de alinear a la industria en el marco de los nuevos objetivos del país incorporando a su matriz energética la energía solar.

Para el caso particular de la leña (combustible utilizado por Central Lanera para la generación de vapor) existe la posibilidad del incremento de su costo y de la falta de disponibilidad en el mercado local debido a la posible instalación de una tercer planta procesadora de pulpa de celulosa en el país, por lo cual se torna beneficiosa cualquier alternativa que permita la no dependencia de este combustible desde el punto de vista económico.

Desde el punto de vista ambiental, la incorporación de las tecnologías solares son beneficiosas ya que permiten disminuir emisiones atmosféricas que puedan afectar la calidad de aire local.

Las cuatro tecnologías de concentración existentes son: Concentradores Cilindro Parabólicos, Reflectores lineales de Fresnel, Discos Parabólicos y Torre Central. La tecnología seleccionada para emplear en este proyecto consiste en colectores Concentradores Cilindro Parabólicos (CCP), ampliamente estudiados y probados en países como España, Alemania y Estados Unidos, siendo una tecnología innovadora en Uruguay.

Esta selección se basa en tres aspectos: la potencia térmica requerida en Central Lanera versus la potencia que puede generar cada equipo, el rango de temperaturas de trabajo que ofrece cada tecnología y la inserción en el mercado de cada una de éstas.

Los colectores CCP se encargan de reflejar la radiación solar directa concentrándola sobre un tubo absorbente colocado en la línea focal de la parábola, para ello cuentan con un sistema de seguimiento del sol el cual permite el movimiento en torno a un único eje horizontal. Dentro del tubo absorbedor circula un fluido caloportador y la radiación concentrada sobre el tubo calienta este fluido, transformando la radiación solar en energía térmica. Estos equipos consiguen altas temperaturas, pudiendo el aceite alcanzar temperaturas de hasta 400°C, lo cual se logra debido a la concentración de la energía solar por el reflector parabólico.

En este proyecto el fluido caloportador consiste en el aceite Therminol VP1 (mezcla eutéctica de bifenilo (26.5%) y óxido de bifenilo (73.5%)) como fluido de trabajo.

En lo que a la radiación se refiere, en Uruguay existe un Mapa Solar el cual presenta datos de irradiación global media diaria (en kWh/m²), para cada mes del año en doce localidades del país incluido el departamento de Florida en donde se ubica Central Lanera.

Como ya se ha mencionado, los CCP utilizan la componente directa de la radiación solar, debido a esto, se realiza la estimación de la irradiación directa horaria incidente sobre una superficie inclinada con orientación N-S, a partir de los datos informados en el Mapa Solar del Uruguay.

El proceso de lavado y secado desarrollado en Central Lanera funciona en continuo y consta de las siguientes etapas: apertura manual del vellón de lana, lavado y secado.

El lavado consiste en un tren de lavado a contracorriente con seis bateas en serie por donde circula la lana. En cada batea el calentamiento de agua se realiza mediante inyección de vapor vivo, proveniente de una caldera humotubular que emplea leña como combustible. El consumo de vapor en esta operación es de 600 kg vapor/h aproximadamente.

El secado de lana se realiza en un secador de tambores circulares con flujo de aire a través. El aire se calienta, hasta una temperatura de 120°C, por medio de una bancada de tubos por donde circula vapor. El consumo de vapor en esta operación es de 2200 kg vapor/h aproximadamente.

Para determinar el tamaño de la instalación a emplear se procede a calcular mediante un balance energético en Central Lanera la potencia térmica necesaria para abastecer tanto el lavado como secado de lana la cual consiste en 2,2 MJ/s.

El campo solar se localiza en la zona comprendida entre el arroyo Pintado y la planta industrial, la selección se ha basado en diversos aspectos como la cercanía con la planta de clarificación de agua, la sala de calderas, espacio suficiente para que la instalación sea dispuesta con orientación N-S y la aptitud del terreno.

Se selecciona un punto de diseño para el dimensionamiento del campo solar el cual consiste en las mejores condiciones climáticas posibles de obtener (mayor radiación obtenida para un día típico de enero). Con esta radiación, el área útil de apertura del colector y los parámetros que permiten cuantificar pérdidas ópticas, geométricas y térmicas, se determina la potencia térmica útil ofrecida. Dimensionando para cumplir con el 100 % de la demanda del mes de enero se determina que se requieren 12

colectores cilindro parabólicos de 115 m de largo y 6 m de ancho, distribuidos en 3 lazos de 4 colectores cada uno. El caudal de aceite térmico necesario es de 12 kg/s.

En cuanto a la temperatura de operación del campo solar, esta se selecciona teniendo en cuenta varios aspectos como ser, la temperatura máxima que alcanza el aceite sin descomponerse y el asegurar que el evaporador mediante el cual se va a generar el vapor necesario trabaje en la zona de ebullición nucleada, de manera de optimizar la transferencia de calor. En base a esto, la temperatura de ingreso del campo es de 180°C y la de salida 280°C.

Para la generación de vapor a partir del fluido caloportador que proviene del campo solar, se utilizan dos equipos: un intercambiador de calor de camisa y tubos el cual calienta el agua de ingreso desde 68°C hasta 170°C y un evaporador Kettle tipo Reboiler en donde se genera el vapor a enviar a procesos.

Para el desarrollo de este proyecto se totaliza un monto de inversión de U\$S 4.132.000, siendo un 75% de la inversión total debida a colectores.

Al emplear la tecnología solar para generar vapor, una parte de la leña utilizada en caldera ya no es necesaria, por lo que se tiene un ahorro asociado en leña de U\$S 203.000 anuales, el cual se considera como un ingreso a fin de poder evaluar la rentabilidad del proyecto. Por otro lado, se incurre en nuevos costos operativos asociados a las nuevas instalaciones, los cuales corresponden a U\$S 122.000 anuales.

Al realizar un cierre de ejercicio anual, se observa que el proyecto presenta utilidades negativas en los 10 años en los que fue evaluado, teniendo egresos anuales en el entorno de los U\$S 300.000. Esto indica que el proyecto no es rentable económicamente.

A fin de evaluar diferentes escenarios en los que el proyecto podría ser rentable, se considera, un aumento en los ingresos debido al aumento en el costo de la leña y una disminución de los costos debida a la disminución del costo de los colectores.

Para esto, se calcula el punto de equilibrio promedio de los 10 años considerados para la evaluación.

A partir de este, se obtiene que para tener utilidades cero, es necesario que el costo de la leña aumente a U\$S 260/ton, se requiere entonces un aumento del 280%; o una disminución del costo de los colectores a U\$S 46.140/colector, lo que implica una disminución del 82%.

Si bien este estudio ha demostrado que es posible generar vapor a través de la captación de energía radiante en Uruguay mediante concentradores cilindro parabólicos, también se ha visto que la radiación no es lo suficientemente alta como para lograr que la aplicación sea eficiente como lo es en otros países en donde la tecnología se encuentra desarrollada. Otro factor importante que no favorece a la aplicación es que Uruguay cuenta con gran nubosidad lo que interfiere en la captación de energía directa.