

LA ENERGÍA SOLAR: DESARROLLO ACTUAL Y PERSPECTIVAS DE I & D*

por

Humberto Rodríguez M.**

Resumen

Rodríguez, H.: La energía solar, desarrollo actual y perspectivas. Rev. Acad. Colomb. Cienc. 17 (66): 505-509, 1990. ISSN 0370-3908.

Se plantea la importancia de la radiación solar. Se presentan diferentes alternativas de utilización artificial de la energía solar, se hace un recuento de los avances logrados, en el medio colombiano y se plantean varias posibilidades de investigación y desarrollo.

Introducción

La energía solar es la energía radiante emitida por el sol en la forma de ondas electromagnéticas. El sol es una estrella, en cuyo interior reinan temperaturas entre 8 y 40×10^6 K. La temperatura de su superficie es mucho más baja, 5800 K. El sol emite aproximadamente 3.8×10^{23} kW, de los cuales la tierra intercepta 1.7×10^{14} kW. De esta manera, la tierra es efectivamente un gran colector solar.

De la potencia interceptada por la tierra, 35% es reflejada al espacio, 43% se transforma en calor a baja temperatura y es reradiada al espacio y cerca de 22% mueve el ciclo de evaporación y precipitación de la biósfera. Una cantidad menor de 0.5% es transformada en la energía cinética de los vientos y las olas, y es acumulada en las plantas gracias a la fotosíntesis.

La energía solar de esta manera es responsable del clima, del ciclo del agua, de los vientos y del crecimiento de las plantas. Esta utilización natural de la energía solar pertenece a nuestra vida cotidiana y pasa por ello inadvertida, pero es tan importante la energía solar que nuestro planeta depende totalmente de ella y sin ella no existiría la vida en la tierra.

La energía solar es también directa o indirectamente, el origen de todas las fuentes de energía de que hoy disponemos (exceptuando la energía nuclear, la geotérmica y la maremotriz). Los combustibles fósiles (petróleo, carbón y gas) son energía solar acumulada.

Si se considera globalmente la energía que fluye en la tierra, la energía solar representa más del 99% de esta mientras que la liberada por la actividad humana no representa el 1%. A pesar de la insignificancia de la actividad humana desde el punto de vista cuantitativo, ésta tiene ondas repercusiones sobre el medio ambiente y el clima debido a los nocivos impactos de la tecnología energética en uso, mientras que la energía solar es la forma natural de energía para nuestro planeta: No produce polución sino vida y está disponible desde hace tres mil millones de años y lo estará durante los próximos tres mil millones de años.

* Estudio científico leído en el recinto de la Academia el 25 de octubre de 1989 con ocasión de su posesión como académico correspondiente.

** Profesor Asociado, Departamento de Física, Universidad Nacional de Colombia. — Apartado Aéreo 100102 Bogotá D.E.

Alternativamente a la utilización natural de la energía solar, se tiene la utilización artificial. Es a ésta a la que en adelante nos referiremos.

La historia de la tecnología muestra como la humanidad ha buscado incesantemente nuevas formas de energía, abundantes y baratas. Las nuevas formas de energía han desplazado a las viejas y a la energía solar; luego se han producido "crisis de energía", se ha retornado a viejas formas de energía y a la energía solar hasta el "descubrimiento" de otras nuevas formas, y así sucesivamente. De esta manera, el desarrollo de la tecnología solar ha estado sometida a vaivenes.

A raíz de la última crisis de energía de 1973, la humanidad volvió a la energía solar. Los países comenzaron programas de investigación para estudiar su utilización. Hoy en día, los presupuestos para Investigación y Desarrollo (I & D) de la energía solar han disminuido sustancialmente en todos los países, principalmente debido a la caída de precios del petróleo.

Sin embargo, de la última crisis de energía han quedado resultados muy positivos para la energía solar: Tecnologías muy prometedoras recibieron un impulso definitivo que ha asegurado su existencia futura y se comenzaron proyectos, algunos impensables hoy en día sin la energía solar.

El objetivo de esta conferencia es presentar de una manera global cual ha sido el desarrollo de la energía solar en los últimos años y mostrar cuales son las perspectivas de I & D en nuestro país.

1. Energía Solar

Al atravesar el espacio, la densidad de potencia de la radiación solar disminuye con el inverso del cuadrado de la distancia. A la distancia media sol-tierra de 150×10^6 km, esta densidad de potencia es de 1353 W/m^2 . Esta magnitud se conoce como constante solar. Otra característica importante de la radiación solar en el espacio es que se trata sólo de radiación directa.

La radiación solar al interactuar con la atmósfera terrestre, sufre cambios tanto cuantitativos como cualitativos. Las moléculas absorben y dispersan la radiación, de tal suerte que a nivel terrestre la intensidad es menor que en el espacio y adicionalmente a la radiación directa se tiene la difusa.

La energía solar a nivel terrestre depende entonces de factores climatológicos que están fuera del control del hombre y que no son fácilmente predecibles.

Para utilizar la energía solar es necesario conocer localmente su disponibilidad, esto es, la cantidad de energía que recibe una superficie durante un período de tiempo dado. Generalmente, se em-

plea el promedio mensual de la energía solar diaria sobre una superficie horizontal. Por lo tanto, para conocer la disponibilidad de la energía solar en una localidad es necesario conocer el promedio de la radiación solar diaria para cada mes. De una manera más general, el promedio anual de la radiación solar diaria o la energía solar recibida por una superficie horizontal durante un año.

La disponibilidad de energía solar en Colombia varía desde niveles de 2000 a 2100 kWh/m^2 en la Guajira, 1800 en la Costa y Llanos Orientales, 1600 en la zona Andina y 1400 en el Chocó y Costa Pacífica. Los valores para la Guajira corresponden a aproximadamente al 85% de los valores máximos medidos en zonas desérticas de Africa y Asia Menor. El potencial disponible en el país es entonces elevado. Pero más importante es el hecho de que esta energía está distribuida muy uniformemente durante el año, reduciéndose significativamente los problemas de almacenamiento de energía.

2. Desarrollo actual

La utilización artificial de la energía solar en Colombia data desde antes de la colonia, cuando nuestros indígenas la empleaban para la producción de sal (en la Costa) y el secado de productos alimenticios. Más recientemente, en los años 30, las compañías bananeras en la Costa dotaron las casas y campamentos de calentadores solares, algunos aún hoy en día en servicio.

Posteriormente, en la Universidad de Santander en los años sesenta, con el auspicio de la UNESCO, se adelantaron trabajos en el área de la energía solar, especialmente calentadores y destiladores solares.

Ya en la década del setenta, después de la crisis de energía del 73, las universidades de Los Andes, Nacional de Bogotá y Medellín, Valle y otras, y organizaciones como el Centro Las Gaviotas, empezaron con la experimentación de sistemas solares para diversas aplicaciones. El fruto de estas actividades es el grado de desarrollo actual alcanzado, el cual sin lugar a dudas, coloca a Colombia entre los países donde la utilización de la energía solar ha alcanzado un desarrollo significativo.

2.1. Aplicaciones térmicas

La utilización más simple de la energía solar es su transformación en calor para diferentes aplicaciones térmicas, siendo la más difundidas, el calentamiento de agua para uso doméstico, el secado de granos y productos agrícolas, y la destilación de agua.

El sistema de calentamiento de agua más desarrollado es el de termosifón. Este sistema consiste esencialmente de un colector solar y de un tanque de almacenamiento de calor. En el colector solar, la

energía solar se transforma en calor, el cual se transfiere al agua dentro del colector. La circulación entre los colectores y el tanque se realiza por termosifón.

Actualmente, hay en el país cerca de 15 fabricantes de sistemas solares. La mayoría de los colectores emplean tubería de cobre, aislamiento de poliuretano o fibra de vidrio y tienen vidrio corriente por cubierta.

Los tanques de almacenamiento, fuertemente aislados, son o no presurizables. Los presurizables se fabrican generalmente de láminas de hierro galvanizado. Con el fin de prolongar un poco más su vida útil, se suelen pintar interiormente con pintura anticorrosiva o son vitrificados (esmaltados).

Los sistemas abiertos (no directamente presurizables) emplean tanques de asbesto-cemento y de plástico.

El costo de un calentador solar para una familia de cinco personas varía entre \$ 250 000 y \$ 300 000 (entre US\$ 600 y US\$ 750). Estos costos de inversión son elevados cuando se comparan contra los de un calentador eléctrico (factor 6) o uno de gas (factor 4) y obviamente su adquisición sólo es justificable si se considera el costo durante el ciclo de vida del calentador solar.

El panorama actual es de especial importancia. Se ha masificado el uso de los calentadores solares, principalmente en los proyectos del Banco Central Hipotecario en Bogotá. En este proyecto se instalarán aproximadamente 11.000 calentadores solares, fabricados por el Centro Las Gaviotas (el mayor fabricante en el país), constituyéndose en un programa sin precedentes en Colombia y en Latinoamérica.

También hay sistemas mayores, con áreas que llegan a alcanzar hasta casi 500 m², empleados en el suministro de agua caliente para cafeterías y piscinas.

Otros dispositivos son los destiladores y secadores solares. Actualmente se fabrican comercialmente pequeños destiladores con un área de 1 m². Estos destiladores producen cerca de 3 litros diarios de agua destilada al día, en la Guajira.

Finalmente, se han desarrollado varios prototipos de secadores solares. Estos aún se encuentran en fase de investigación aunque ya hay algunos prototipos sirviendo en empresas. Es importante anotar que en el caso del secado solar, el problema es más un problema de secado de cada producto antes que de energía solar.

2.2. Generación de electricidad

La transformación directa de la energía solar en electricidad mediante celdas solares se ha consti-

tuido en una excelente alternativa para la generación de electricidad a pequeña escala en lugares remotos, frente a los sistemas tradicionales que presentan dificultades en el suministro de combustibles y mantenimiento y operación.

Hay esencialmente dos aplicaciones: Las telecomunicaciones y el suministro de energía a hogares campesinos.

Los sistemas fotovoltaicos se emplean masivamente en programas como el de Telecomunicaciones Rurales de TELECOM (Empresa Nacional de Telecomunicaciones). Hoy hay más de 6.000 sistemas empleados en telecomunicaciones, instalados principalmente por TELECOM, EDA (Empresas Departamentales de Antioquia) y varias compañías privadas.

Actualmente, el programa de Telecomunicaciones Rurales de Telecom ha emprendido uno de los más ambiciosos programas para llevar los servicios de telecomunicaciones a los Territorios Nacionales. Este programa, con la cobertura actual, sería indispensable sin la energía solar.

Los sistemas fotovoltaicos también han penetrado enormemente en el sector rural de Colombia. Estos sistemas suministran energía eléctrica a hogares campesinos en zonas apartadas del país, en lugares que carecen de electricidad y a los que el estado difícilmente les podría suministrar energía en el corto plazo, debido a limitaciones económicas. Estos sistemas fotovoltaicos proveen la energía necesaria para la iluminación, radio, televisión y radiotelefonía. Actualmente hay más de 12 000 sistemas en esta aplicación.

El Grupo de Energía Solar de la Universidad Nacional, ha participado activamente tanto a nivel de investigación como de asistencia técnica tanto a las compañías de telecomunicaciones como a los usuarios individuales. En materia de investigación, se ha trabajado principalmente en celdas de CdS-Cu₂S y actualmente se estudian otros materiales promisorios.

2.3. Otros aspectos

A nivel investigativo, el interés y el apoyo han disminuido en el sector universitario. Las actividades de investigación se centran en las universidades Nacional, Andes, Valle y Pontificia Bolivariana, en el IAN (Instituto de Asuntos Nucleares) y en firmas e instituciones privadas como el Centro Las Gaviotas.

La introducción de normas técnicas para equipos solares ha recibido impulso del ICONTEC (Instituto Colombiano de Normas Técnicas). Sin embargo, aún no se prueban sistemáticamente los sistemas solares. Así, el comprador no tiene ninguna certeza de lo que compra, diferente de las especifica-

ciones y rendimiento térmico prometido por el fabricante.

El desarrollo institucional ha sido lento. Por un lado, el Ministerio de Minas y Energía delegó en el IAN las actividades en energía solar y otras energías no convencionales.

Por otro lado, CORELCA (Corporación Eléctrica de la Costa Atlántica) y el ICA (Instituto Colombiano Agropecuario) con la cooperación de la agencia alemana GTZ (Sociedad Alemana de Cooperación Técnica), crearon PESENCA (Programa Especial de Energía de la Costa Atlántica. PESENCA, que comenzó a operar en mayo de 1985, tiene como objetivo el aprovechamiento adecuado de la energía (en todas sus formas) en la Costa Atlántica. Como objetivo inmediato, impulsar la energización rural en la Costa y propender por el uso racional de la energía en esta región.

En el campo de la energía solar, PESENCA viene adelantando diferentes actividades. Realizó el estudio de Energía Solar de la Costa Atlántica. En este se determinó el potencial solar de esta región del país, que resultó elevado y apropiado para diversas aplicaciones. Este estudio pertenece a un conjunto de estudios sectoriales de importancia para el conocimiento de la situación energética de la Costa y para la planificación de su desarrollo.

PESENCA ha propiciado la creación de empresas de energía solar en la Costa y estimulado su desarrollo, al implementar sistemas demostrativos (sólo en energía solar más de 35) y divulgar su uso, constituyéndose estas empresas en factores del desarrollo local y nuevas fuentes de empleo y actividad económica. También ha fortalecido las pocas empresas inicialmente existentes, al darles asistencia técnica para el mejoramiento de sus equipos. Las empresas de energía solar en la Costa Atlántica ya han instalado varios centenares de sistemas solares, principalmente fotovoltáicos.

Con su "Centro de Demostración y Prueba de Equipos de Fuentes Nuevas y Renovables", en la Granja Turipaná del ICA (cerca de Montería), PESENCA espera no sólo instalar equipo demostrativo sino probarlo, para que así las empresas e instituciones interesadas en mejorar sus productos y desarrollar nuevos puedan conocer el rendimiento de los mismos e introducir las mejoras respectivas.

PESENCA se ha constituido en un programa de vanguardia en el país en el campo de las fuentes de energía nuevas y renovables, que conjuntamente con las firmas privadas y el apoyo institucional respectivo, podrán en el transcurso de los próximos años mejorar la utilización de la energía en la industria y el suministro de energía a habitantes de zonas aisladas, actualmente carentes de este vital servicio.

En 1979 se creó SOCES (Sociedad Colombiana de Energía Solar y Energías No Convencionales). Esta asociación aglutina a más de 150 personas e instituciones interesadas en el desarrollo de las energías no convencionales. Realiza congresos y conferencias, entre los cuales merece destacarse el VI Congreso Latinoamericano de Energía Solar, recientemente celebrado (Cartagena, mayo 1989).

3. Perspectivas de I & D

La energía solar tiene enormes posibilidades en el país. Exploraremos las posibilidades de I & D en tres áreas: Radiometría, aplicaciones térmicas y generación de electricidad en pequeña escala.

3.1. Radiometría

La determinación de las características de la radiación solar en Colombia es no sólo importante para futuros trabajos en energía solar sino también como información fundamental para estudiar el clima y comprender mejor las modificaciones que actualmente se están presentando en la atmósfera y el impacto que éstas tendrán sobre nuestra región.

Resulta entonces importante establecer una red radiométrica que permita mejorar la información sobre radiación solar, principalmente para la determinación de la radiación solar global, brillo solar (magnitud para la cual ya hay una extensa red de instrumentos), radiación sobre superficies inclinadas, radiación difusa y su relación con la radiación global, balance radiativo en suelos y otras superficies de interés. Es necesario también sistematizar y mantener actualizada la información sobre radiación solar.

Para la calibración de instrumentos radiométricos es importante el montaje de un laboratorio apropiado en donde sea posible calibrar instrumentos así como desarrollar instrumentos adecuados y de bajo costo.

3.2. Aplicaciones térmicas

Las posibilidades de I & D en el sector térmico se centran principalmente en los siguientes campos:

3.2.1. Nuevos colectores solares

Los colectores actualmente en uso en el país son fabricados con láminas metálicas y tubería de cobre. Los materiales empleados inciden desfavorablemente en el costo de los sistemas, afectando la economía del ciclo de vida de los mismos. Una alternativa es buscar nuevos materiales que permitan la reducción de costos de los sistemas.

3.2.2. Acumulación de calor

En los sistemas solares, el calor se almacena generalmente en la forma de calor sensible en el agua. Existe sin embargo, la alternativa de utilizar el calor latente de las transiciones de fase sólido-líquido de algunas sustancias. Empleando estas sustancias se podrían diseñar y construir sistemas de almacenamiento de calor compactos, con múltiples aplicaciones no sólo en energía solar sino también en procesos industriales.

3.2.3. Sistemas y prueba de sistemas solares

Los sistemas solares empleados en el país no han sido sistemáticamente probados. Con el fin de caracterizar los productos, permitiendo así que el usuario conozca sus características y que el fabricante los pueda mejorar, es de vital importancia para el desarrollo de la energía solar probar los sistemas de calentamiento de agua.

3.2.4. Refrigeración solar

La refrigeración de productos en zonas rurales es una necesidad de los campesinos y de las organizaciones interesadas en el desarrollo agroindustrial del país. No existen refrigeradores solares confiables y con costos suficientemente reducidos. Se pueden entonces investigar diferentes procesos y sistemas existentes mas no aún suficientemente desarrollados.

3.2.5. Destilación solar

El agua potable es una necesidad rural. Se puede investigar la destilación solar como parte de un proceso de potabilización de agua. Los destiladores actuales presentan en general rendimientos bajos, que es posible mejorar sin aumentar desproporcionadamente sus costos.

3.2.6. Secado de productos agrícolas

El secado tradicional de productos con energía solar es una técnica ampliamente utilizada en el país. El secado solar tecnificado no ha sido aún suficientemente investigado y desarrollado.

3.2.7. Arquitectura

La arquitectura podría resultar enormemente beneficiada de los estudios de energía solar. Es posible calcular las cargas térmicas sobre fachadas y cubiertas y de esta manera, mediante diseño arquitectónico, reducirlas. Además, también se puede estimar muy bien la contribución de la radiación directa y difusa en la iluminación de recintos.

3.3. Generación de electricidad

La investigación en celdas solares se adelanta en los países industrializados con miras a satisfacer las necesidades de los países en desarrollo. Rápidamente se ha venido haciendo una transición de la tecnología estándar de fabricación de celdas a partir de monocristales de silicio por la fabricación de módulos solares con tecnología de películas delgadas. Esta nueva tecnología requiere de inversiones costosas que en el mediano plazo no estamos, por lo menos a nivel nacional, en capacidad de acometer. De acuerdo con lo anterior, las posibilidades se limitan a la fabricación de celdas por el sistema tradicional y al desarrollo y mejoramiento de los sistemas utilizados.

Los sistemas solares actualmente suministrados a los campesinos en el país adolecen de varias deficiencias, principalmente, baterías no apropiadas y reguladores de carga con disfunciones. Igualmente ocurre con los electrodomésticos que les suministran. Es entonces de especial importancia desarrollar sistemas mejores y de mayor confiabilidad.