INDICE

La Revista Solar

Asociación Nacional de Energía Solar
Sección Mexicana del International Solar Energy Society
Consejo X Número 41 Septiembre 2000

Enfriamiento por medio de la Energía Solar

El Subprograma de Aire Acondicionado Solar para Edificios del Programa de Calentamiento y Enfriamiento de la Agencia Internacional de Energía

El Primer Número: Sección Especial. La Información de hace diecinueve años con la imagen de ANES hoy.

MILLENNIUM SOLAR
FORUM 2000

MEXICO

Número Conmemorativo
Millennium Solar Forum 2000

La Revista Solar

Consejo X Número 41 Septiembre 2000

DONATIVO
EFECTUADO POR Dr. A. del Río
FECHA 12-marzo-01

Editorial 2

Enfriamiento por medio de la **Energía Solar en México**

Sistema de Refrigeración por Absorción Tipo GAX 3

El Subprogama de **Aire Acondicionado Solar para edificios del Programa de** Calentamiento y Enfriamiento de la Agencia Internacional de Energía 10

El Primer Número sección especial

La información Hace de **diecinueve** Años con La Imagen de **ANES** HOY 16

Editorial

En el marco de la realización del ISES MIILLENIUM SOLAR FORUM 2000, evento extraordinario organizado conjuntamente con la International Solar Energy Society (ISES), que se lleva a cabo en la Ciudad de México, los miembros del X Consejo Directivo hemos querido ofrecer a los miembros de nuestra Asociación, una nueva imagen de la Revista Solar, con la que esperamos hacerla más atractiva y que ayude al mismo tiempo a promocionar más fuertemente los objetivos de nuestra Asociación.

BIBLIOTECA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
CENTRO DE INVESTIGACION EN ENERGIA

Al mismo tiempo hemos querido recordar los inicios de la revista, por este motivo se nos ocurrió incluir el contenido del primer numero de la revista, publicado por el 1 Consejo Directivo en marzo de 1981. (por cierto pocos miembros tienen el original, así que guárdenla con cuidado, porque ya es artículo de colección).

Es interesante leer el artículo de nuestro primer presidente José Luis Fernández Zayas, sobre las oportunidades que México estaba dejando pasar para desarrollar tecnología renovable propia, problema aún vigente y cada vez más evidente por el retraso que enfrentamos en estas tecnologías renovables. La industria de calentamiento de agua por citar alguna, ha sobrevivido, pero la globalización sigue siendo un reto que debemos enfrentar ya que no podemos seguir dependiendo como hasta ahora de tecnologías extranjeras para la solución de nuestros problemas. Muy interesantes también los artículos sobre Helioarquidiseño tema que siempre ha sido de interés para la mayoría de los miembros de ANES; no menos interesante el artículo de revisión de generación eléctrica con sistemas fotovoltaicos por los pioneros de esta tecnología en el CINVESTAV, entonces CIEA-IPN, Juan Luis del Valle, Esteban Javier Pérez y A. Urbano, que servirá de información acerca del costo de los sistemas y del estado que guardaba la tecnología entonces.

Incluimos también en este numero un artículo de revisión sobre los estudios de refrigeración y aire acondicionado solar que se han realizado y que se realizan en México y otro sobre el Programa de Implementación de la Agencia Internacional de Energía sobre calentamiento y enfriamiento solar, en la que participa nuestro país a través del Centro de Investigación en Energía de la UNAM.

Esperando que los artículos aquí presentados sean de su interés, a nombre del X Consejo Directivo de la ANES les extendemos una cordial invitación para que sigan colaborando con esta su Revista Solar, y esperamos sus comentarios sobre la nueva imagen de la misma.

Roberto Best y Brown
Presidente X Consejo Directivo

Wilfrido Rivera Gómez F.
Editor

Enfriamiento por medio de la Energía Solar en México

Por: R. Best, I. Pilatowsky, J. Hernández, A. Oskam, N. Velázquez, J. Chan, R. J. Romero y W. Rivera
Centro de Investigación en Energía-UNAM, Apdo. postal 34, Temixco, Mor., México

En el presente artículo se hace una breve descripción sobre algunos proyectos de investigación que han sido realizados por diversas universidades e institutos de investigación en México sobre congelamiento y refrigeración por medio de la energía solar.

Sistema de Refrigeración por absorción contínuo

En el Centro de Investigación en Energía de la Universidad Nacional Autónoma de México se ha desarrollado un equipo experimental que tiene la capacidad de producir 100 kg de hielo al día. El sistema opera con la mezcla amoniaco-agua y en él se trata de optimizar la transferencia de calor que existe en el generador y en el absorbedor por medio de película descendente. El equipo cuenta además con un sistema de almacenamiento de frío donde se almacena la salmuera para posteriormente producir el hielo.

En la Figura 1 se puede ver una fotografía del equipo experimental el cual esta formado principalmente por un generador un evaporador un absorbedor un condensador, un economizador y un tanque de condensados.

En el generador se introduce una solución formada por amoniaco-agua a la cual se le suministra calor por medio un aceite que es calentado por colectores solares de tubo evacuado. Para producir la separación del amoniaco de la solución, el vapor de amoniaco es rectificado y pasa posteriormente a un condensador donde se licúa por medio de agua de enfriamiento. Posteriormente el amoniaco líquido pasa al tanque de condensados y luego al evaporador donde absorbe calor de la salmuera contenida en él, para producir el hielo. Posteriormente, el vapor de amoniaco es absorbido en el absorbedor por medio de la solución diluida proveniente del generador. Por último la solución concentrada es bombeada hacia el generador dando inicio nuevamente el ciclo.

En la Tabla 1 se muestran las condiciones de operación del equipo experimental. Para simular el comportamiento de colectores solares de tubos evacuados, se utilizaron resistencias eléctricas para calentar el aceite que entra al generador en un rango de temperaturas de entre 80 y 100°C. Actualmente el sistema esta siendo evaluado con un banco de colectores de tubo evacuado que se muestra en la Figura 2. Los colectores son de la compañía NEG modelo 2800.

Generador	
Presión de operación	1.072 MPa
Temperaturas del medio de calentamiento (entrada/salida)	102.7/98.0°C
Temperaturas de la solución (entrada/salida)	54.5/96.1°C
Flujo másicos de la solución concentrada	$1.49*10^{-2}$ kg s^{-1}
Flujo másico de la solución diluida	1.37*10-2 kg s^{-1}
Flujo másico del amoniaco	0.12*10-2 kg s^{-1}
Calor suministrado por el aceite caliente	5.9 kW
Calor absorbido por la solución	4.6 kW
Rectificador	
Presión de operación	1.072 MPa
Temperaturas (entrada/salida)	67.2/62.1°C
Flujo másico	0.12*10-2 kg s^{-1}
Concentraciones (entrada/salida)	0.987/0.991
Calor disipado	$3.3*10^{-2}$ kW
Condensador	
Presión de operación	1.072 MPa
Temperatura de condensación	28.1°C
Calor cedido por el amoniaco	1.53 kW
Calor absorbido por el agua	1.16 kW
Subenfriador	
Presión del amoniaco líquido	1.072 MPa
Temperaturas del amoniaco líquido (entrada/salida)	28.0/8.4 °C
Presión del vapor de amoniaco	0.155MPa
Temperaturas del vapor de amoniaco	-12.0/-10.8°C
Calor intercambiado	0.22 kW
Economizador	
Presión de operación	0.993 MPa
Temperaturas de la solución diluida (entrada/salida)	96.1/68.4°C
Temperaturas de la solución concentra (entrada/salida)	31.0/57.0°C
Calor intercambiado	1.83 kW
Evaporador	
Presión de operación	0.155 MPa
Temperatura de evaporación	-13°C
Carga de enfriamiento	1.62 kW
Absorbedor	
Presión de operación	0.141 MPa
Temperatura de absorción	33.2°C
Flujo másico del agua de enfriamiento	0.18 kg s^{-1}
Calor disipado por la solución	3.9 kW
Calor absorbido por el agua	2.26 kW

Tabla1. Condiciones de operación del equipo experimental

Unidades experimentales de absorción-difusión

Un refrigerador Servel de 250 l de capacidad fue utilizado como prototipo para evaluar su funcionamiento con colectores solares de placa plana de alta temperatura, en lugar del generador originalmente instalado el cual utiliza gas para su funcionamiento. La concentración de la solución amoniaco-agua se incrementó con el propósito de reducir la temperatura de ebullición de 160°C con el generador original, a 105°C con el colector solar. Bajo buenas condiciones de insolación, el refrigerador podía mantener temperaturas de congelamiento durante 5 hrs al día cuando la temperatura ambiente no excedía los 28°C. El coeficiente de operación del sistema (COP) fue de 0.11 cuando el colector operaba a una radiación constante de 850 Wm^{-2} y a una temperatura de 105°C, en lugar de 0.33 obtenido con el generador original operando a 160°C.

Sistema intermitente sólido/gas

En la Universidad Autónoma Metropolitana se han desarrollado diferentes prototipos de refrigeradores de absorción de pequeña ca-

pacidad usando carbón activado y zeolitas como adsorbentes, y metanol como refrigerante, los cuales se encuentran en proceso de evaluación actualmente.

En el Centro de Investigación en Energía se desarrolló un sistema intermitente para la conservación de medicinas en zonas áridas utilizando cloruro de calcio como absorbente y monometilamina como refrigerante.

El sistema esta diseñado para operar a temperaturas de condensación de 40°C y temperaturas de generación de 100°C. En la Figura 3 se muestra una fotografía del equipo experimental.

PROYECTOS DE DEMOSTRACIÓN EN MÉXICO

El Instituto de investigaciones Eléctricas en colaboración con el Laboratorio de Energía Solar del IIM-UNM, desarrolló un proyecto sobre aire acondicionado solar en la Ciudad de Mexicali, México.

El proyecto de demostración se realizó durante los años 1981 y 1982, el sistema estaba formado por 30 colectores de placa plana con un área total de 48 m^2. Los colectores fueron diseñados y construidos en México los cuales estaban formados por dos cubiertas de vidrio y tubos y aletas de cobre cubiertas con superficies negras selectivas. Los colectores fueron instalados en la azotea del edificio administrativo del IIE orientados hacia el sur con una inclinación de 12°. Se colocó un tanque de 2 m^3 de capacidad para almacenar el agua caliente. El sistema de refrigeración por absorción fue de la marca Yazaki modelo WFC-600 de una capacidad de 7 kW operando con la mezcla bromuro de litio-agua. Para distribuir el frío dentro de los cuartos de conferencias del edificio se utilizaron dos difusores de la marca Yazaki de 3.5 kW de capacidad cada uno. La torre de enfriamiento también fue de la marca Yazaki modelo CT-500 con una capacidad de 18.6 kW. Como sistema auxiliar se instaló una pequeña caldera, la cual, debido a la buena operación del sistema, nunca se utilizó. El sistema operó durante los meses de verano de 1981. Debido a problemas con el sistema de adquisición de datos los datos fueron co-

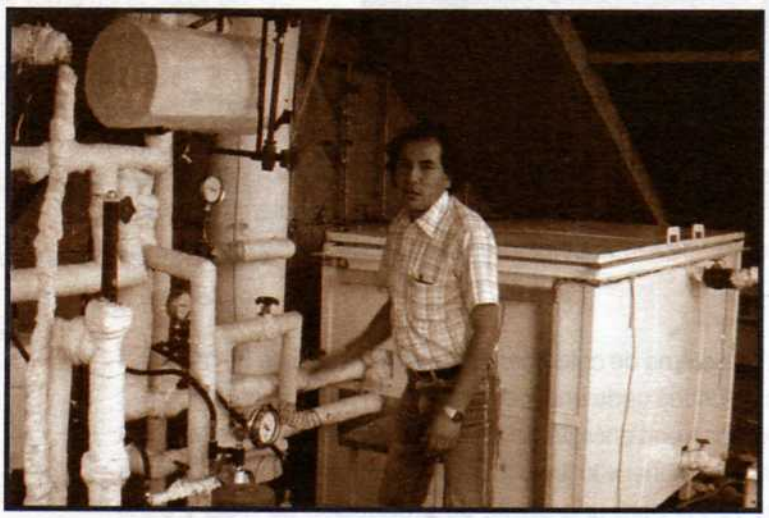


Figura 1. Fotografía del equipo de refrigeración continuo desarrollado en el Centro de Investigación en Energía de la UNAM.

lectados solo de manera intermitente. El sistema operó bien en lo general, pero debido a problemas en los flujómetros, el equipo operó a aproximadamente la mitad de su capacidad nominal.

El PROYECTO MEXICANO-ALEMAN SONNTLAN

Sonntlan fue un programa de colaboración internacional entre los gobiernos de Alemania y México sobre energía solar para su uso en zonas urbanas y rurales. El programa de colaboración abarcó dos proyectos, uno en la Barrancas y otro en Mexicali. El primero intentaba satisfacer las necesidades de energía de una comunidad pesquera, incluyendo agua potable, electricidad, agua caliente y comunicaciones. Este incluía plantas de desalinisación, sistemas fotovoltaicos y plantas de generación eléctrica de diesel. Por razones económicas el proyecto ofrecía el congelamiento y la conservación de productos del mar, producción de hielo y procesamiento de pescado. Los sistemas de enfriamiento fueron de absorción operando con la mezcla amoniaco-agua.

Proyecto Sonntlan en Mexicali

El proyecto realizado en la Ciudad de Mexicali consistió en un sistema central de aire acondicionado para un conjunto de seis casas. Los colectores de placa plana fueron instalados en las azoteas de las casas. Las cuales a su vez contaban con sistemas pasivos de climatización. El sistema de absorción bromuro de litio-agua fue ARKLA-WFB 300 de 90 kW de capacidad. El agua fría producida era almacenada en un tanque de almacenamiento y después distribuida a unos difusores colocados en el nivel superior de cada casa. Durante el año de 1983 el sistema estuvo operando a manera de prueba y posteriormente durante 1984 y 1985 se hicieron algunas modificaciones que eficientaron el sistema de colectores de 26 a 29% y la eficiencia de enfriamiento varió de 53 a 73%. Por diversos motivos, de 1984 a 1986 la mayoría de las casas se encontraban inhabitadas de manera frecuente. En el interior de las casas las condiciones se mantenían confortables con temperaturas entre los 26 y 28°C y humedades relativas del 50%, mientras en el exterior durante el verano se alcanzaban temperaturas entre los 42 y 48°C.

Proyecto Sonntlan en la Barrancas

El sistema térmico solar en la Barrancas consistió de dos subsistemas, uno de baja temperatura para la producción de agua caliente utilizando colectores solares de placa plana y el otro de alta temperatura utilizando colectores concentradores y circuitos de aceite caliente.

Subsistema de agua caliente: El sistema de colectores solares consistió de 56 módulos con cinco colectores de tubos calóricos cada uno, conectados en serie. El área efectiva fue de 1540 m^2 los cuales generaban una energía de 3000 kWh al día a una temperatura aproximada de 120°C. El 75.8% calor generado fue utilizado en una planta desalinizadora instantánea de multietapas, el 17.7% para una planta de producción de hielo y 6.5% para agua caliente utilizada en la planta de procesamiento de pescado. El subsistema incluía tres tanques de almacenamiento de agua caliente con un volumen de 38 m^3 cada uno.

Subsistema de aceite caliente: El subsistema consistía de 18 módulos de colectores concentradores parabólicos con un área efectiva de 30.6 m^2 cada uno, teniéndose así un área total efectiva de 550.8 m^2, los cuales producían teóricamente una cantidad de energía de 1650 kWh al día a una temperatura de 180°C. El subsistema incluía un intercambiador de calor y un tanque de almacenamiento de aceite de 16 m^3 capaz de almacenar 700 kWh.

Refrigeración: Una planta de refrigeración por absorción amoniaco-agua operó para congelamiento rápido y almacenamiento de productos del mar en un contenedor. Fue diseñado para brindar 8 hrs de congelamiento durante el día. Debido a que los cuartos de congelamiento y almacenamiento trabajaban a diferentes temperaturas, la zona del evaporador y absorbedor se dividió en dos etapas donde cada una de ellas operaba a diferentes niveles de presión. La planta fue diseñada para el procesamiento de 650 kg de pescado al día. El equipo fue completamente evaluado por un periodo completo de un mes que abarcó parte de noviembre y diciembre de 1984. Debido a las dos etapas, se necesitó más personal de supervisión para poder mantener el equipo en condiciones de estado estable. Para evitar lo anterior se realizaron modificaciones al equipo lo cual incluyó la instalación de una válvula adicional de expansión. Debido a que los pescadores de la comunidad llegaban a almacenar hasta tres veces más de la capacidad de diseño, el equipo operaba de manera inestable. Los coeficientes de operación fueron aproximadamente de 0.3.

Unidad de producción de hielo: La planta de producción de hielo fue diseñada para operar 20 hrs al día y tener una producción de 2000 kg de hielo al día, y el periodo para carga descarga de 4 hrs. Por este motivo, se almacenaban 7500 kg de salmuera (H_2O + 20%$CaCl_2$) en donde se sumergían depósitos conteniendo el agua. El evaporador de la planta de hielo removía el calor de la salmuera y lo enfriaba hasta –4°C. Así, el agua dentro de los depósitos se enfriaba hasta 0°C para después congelarse. El equipo fue evaluado completamente obteniéndose coeficientes de operación que variaban entre 0.3 y 0.4, encontrándose que era necesario aumentar la capacidad del sistema para producir la cantidad de hielo establecida en el diseño.

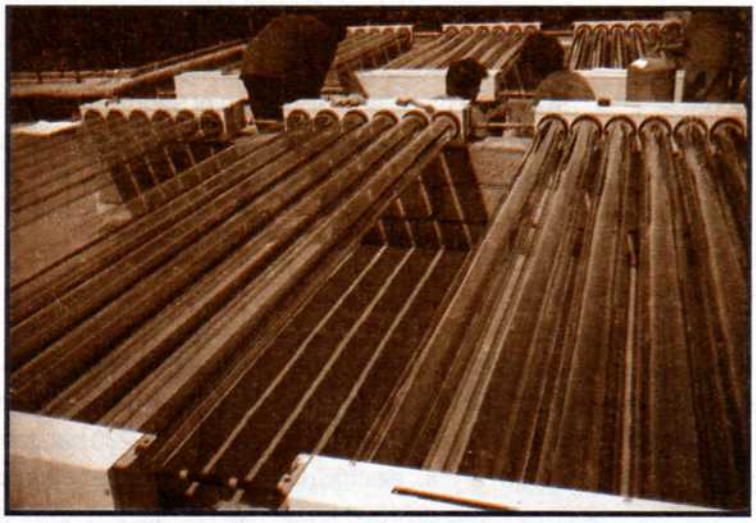


Figura 2. Fotografía del campo de colectores de tubo evacuado del equipo de refrigeración del Centro de Investigación en Energía de la UNAM.

Proyecto Maruata

Con el patrocinio del gobierno Mexicano, a través del programa PRONASOL, se instalaron seis sistemas llamados Double Isaac de la compañía Americana Energy Concepts, en una comunidad pesquera ubicada en las costas del Pacífico en el Estado de Michoacán. De los seis sistemas, tres fueron para la producción de hielo y los otros tres para un cuarto de refrigeración y conservación. El proyecto comenzó en octubre de 1991 con la instalación de dos Isaac dobles y después de haber sido azotados por dos huracanes, los cuales dañaron la mayor parte de los colectores concentradores, el proyecto ha sido por fin terminado y se encuentra bajo la supervisión y manejo de las autoridades locales. Los Isaac dobles tienen una capacidad nominal de 66 kg de hielo al día. Mediciones realizadas en Maruata durante los meses de noviembre y diciembre de 1994 mostraron que la producción promedio fue de 29 kg de hielo al día por cada unidad. En el cuarto de enfriamiento se registró una temperatura promedio de 5°C para los mismos meses, la cual es una temperatura adecuada para la conservación de pescado. La comunidad pesquera al momento en que se instalaron los sistemas de refrigeración, carecía de electricidad, pero actualmente cuenta con ella, por lo que es imperativo tener una buena supervisión y mantenimiento de los equipos para evitar que sean remplazados por unidades convencionales.

Evaluación de un sistema Isaac

La Universidad de Sonora en colaboración con el Sandia National Laboratory esta realizando un proyecto el cual consiste en analizar y evaluar el funcionamiento de un sistema de producción de hielo Isaac.

Proyecto Puerto Lobos

El proyecto de desarrollo en Puerto Lobos es el segundo proyecto solar en zonas rurales patrocinado por PRONASOL. La comunidad pesquera esta localizada en el estado de Sonora. Los objetivos del proyecto son el proveer a 230 habitantes de la comunidad de agua potable (3000 l al día), electricidad (30 kW), refrigeración para tres toneladas de pescado y una producción de 1500 kg de hielo al día. Los sistemas de refrigeración y producción de hielo serán unidades convencionales de compresión mecánica de vapor. El campo de colectores consistirá de 72 colectores concentradores parabólicos con una apertura de 13.93 m^2 dando un área total de 1003 m. Hasta ahora, solo los destiladores de agua solares han sido instalados ya que ha habido problemas de tipo financiero.

Conclusiones

En los últimos quince años, ha habido un esfuerzo continuo para desarrollar sistemas de refrigeración solar en México. Diversos prototipos experimentales han sido construidos con los cuales se ha obtenido un conocimiento básico que se encuentra en centros de investigación y universidades de México. Una serie de proyectos de demostración tanto nacionales como internacionales han sido realizados desde la década de los 80s con el objetivo de reducir el consumo de energía convencional y también para satisfacer las necesidades de pequeñas comunidades rurales. Desafortunadamente estos proyectos han tenido un impacto muy pequeño a nivel nacional.

Los costos presentes de los sistemas de refrigeración solar son todavía elevados, sin embargo, si se logran eficientar los sistemas y aumentan los precios de los combustibles convencionales, como es de esperarse, estos sistemas podrían representar una alternativa atractiva para diversas aplicaciones.

Figura 3. Fotografía del equipo intermitente sólido/gas desarrollado en el Centro de Investigación en Energía.

Sistema de Refrigeración por Absorción Tipo GAX

El ciclo GAX es un ciclo de absorción que provee el más alto coeficiente de operación (COP) que cualquier otro ciclo de un solo efecto y fundamenta su comportamiento en el traslape parcial del rango de temperaturas entre absorbedor y generador, permitiendo lo anterior, la transferencia de calor de la parte más caliente del absorbedor a la parte más fría del generador, razón por la que se tiene el alto COP, cercano a 1.0. El sistema de absorción experimental construido en el CIE bajo este principio, se muestra en la figura 4. Este equipo que utiliza como fluidos de trabajo amoniaco-agua, tiene una capacidad nominal de 10.6 kW de enfriamiento, y esta dirigido al acondicionamiento de espacios del sector residencial. Una carateristica importante es que utiliza aire como medio de enfriamiento en lugar de agua de una costosa torre de enfriamiento. Se propone una configuración del sistema de absorción que permite la incorporación de una fuente de energía híbrida gas natural-solar. El sistema de absorción GAX puede trabajar en modo de enfriamiento en verano y calentamiento en invierno, si se le adapta un circuito de tuberías o ductos de aire.

Sistema de refrigeración por absorción Tipo GAX

El Subprogama de Aire Acondicionado Solar para edificios del Programa de Calentamiento y Enfriamiento de la Agencia Internacional de Energía

I. Pilatowsky y W. Rivera

En muchos países, los sistemas de acondicionamiento de aire demandan un gran consumo y servicio de energía eléctrica. Además, en muchas regiones del mundo la demanda de enfriamiento y dehumidificación de interiores esta creciendo debido básicamente al incremento tanto de las expectativas de bienestar como de las potencias de enfriamiento. Lo anterior se acentúa en aquellas regiones caracterizadas por un clima cálido-húmedo.

El acondicionamiento de aire ha sido identificado como un campo interesante de la aplicación de la energía térmica solar en edificios desde hace muchos años. Durante los años sesentas y setentas se han llevado a cabo una gran cantidad de trabajos de investigación y desarrollo, principalmente en los Estados Unidos de Norteamérica y en el Japón y a un nivel más bajo en algunos países europeos.

Una revisión sobre estos aspectos se desarrollo en Estados Unidos, [1]. En este estudio se reportan los distintos progresos tecnológicos, particularmente en el campo de la tecnología de enfriamiento por absorción. También la tecnología de enfriamiento con desecantes se estimuló debido a las actividades de investigación y desarrollo. Sin embargo, el enfriamiento solar ha tenido dificultades en lo referente a su introducción en el mercado, donde podría no competir con los sistemas convencionales en términos de costos totales y además, cabe mencionar que el mercado solar no ha sido bien desarrollado.

Algunos argumentos esgrimen nuevas consideraciones para el desarrollo de sistemas solares de enfriamiento [2], tales como:

1. *Aspectos ambientales*. La emisión de CO_2 ha sido el principal objeto de discusión de las tecnologías más apropiadas y penalizaciones en muchos países. Paralelamente se trabaja sobre la substitución de los refrigerantes clásicos por nuevos materiales "amigablemente ambientales", como el agua o el amoniaco. Este esfuerzo va creciendo en países que cuentan con una política ambiental.

2. *Aspectos de la industria solar*. La industria de colectores solares se ha desarrollado en los últimos 15 años en algunos países. Su alta eficiencia, productos confiables y decremento en los precios han hecho posible su permanencia en algunos mercados. Otro factor importante es la experiencia adquirida en instalaciones grandes en donde

se tienen algunos miles de metros cuadrados de colectores instalados funcionando satisfactoriamente

3. *Diseño Integral*. Los nuevos conceptos de diseño integral, así como la capacidad de sistemas técnicos complejos de control con apoyo de unidades de control computarizado, abren nuevas posibilidades para la optima integración de los componentes activos solares para algunos servicios (enfriamiento, calentamiento, agua caliente, etc.) dentro del edificio. Este enfoque sobre el sistema global, más que sobre una tecnología específica se ha desarrollado fuertemente durante los últimos años.

Adicionalmente cabe el mencionar que las tecnologías convencionales de enfriamiento de aire presentan algunas claras desventajas como son:

-Su operación crea un gran consumo de energía, causando con lo anterior altas demandas picos de electricidad.

-En general emplean refrigerantes los cuales presentan algunos impactos negativos al ambiente.

Con base a lo anterior el Comité Ejecutivo del Programa de Calentamiento y Enfriamiento (Solar Heating and Cooling, SH&C) de la Agencia Internacional de Energía (International Energy Agency, IEA), decide, en mayo de 1997 iniciar la fase de definición del proyecto de un nuevo subpropgrama sobre aire acondicionado solar para edificios. Durante esta fase se llevaron a cabo dos talleres, el primero en febrero de 1998 en la ciudad de Frankfurt, Alemania y el segundo en septiembre de 1998 en la ciudad de Palermo, Italia. El objetivo de los talleres fue clarificar el estado del arte de los sistemas de enfriamiento solar. Las memorias de estos eventos resumen las contribuciones de los expertos, participantes de los talleres. Muchos de los nuevos desarrollos en el campo del enfriamiento están en desarrollo, los cuales pueden ser de interés para las aplicaciones solares. Finalmente en noviembre de 1998 el Comité Ejecutivo de este Programa, decide instalar este nuevo subprograma (task 25: Solar Assisted Air Conditioning for buildings) el cual inició sus actividades en junio de 1999.

Figura 1. Fotografía de un sistema de aire acondicionado solar en un edificio del Ministerio en Alemania. Tomada del "Questionnaire On Finished And Ongoing Solar Assisted Cooling Projects" de la IEA, elaborado por Dipl.-Ing. Jan Albers.

Figura 2. Fotografía del campo un campo de colectores de un sistema de enfriamiento solar en un edificio del Ministerio Aleman de Información. Tomada del "Questionnaire On Finished And Ongoing Solar Assisted Cooling Projects" de la IEA, elaborado por Dipl.-Ing. Jan Albers.

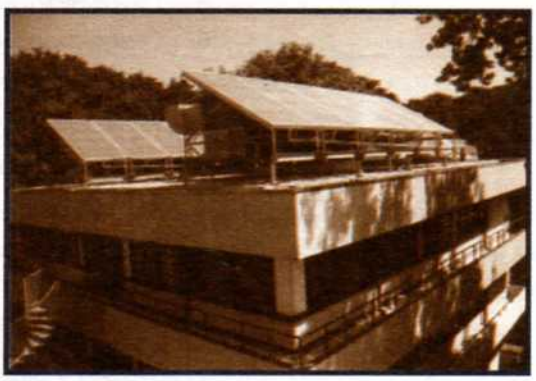


Figura 3. Fotografía del campo de colectores de un sistema de aire acondicionado solar en Alemania. Tomada del "Questionnaire On Finished And Ongoing Solar Assisted Cooling Projects" de la IEA elaborado por Dipl.-Ing. Jan Albers.

En el marco de la fase de definición del proyecto de este nuevo subprograma se llevaron a cabo dos estudios: un estudio en la literatura en el cual se identificaron más de 100 instalaciones piloto de sistemas de enfriamiento solar en el mundo [3], sin embargo, para la mayoría de estas instalaciones fue muy difícil obtener datos detallados y confiables con los cuales se permita calcular su eficiencia. Este estudio continuará con el objeto de obtener toda la información posible de las experiencias en los proyectos anteriores.

El segundo estudio estuvo enfocado sobre eficiencia energética y económica del estado del arte de la tecnología del enfriamiento solar. El objetivo fue producir un pancrama de las tecnologías presentes disponibles para el acondicionamiento de aire operado térmicamente con energía solar y comparar estos sistemas con una instalación convencional. Para este propósito se definieron cinco diferentes sistemas solares y un sistema de referencia. Estos sistemas se simularon con modelos simples con relación a la potencia de enfriamiento suministrada a un edificio de oficinas. Este reporte resume este segundo estudio.

El subprograma 25 esta orientado a contribuir a la resolución de los problemas planteados por la producción de frío y la utilización de la energía solar, la cual esta obviamente apoyada por la investigación, desarrollo y proyectos de demostración.

El principal objetivo de este subprograma es mejorar las condiciones para introducir en el mercado los sistemas de enfriamiento solar.

Las tecnologías de refrigeración solar consideradas son:

1. Enfriamiento por absorción
2. Técnicas de enfriamiento con desecantes, operados con colectores solares para aire o para agua.
3. Nuevos ciclos de enfriamiento con absorbentes líquidos.
4. Ciclos cerrados de sorción sólida (termoquímicos y adsorción).
5. Ciclos avanzados de eyección de vapor a baja temperatura.
6. Ciclos avanzados combinados (ejemplo; dehumidificación solar con control convencional de temperatura)

Los resultados de este subprograma están dirigidos a las industrias del acondicionamiento de aire, planificadores, arquitectos y propietarios de edificios.

Objetivos

Como se mencionó anteriormente, el subprograma 25 tiene como objetivo principal establecer las condiciones óptimas para introducir en el mercado mundial los sistemas de enfriamiento de aire apoyados con energía solar con el objeto de promover una reducción en el consumo de la energía primaria y los picos de alto consumo eléctrico debido al enfriamiento. Por lo tanto este proyecto tiene como metas:

- La definición de los criterios de eficiencia de sistemas de enfriamiento solar considerando tanto su relevancia energética como su rendimiento económico.
- La identificación y futuros desarrollos de las tecnologías promisorias de enfriamiento solar
- Una integración optimizada de los sistemas de enfriamiento solar en el edificio enfocado hacia la optimización del ahorro de energía primaria y viabilidad económica.
- Creación de las herramientas de diseño y conceptos de diseño para arquitectos, planificadores e ingenieros civiles.

Los principales resultados de este subpropgrama serán la elaboración de:

- Manual para aire acondicionado solar (descripción de componentes y del sistema, operación y control y guía de diseño).
- Libro sobre proyectos de demostración de sistemas de acondicionamiento solar.
- Herramientas de diseño basadas en el uso de la computadora.

Este subrpograma ha establecido un programa de trabajo basado en cuatro actividades o subtask (por su nombre en inglés):

Actividad A. Revisión del enfriamiento solar

El objetivo de esta actividad es de proveer un panorama del estado del arte de los sistemas de enfriamiento solar. Esto incluye una evaluación completa de los programas de investigación y proyectos realizados y en desarrollo.

Actividad B. Herramientas de diseño y programas de simulación.

El objetivo de ésta, es el desarrollar herramientas de diseño y simulación para los sistemas en desarrollo, optimización y desarrollo de estrategias de control avanzado para sistemas de aire acondicionado solar. El principal resultado será en una herramienta de diseño para sistemas de enfriamiento solar de fácil manejo dirigida a arquitectos, ingenieros de la construcción y planificadores.

Actividad C. Tecnología, aspectos de mercado y beneficios ambientales.

Los objetivos de esta actividad son, proveer una revisión de la disponibilidad en el mercado de equipamiento aplicable para el acondicionamiento solar del aire y apoyar el desarrollo y la introducción en el mercado de sistemas nuevos y avanzados. Se desarrollarán también guías para sistemas de enfriamiento solar.

Actividad D. Demostración de proyectos de enfriamiento solar.

En el marco de este subprograma se llevarán a cabo algunos proyectos de demostración, los cuales serán evaluados. Los objetivos principales son: ganar experiencia con los proyectos reales de enfriamiento solar y producir datos disponibles para la validación de las herramientas de simulación. Un diseño apropiado y los conceptos de control se estudiarán y estarán disponibles los resultados acerca de las eficiencias termodinámicas de los sistemas de enfriamiento solar.

El subprograma 25, está constituido por cerca de 25 expertos de 12 países, entre los cuales se encuentran: Austria, Alemania (responsable del subprograma y de la actividad B) Dinamarca, Francia (responsable de la actividad D), Grecia, Holanda, Israel, Italia, Japón, México (responsable de la actividad A), y Portugal. Actualmente la actividad C no tiene país responsable.

En el segundo taller, durante la fase de definición, se presentaron los avances de algunos de los proyectos que estaban en desarrollo en 1998 [4]. Cabe mencionar los siguientes:

- Estudio y desarrollo de sistemas de calentamiento/ enfriamiento usando energía renovable- bomba de calor asistida con energía solar con red de calentamiento/enfriamiento en piso (C.A. Balaras, Observatorio Nacional de Atenas, Grecia).
- Laboratorio de pruebas para desecantes solares en

Fachhochschule Stuttgart (Gerrit Hoefker, Fachhochschule, Stuttgart, Alemania)

- Programa de investigación y desarrollo sobre nuevos ciclos de enfriamiento usando absorción sólida o reacciones químicas (J. Yves Quinette, Tecsol, Francia).
- El Centro de Educación Ambiental en Bagheria (Nino Giaccone, IEREN-CNR, Italia).
- Reporte sobre proyectos de demostración de enfriamiento solar en desarrollo (Hans-Martin Henning, Fraunhofer ISE, Alemania).

Actividades de Yazaki en enfriamiento solar (Shoichi Nakatsugawa, Yazaki, Corp. Japón).

- Ciclos abiertos avanzados utilizando absorbedores líquidos para el aire acondicionado solar (Wolfgang Kessling, Zentrum fur Angewandte Energieforschung ZAE Bayern, Alemania).
- Enfriamiento solar con aire caliente, generado por medio de sistemas solares de aire (Siegfried Schropf, Grammer KG, Alemania).
- Proyecto sobre un sistema de enfriamiento solar/dehumidificación operado con calor solar (Gershon Grossman, Technion, Haifa, Israel).
- Bombas de baja temperatura utilizando eyección de vapor (Soren, DTI, Dinamarca).

En lo referente al estado del arte del enfriamiento solar de edificios, se presentaron los siguientes estudios:

- Un resumen corto del programa de los Estados Unidos de enfriamiento solar en los años 1970-1980 (Hans-Martin Henning, Fraunhofer ISE, Alemania)
- Proyectos de enfriamiento solar en Japón, desde 1985 (Daisuki Yoshimura, NEDO, Japón).
- Situación del mercado de sistemas de enfriamiento y acondicionamiento de aire (Uwe Franzke, Institut fur Luft und Kaltetechnik ILK, Aemania).
- Estudio sobre la economía de sistemas de enfriamiento solar para edificios (Hans-Martin Henning, Fraunhofer ISE, Alemania).

Participación de México

En su carácter de observador, México participó como experto internacional, a la reunión de la fase de definición del Subprograma 25, en el mes de julio de 1998 en la Ciudad de Palermo, Italia. Cabe mencionar que en la 44ava. Reunión del Comité Ejecutivo del Programa de Calentamiento y Enfriamiento Solar, que se efectuó en la Ciudad de Klagenfurt, Austria, en noviembre de 1998, México fue aceptado como miembro oficial en este organismo internacional. A principios de 1999, se firmó en la Secretaria de Energía, el Acuerdo de Implementación en el cual México pasa a formar parte del Comité Ejecutivo de dicho programa, siendo la institucion nacional responsable ante este organismo, el Centro de Investigación en Energía de la Universidad Nacional Autónoma de México. En su carácter de miembro oficial no fue posible asistir a la primera reunión de expertos del subprograma 25, sin embargo, se participó en la segunda reunión, la cual se efectuó en la Ciudad de Perpignan, Francia en el mes de julio de 1999 y fue en esta reunión en donde México tomó el liderazgo de la actividad A, en la cual se trabaja en la revisión de los proyectos internacionales, realizados y en desarrollo relacionados con la utilización de la energía solar para el acondicionamiento de aire en edificios. Esta actividad se concluirá durante el año 2000 y sus resultados preliminares se presentarán en la tercera reunión de expertos a realizarse en la Ciudad de Cuernavaca, Morelos, México del 21 al 23 de septiembre del año en curso [5].

El Primer Número
sección especial

Hace de Años con de HOY

Debe asentarse que la libertad económica proveniente del petróleo, debe, antes que nada, orientarse a desarrollar la autosuficiencia económica, energética y tecnológica, que sea una realidad a mas tardar hacia el ocaso previsible del petróleo. Durante ese lapso es viable cimentar las bases de la sociedad del futuro deseable, no dependiente del petróleo para sus requerimientos energéticos, por lo cual deberán asignarse recursos suficientes para el desarrollo de tecnología propia, si se desean satisfacer las enormes demandas de energía del futuro.
El estilo tecnológico del futuro deseable de México, requiere, por tanto, del desarrollo de tecnologías propias tanto de producción como de transformación y de consumo energético.
Es así que el Primer Consejo Directivo de la ANES formula las siguientes recomendaciones respecto a el uso de las Fuentes No Convencionales de Energía (FNCE) en México:

-Los objetivos del desarrollo de las FNCE deberán plantearse a mediano y a largo plazo, no sólo a corto plazo.
-Las tecnologías de transformación y de consumo energético compatibles con una sociedad responsable, deberán desarrollarse simultáneamente con las tecnologías de producción de potencia por medio de las FNCE.
-Habrá que profundizar en todas las áreas de interés a futuro, cubriendo el espectro tecnológico que va desde las tecnologías simples, intensivas en mano de obra (p. Ej., digestores anaeróbicos) hasta tecnologías complejas, intensivas en capital (p. Ej., foto celdas); desde tecnologías para producción de potencia eléctrica mediante grandes centrales (p. Ej., torres solares) hasta tecnologías para generación distribuida (p. Ej., micro hidráulica); tanto para aplicaciones rurales (p. Ej., granjas autosuficientes) como para edificaciones urbanas (p. Ej., helio arquitectura).
-Se deberá planificar una creciente inversión en el desarrollo científico y tecnológico de la FNCE en las universidades y en los centros de investigación del país, tal que permita hacer avanzar las fronteras mundiales del conocimiento en el aprovechamiento de las FNCE.
-Habrá que impulsar la construcción de instalaciones piloto y de demostración, así como la apropiación social de las innovaciones tecnológicas de las FNCE, ya que se tienen mas evidencias del progreso tecnológico que del beneficio social resultado de aquél.
-Estructurar una política de incentivos fiscales que permita promover el desarrollo industrial a gran escala del uso de las FNCE.

Para instrumentar las recomendaciones propuestas será función de la ANES estimular, promover y coordinar los esfuerzos individuales de los investigadores y de los técnicos nacionales que acceden a trabajar en aquella dirección. La complejidad del problema energético nacional no será un obstáculo para establecer este compromiso, que apunta hacia la aplicación de la ciencia y de la tecnología para verdadera satisfacción de las mas caras aspiraciones del país.

La participación de México en este subprograma 25 ha sido posible gracias a las gestiones realizadas por el Programa Universitario de Energía de la UNAM ante la Secretaría de Energía y quién además soporta con el 50% del financiamiento para que México pueda participar en las diferentes actividades de este Programa. Estos recursos se aplican para cubrir parcialmente la cuota anual y los gastos inherentes a la participación tanto en el Comité Ejecutivo como en las reuniones de expertos. Con base a lo anterior se considera necesaria la participación de otros organismos nacionales para poder continuar participando y beneficiarse de los resultados obtenidos en las diferentes actividades. Se invita por lo tanto a la Comunidad Solar nacional a participar e integrarse a las diferentes actividades que se desarrollan en los diferentes subprogramas de este Programa de Calentamiento y Enfriamiento de la Agencia Internacional de Energía.

Sitio internet

Para todo lo referente al Subprograma 25 (task 25), dirigirse a su Agente Operativo: Dr. Hans-Martin Henning del Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems ISE (**hans-martin.henning@ise.fhg.de**) o a los representantes nacionales: Dr. Isaac Pilatowsky Figueroa y el Dr. Wilfrido Rivera Gómez-Franco del Centro de Investigación en Energía de la UNAM (**ipf@mazatl.cie.unam.mx** y **wrgf@mazatl.cie.unam.mx**). La nueva presentación gráfica, información actualizada sobre los diferentes subrpogramas, publicaciones, Solar Update, newsletters, reportes anuales, información sobre contactos y eslabones a través de Internet con otras organizaciones, son de fácil acceso a través de la dirección **www.iea-shc.org** .

Referencias

[1] **Charles A. Bankston** (editor): Solar heat technologies: Fundamentals ans Applications. MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1993, Vol.6: Active Solar Systems, edited by G. Lof.

[2] **Hans-Martin Henning, Carsten Hindenburg,** Economic Study of Solar Assisted Cooling Systems, TOS1-HMH-9905-E01, Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems ISE, Germany, 1999.

[3] **Uwe Franzke**: Report, " Solar Assisted Cooling Systems for Building Climatization: Solar Assisted Air-Conditioning Systems-Realized and Demonstration Plants". Report ILK-B-4/98-2703, Institut fur Luft- und Kaltetechnik, ILK, Dresden, Germany, 1999.

[4] **Proceedings of the 2nd Workshop of the Project Definition Phase of Task 25**, Solar Heating & Cooling Programme, IEA, Palermo, Italia, 10-11 de septiembre de 1998.

[5]**I. Pilatowsky, R. Best y W. Rivera**, La participación de México en las Actividades del Programa de Calentamiento y Enfriamiento Solar de la Agencia Internacional de Energía, Memorias de la XXIII Reunión Nacional de Energía Solar, 515-520, Morelia, Michoacán, México (1999).

La Energía Solar en México: ¿ una posibilidad que se extingue ?

Por: José Luis Fernández Z.

Cuando se evalúan las perspectivas de la energía solar en México se suele decir que "la energía solar en tendrá un futuro a largo plazo...probablemente" y, claro, dentro del contexto de las fuertes necesidades a corto plazo, el desarrollo de esa fuente de energía se "pospone". Es imperante asentar que aún las necesidades a largo plazo requieren ser consideradas en todo plan energético que efectivamente contemple el desarrollo deseado. De otro modo sacrificando el futuro deseado por la urgencia del corto plazo (no mas de 6 años en México) nos condenamos a vivir eternamente parchando errores del pasado inmediato, victimados por la inercia tecnológica de los países avanzados.

Las autoridades en materia de energía en el país adoptan en general un fatalismo estadístico en cuanto a la oferta futura de energía. Esto es, se establece un consumo estadístico de la oferta de energía en el pasado inmediato y de ahí se proyecta la demanda esperada en el futuro inmediato, sin mayor consideración social o ecológica. Para satisfacer esa demanda esperada se planea, entonces, la construcción de obras de infraestructura hidro o termoeléctrica.

Una consideración que se omite es la capacidad del medio ambiente de absorber los sobrantes energéticos de los procesos de conversión y de transporte de energía. Como la eficiencia termodinámica de las plantas térmicas es baja, mas de la mitad del calor generado al quemar el combustible se disipa el ambiente. Una vez que se da cuenta de las perdidas de distribución, resulta que menos del 20% del calor generado llega en forma de electricidad al usuario.
Al arrojar ese calor al ambiente, la biosfera aumenta su temperatura irremediablemente. Algunos científicos afirman que ese aumento de temperatura excederá 2° C antes de fines del siglo, produciendo efectos catastróficos al fundirse parte de los casquetes polares y al afectarse irreversiblemente los ciclos climáticos del planeta. Hay quienes predicen una glaciación, otros que hablan de grandes aumentos de los niveles de los océanos junto con la de certificación de buena parte del hemisferio norte; pero casi todos coinciden en que el limite ambiental del estilo tecnológico actual esta por alcanzarse.

En otro orden de ideas, conviene recordar la capacidad productiva de energía del hombre, debido a su propio esfuerzo, que en el mejor de los casos llega a menos de 500 W por periodos muy breves. Mas o menos esa es la máxima potencia mecánica generada por un ciclista bien entrenado. Dicha cifra es mas o menos el consumo de potencia, (*per capita*) continuo que caracteriza a la clase media urbana mexicana, siendo éste, el nivel de consumo energético envidiado por el resto de la población. De estas consideraciones se hace evidente que, para poder alcanzar un nivel de vida aceptable, es indispensable explotar energéticamente el ambiente.

Todos los procesos de abastecimiento de energía eléctrica de que disponemos arrojan calor al ambiente. Entre los procesos en perspectiva, el único que se traduciría en una baja de temperatura del ambiente seria el que produce electricidad por medio de la energía solar. Específicamente, los procesos fotovoltaicos resultan en la absorción de radiación solar de otra manera iría a la atmósfera; de una parte de la radiación absorbida se produce electricidad, por otra parte sé rerradía a la atmósfera. Algo similar puede decirse de los procesos foto·termoeléctricos tanto de torre central como de espejos parabólicos: su empleo resulta en una disminución de la energía térmica neta entregada al ambiente.

Esta ventaja de la energía solar es única: presenta la posibilidad a largo plazo para reconciliar nuestro consumo energético con el ambiente, manteniendo una dinámica creciente en el nivel de vida y en el nivel demográfico. Las mismas empresas privadas que en los Estados Unidos producen Y distribuyen electricidad han esgrimido estos argumentos, y se habla de varias ordenes en firme ya fincadas para la construcción de plantas helio eléctricas comerciales de gran capacidad.
En general, el desarrollo helio eléctrico de los Estado Unidos es envidiable. Iniciándose las investigaciones hace unos ocho años, veinte años después que en Francia, los americanos para nuestro infortunio son ahora los mayores exportadores de tecnología solar del mundo. Ese impresionante desarrollo se caracterizo por grandes y bien programadas inversiones en investigación, por el estimulo fiscal al uso de equipo solar a través de reducción de impuestos a los compradores y por el estimulo gubernamental a la producción comercial de equipos solares.

México está a punto de, en un corto plazo cancelar la posibilidad, de un desarrollo tecnológico equivalente aunque en todo caso tardío. Por ejemplo, los calentadores solares para agua, que se fabrican en México hace mas de 30 años, compiten con fuerte desventaja con los combustible fósiles, grandemente subsidiados por el estado. Ni el fabricante, ni el comprador de estos

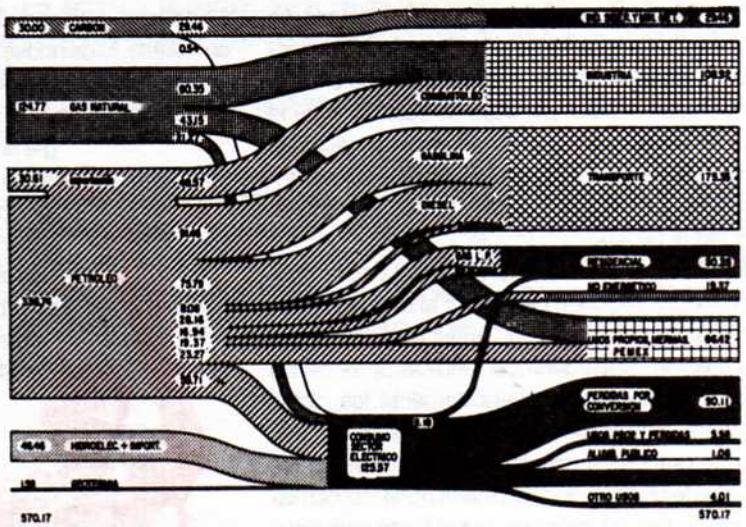
equipos reciben ningún estimulo oficial. Como resultado de ello, los fabricantes subsisten a nivel de taller con poca libertad económica para impulsar desarrollos tecnológicos importantes, y prácticamente todos los trabajos de investigación y desarrollo en calentadores solares de agua, financiados por universidades y centros de investigación públicos y privados, se orientan al calentador solar manufacturado artesanalmente.

Al mismo tiempo, En países avanzados científica y tecnológicamente han surgido no menos de 100 fabricantes de calentadores solares, producidos en serie con menor desperdicio de material y menor costo. México, así, ha perdido en pocos años gran parte de las ventajas corporativas adquiridas en la experiencia de los treinta años anteriores. Por otro lado, si en este momento se ofrecieran incentivos fiscales a la adquisición de calentadores solares, no tendríamos fabricación nacional que compita con ventaja con el producto importado.

Nos quedan, por lo tanto, como alternativas para la independencia tecnológica en este renglón, las inversiones publicas y el estimulo fiscal al fabricante nacional. Pero habría que apuntar que la inflación cada vez menos favorable la opción solar para calentar agua. Hay entonces que actuar decisivamente, pronto, si se desea rescatar lo que queda de la experiencia manufacturera nacional de estos equipos, antes de que la inflación la extinga por completo.

Puede concluirse de la experiencia en calentadores de agua solares lo mismo que se apuntaba al inicio con respecto al panorama energético nacional: es imperante planear el futuro solar del país y trabajar en la dirección correcta consistentemente, hacia el largo plazo. Lo que no se ha podido hacer en el panorama nacional nuclear en 25 años hay que hacerlo en los solar en mucho menos tiempo. Ciertamente, las soluciones a nuestros problemas son cada vez mas difíciles; tenemos entonces que empezar a trabajar con en ellas antes de que sean imposibles.

ENERGIA PRIMARIA | COMBUSTIBLE | CONSUMO



BALANCE OFERTA-DEMANDA DE ENERGETICOS EN MEXICO, 1975.
Cifras en Kcal. × 10^{12}

Fuente: Análisis de las Opciones Energéticas de México.
Ing. Jacinto Viqueira Landa. 1977.

Helioarquidiseño

Por: Fernando Ortíz Monasterio P.

La era del petróleo que ha sido en la que mas notablemente se ha determinado el diseño de cada aspecto del medio ambiente en que habitamos, es como todas las demás eras históricas, una etapa transitoria.

Para mantener una alta calidad de la vida de la creciente población, durante y después de esta etapa transitoria del petróleo, se ha iniciado el desarrollo de una nueva concepción de diseño arquitectónico basada en la integración de los sistemas naturales, la conservación de energía y recursos, el uso de energía solar y el de recursos energéticos renovables.

Es así como, en distintas escalas, niveles de complejidad tecnológica y estilos tecnológicos se han propuesto diversas alternativas de expresión espacial del medio ambiente construido.

A nivel internacional las propuestas arquitectónicas y de diseño industrial para la utilización de la energía solar, han variado en un amplio rango entre la vivienda unifamiliar incorporada a un invernadero, hasta ciudades solares integrales, ya sea en viviendas unifamiliares o grandes complejos urbanísticos el objetivo ha sido diseñar espacios que en función de las características climáticas produzcan entornos humanos satisfactorios. Es decir, que se intenta instrumentar estrategias de diseño que optimicen simultáneamente, el uso energético con las preocupaciones tradicionales del arquitecto como: materiales, contexto, identidad, función y deleite. En una palabra: se está planteando una arquitectura que vuelva a establecer el vínculo entre la sociedad y la naturaleza.

En los últimos años se ha desarrollado un movimiento vanguardista en arquitectura al que se le puede caracterizar por su visión holística o totalizadora en que el uso de la energía solar ha sido extensivo y exitoso. Este concepto humanizado e integrador de Diseño Ambiental, se fundamenta en un ideal de autogestión individual y social desde la que los diseñadores y arquitectos trabajan considerando, tanto las variables socioeconómicas como ambientales, en todo el proceso de diseño.

Se asume la responsabilidad de que los productos del diseño afectan de una manera directa la vida cotidiana, no sólo en cuanto al entorno físico y cultural, sino también en tanto a que los productos de diseño sean: ciudades, edificios, casas o artefactos objeto, reproducen los valores dominantes de un grupo social determinado en un momento histórico concreto.

Estamos inmersos en un hábitat que se construye con cada vez menos conciencia, en que los individuos hemos llegado a asumir una total dependencia de los proyectos urbanos de políticos y planificadores y también ante las mercancías que entre

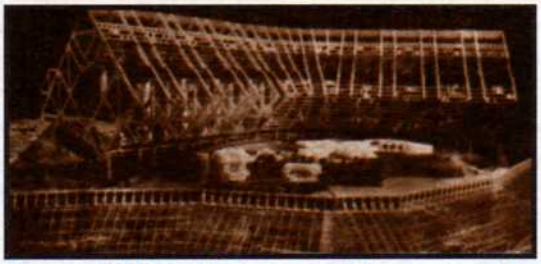


Figura 1. ARCOSANTI. Paolo Soleri. El proyecto está en construcción como ciudad solar prototipo.

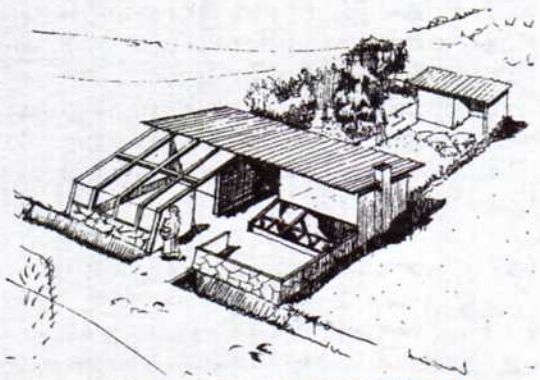


Figura 2. BOMBA DE AGUA CHINGUTTI. Chingutti, Mauritania. Area de colección 88 mts². Diseño: Sr. y Sra. Alexandroff.

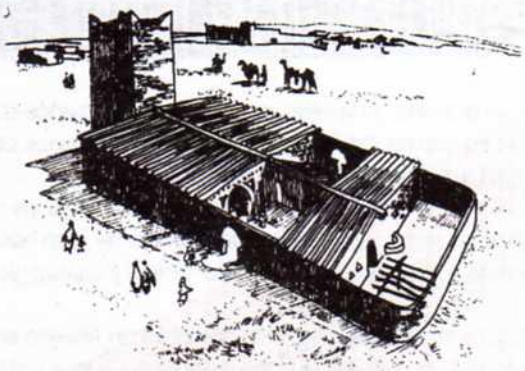


Figura 3. VIVIENDA UNIFAMILIAR RURAL. México. Area de colección varaible de 35 a 55 mts². Diseño: Sergio Chiappa C., Fernando Ortiz Monasterio y Sergio Rivera C.

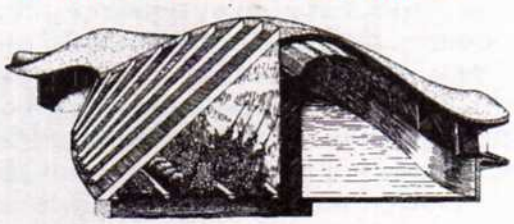


Figura 4. CONCEPTO DE BIOSFERA. E.U.A. 1973. Se plantea Day Chahroudi la integración de las funciones de calefacción y producción de alimentos. Area de invernadero: 36 mts²

industriales y vendedores promueven con un desmedido afán de lucro y consumismo.

Es en torno a este tipo de categorías de diseño que se han producido una serie de proyectos y obras arquitectónicas que de una manera global podemos situar dentro del campo de la Arquiecología.

El concepto de Arquiecología surge en 1969 de Paolo Soleri, cuando refiere a la ciudad *«hecha a imagen del hombre»* en que se modifica la estructura plana y chata de las ciudades actuales hacia un sólido urbano de vitalidad humana con gran calidad de vida.

La arquitectura ecológica podemos decir que no es nueva ya que hace milenios distintos grupos humanos, han tomado en consideración la insolación en distintas épocas del año, el contexto natural, los insumos y desechos urbanos, etc. Sin embargo, con el surgimiento de las megalópolis modernas el concepto, como enunciado explícito, vuelve a cobrar un sentido cualitativa y cuantitativamente novedoso.

La experiencia verdaderamente interesante de la instrumentación de distintos proyectos de Arquiecología en el mundo, es que habiéndose experimentado proyectos de extrema simplificación, así como de extrema complejidad, ambos opuestos han demostrado ser viables. La experiencia en viviendas rurales autosuficientes a pequeña escala, intensivas en mano de obra ha sido exitosa en China, India, Pakistán, Colombia, Nicaragua, México, Filipinas, etc., etc., puesto que se ha adecuado a las necesidades y posibilidades locales.

Figura 5. CASA DE ODEILLO. Francia. Area de colección 100 mts². cada una. Diseño: Jacques Michel.

Figura 6. ESCUELA DE WALLASEY. Liverpool, Inglater Area de colección: 500 mts². Diseño: A. E. Morgan.

El caso de grandes complejos arquitectónicos y urbanos diseñados en la lógica de la Arquiecología intensiva en capital, también ha dado demostraciones objetivas como ha sido en Estados Unidos, Inglaterra, Francia. Rusia, Japón.
La hipótesis dei planteamiento de la Arquiecología es que si se han demostrado viables los proyectos extremos tanto de pequeña como de gran escala, todos los rangos del diseño arquitectónico también son proyectos económica y tecnológicamente viables.

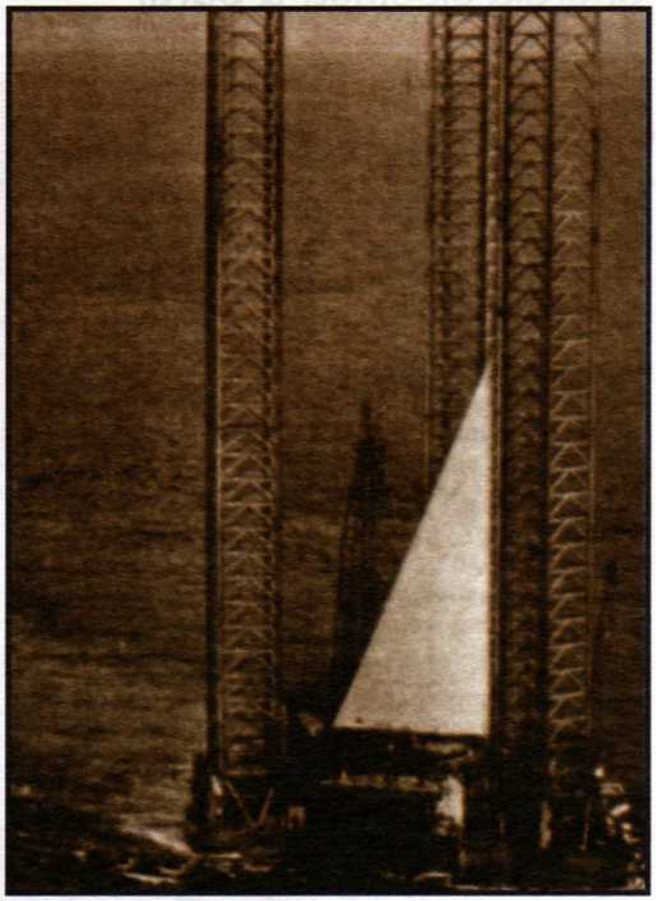
El reto para la arquitectura de vanguardia en México es prepararse con información técnica, asesorarse de especialistas y con mentalidad nueva y abierta reconsiderar el diseño tanto como proceso, así como de resultados específicos, y, en equipos transdiciplinarios, diseñar y construir Arquiecología en viviendas unifamiliares, vecindades, condominios horizontales, torres de departamento, complejos urbanísticos y también megalópolis.
El objetivo debe de ser incrementar la calidad de vida en los espacios arquitectónicos y la urgencia es inmensa, porque con la concentración urbana y el crecimiento de los asentamientos humanos, que de todas maneras tendrá lugar en México, o dejamos de preocuparnos para empezar a ocuparnos, o como en tantos otros campos del uso de las FNCE, las firmas y despachos extranjeros empezarán a instalar oficinas en México, Monterrey, Guadalajara, Minatitlán, etc., y también en el campo de la Arquiecología seremos tecnológicamente dependientes.

solar informa

VIENTO Y PETROLEO

Una noticia poco conocida y de alguna manera, si no contradictoria sí algo chusca, es que por primera vez en la historia, se utiliza la energía del viento para el transporte de una estructura marina poco convencional: una unidad de perforación para campos petroleros marinos, del tipo de gato.

En marzo de 1978, la plataforma-gato Rowan Loulsiana fue transportada de Galveston en Texas a la Sonda de Campeche en México. Espléndida, sujeta a la estructura de proa impulsó al navío, junto con las unidades motrices convencionales, la vela más grande que jamás haya sido construida.
La vela, de forma triangular, tiene 60 mts. de altura, y 25 metros en la botavara (que es la parte más ancha de la vela) lo cual da un área total de 750 mts.˝ tiene un peso de 4 Ton. y fue construida de dacron blanco.

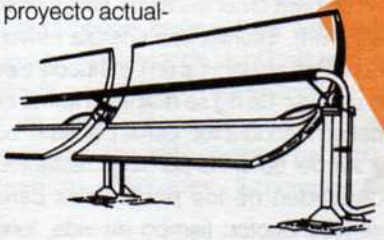


Los cálculos de diseño demuestran que con un viento de 31.5 nudos se producen hasta 27,000 libras de empuje, lo cual es más que la fuerza producida por un remolcador con un motor de 1,000 H.P.

Diseñada para usarse con total seguridad para la perforadora y la tripulación con vientos hasta de 40 nudos, los arquitectos navales han demostrado la viabilidad técnica del uso de la energía del viento con velas manejadas por servomecanismos y ahora se deberá probar la viabilidad económica ya que el equipo, la instalación, y las pruebas costaron entre $250,000 Y $300,000 dólares, siendo la recuperación a largo plazo.

NUEVA INVESTIGACION

El Instituto de Ingeniería de !a UNAM. tiene en construcción un sistema de colectores solares parabólicos con un área de JQOO mts.˝ y una capacidad de 440 Kw/Térmico. Se está investigando el acoplamiento del sistema energético solar a un generador eléctrico, almacenando energía térmica en un tanque de aceite de 33,000 lts. El proyecto actualmente se encuentra en fase de construcción y estará operando a toda su capacidad a mediados de 1982.



SEMINARIOS

SEMINARIO INTERNACIONAL SOBRE ENERGIAS NO CONVENCIONALES CON ENFASIS EN LA ENERGIA SOLAR del 4 al 9 de Mayo de 1981
MIAMI, FLORIDA, U.S.A.

"SOLAR RISING" CONFERENCE AND EXPOSITION DEL 26 al 30 de Mayo de 1981
PHILADELPHIA CIVIC CENTER

CONFERENCIA DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE FUENTES DE ENERGIA NUEVAS Y RONOVABLES Nairobi, Kenia.
Agosto de 1981

SOLAR WORLD FORUM INTERNATIONAL SOLAR ENERGY CONGRESS EXHIBITION del 23 al 28 de Agosto de 1981
BRIGHTON, ENGLAND

6TH NATIONAL PASSIVE SOLAR CONFERENCE del 8 al 12 de Septiembre de 1981
PORTLAND, OREGON

La **generación directa** de energía eléctrica **a partir de la energía solar**

J.L. del Valle, E.J. Pérez y A. Urbano

Este artículo tiene por objeto presentar, en un espacio corto una introducción a la conversión fotovoltaica de la energía solar, de tal manera que presente un panorama amplio que pueda servir de punto de partida a estudios más específicos de teoría, tecnología, materiales, estudios básicos, sistemas y aplicaciones, precios y mercados, repercusiones sociales, etc.

Figura 1. SISTEMAS FOTOVAOLTAICOS PARA EL BOMBEO DE AGUA (IZQ.) Y RECEPCION PARA T.V. (DER.)

1. LA CONVERSION FOTOVOLTAICA

La conversión directa de la energía solar a energía eléctrica, técnicamente llamada *conversión fotovoltaica,* es un proceso electrónico, directo e instantáneo que se produce sin fases de calor, por lo que no siendo un proceso termodinámico no es limitado por la eficiencia límite de Carnot. Es un fenómeno que se produce en frío y sin partes móviles. La energía eléctrica producida debe usarse instantáneamente o acumularse de alguna manera adicional ya que el conversar fotovoltaico no podrá retenerla o conservarla.

La definición más apropiada del efecto fotovoltaico fue propuesta por P. Rappaport desde 1959, como «La generación de un potencial eléctrico cuando una radiación ioniza la región cercana a la barrera de potencial de un semiconductor. Se caracteriza por una fuerza electromotriz auto generada y la habilidad para entregar potencia a una carga» proviniendo la potencia primaria de la radiación ionizante. De hecho la barrera potencial necesaria, o campo eléctrico que separa las cargas positivas de las negativas generadas por pares mediante la radiación ionizante, puede no sólo encontrarse en una unión P-N en un semiconductor, sino también en uniones metal-semiconductor, electrolito-semiconductor, heterouniones semiconductores y aún estructuras de varias capas como la metal aislante-semiconductor (MIS) o semiconductor-aislante-semiconductor (SAS).

2. CELDAS SOLARES Y TECNOLOGÍA

Una estructura fotovoltaica puede tener variadas aplicaciones, puede ser usada como un dispositivo detector: detector de partículas μ fotómetro, contador de eventos: como estructura de base para estudios fundamentales: fenómenos de transporte; efectos fotovoltaicos internos; o para obtener potencia eléctrica de corriente directa a partir del espectro de radiación electromagnética emitida por el sol. Cuando una estructura fotovoltaica se usa para este último fin, se le conoce como celda solar. Una celda solar es inherente a un convertidor de potencia de bajo nivel; cuando es iluminada por un sol brillante el dispositivo entrega un voltaje del orden de 0.5 volts. y una corriente que depende de la superficie de la celda, del orden de 25-30 mA por cm″. Así una celda circular de 8 cms. de diámetro proporcionaría una potencia de 0.630 watts en tanto que una de 10 cms. una potencia de watt, para una irradiancia solar incidente de 100 mw/cm″. Para proporcionar potencia eléctrica en aplicaciones definidas se hace uso en general de arreglos en serie de celdas llamados módulos solares que a su vez se alambran en serie-paralelo para satisfacer los requerimientos de la carga eléctrica.

La eficiencia de conversión de energía de las celdas solares definida como la relación de la potencia eléctrica obtenida sobre la irradiación incidente, es del orden del 10 al 25%, dependiendo del material semiconductor utilizado y de la estructura fotovoltaica empleada.

La irradiación solar en la superficie de la tierra puede llegar a ser hasta de 1 Kw/ M², en estas condiciones se requeriría una superficie de 1 m″ de celdas solares del 10% de eficiencia para obtener 100 watts de potencia eléctrica.

Estas eficiencias relativamente bajas se deben esencialmente al carácter eminentemente cuántico de la conversión fotovoltaica. Los fotones con energía menor que el ancho de banda prohibida del material semiconductor no pueden utilizarse para crear pares de carga positivas y negativas (hueco-electrón), fotones con energía mayor que el ancho de banda Eg crean en general un par hueco-electrón por fotón, la energía en exceso de Eg se disipa en forma de calor en la red cristalina del semiconductor; estas pérdidas combinadas pueden llegar a ser del 60%; las pérdidas restantes del orden del 20 al 30% dependen de los parámetros característicos del material semiconductor: tiempo de vida, longitud de difusión; velocidad de recombinación superficial de la estructura fotovoltaica:

unión p-n, metal semiconductor, etc. y de las limitaciones de los procesos tecnológicos utilizados: resistencia serie, coeficiente de reflexión,, etc. Actualmente se reutilizan conceptos que fueron planteados en los primeros años de estudio sobre la conversión fotovoltaica de la energía solar, para obtener celdas de mayor eficiencia, basados en la reducción de las pérdidas de no absorción de fotones con energías menores que Eg. Esto es, la utilización en cascada de varias estructuras fotovoltaícas con diferentes materiales semiconductores, por ejemplo Arsenuro de Galio, silicio y germanio. Este tipo de celdas se les conoce como celdas multicolor y podrían llegar a tener eficiencias del orden del 40%.

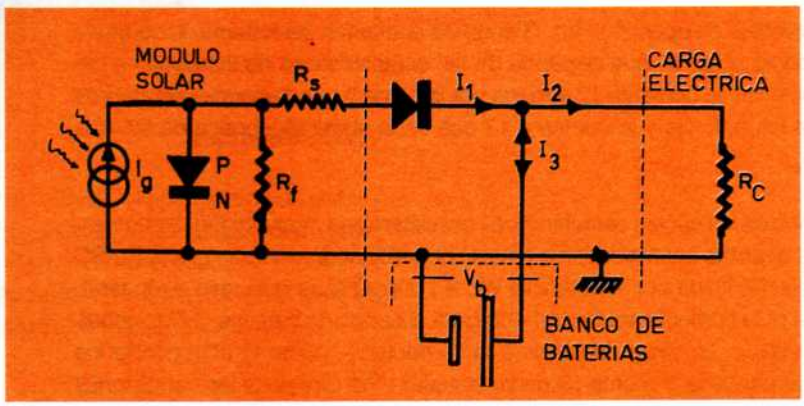


Figura 2. DIAGRAMA DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

Podría decirse que las investigaciones de carácter fundamental y aplicado así como las acciones de desarrollo tecnológico están motivadas esencialmente por un problema de tipo económico: el costo de estos dispositivos de conversión.. La eficiencia de las celdas, por ejemplo, se presta a controversias: celdas de baja eficiencia y baratas o d e alta eficiencia utilizando sistemas heliostáticos de concentración. En el primer caso, por ejemplo, estarían las celdas de Sulfuro de Cadmio (CU2S/CdS) y de silicio de amorfo y en el segundo, las de Arsenuro de Galio. Para las primeras se requeriría de grandes superficies en tanto que las segundas utilizarían un menor volumen activo de material semiconductor. Actualmente las celdas solares más usuales son las de silicio monocristalino, material semiconductor que es la base de las componentes electrónicas modernas y uno de los que se tiene mayor dominio tecnológico. Las eficiencias de conversión a nivel de producción son del 13% en promedio y se han desarrollado prototipos de laboratorio que alcanzan la eficiencia límite teórica esperada para este material: 18%. Las perspectivas de viabilidad económica en aplicaciones masivas se basan en dos aspectivas: la primera en sus métodos de producción automatizados y de gran volumen, la segunda en una obtención continua del material de la forma y características adecuadas (Tecnologías de listones o de membranas).

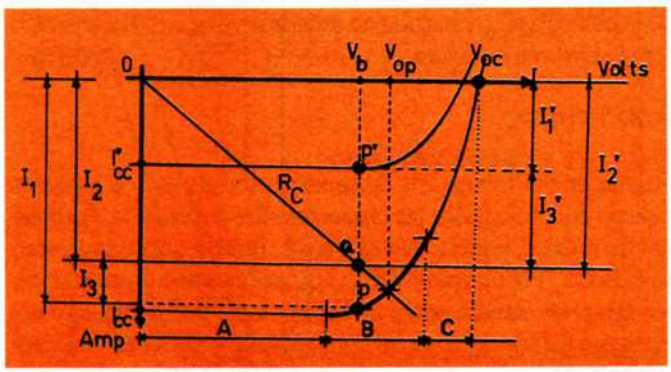


Figura 3. CURVAS CARACTERÍSTICAS ELECTRICAS DEL S.S.F.

Una perspectiva viable a mediano plazo se encuentra en la utilización de materiales semiconductores de silicio bien que no alcancen el grado de pureza del material actual: «Silicio calidad solar», o su perfección cristalina: «Silicio policristalino masivo», esto significa que el material de partida resulta más barato gracias a la puesta a punto de técnicas de purificación y crecimiento simplificadas.

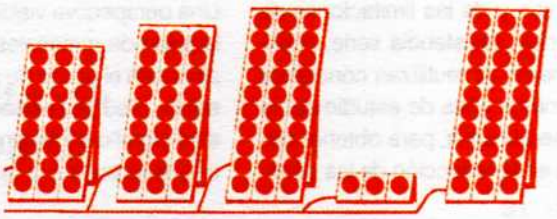
En México, en la sección de Electrónica del Estados Sólido del Departamento de Ingeniería del CIEA-IPN, se realizan actividades de investigaciones de base sobre las celdas solares de Arsenuro de Galio, celdas de silicio policristalino masivo y en un futuro próximo sobre las celdas de «silicio policristalino masivo calidad solar», así como actividades de desarrollo sobre los métodos y procesos de manufactura de celdas solares de silicio monocristalino y módulos en escala piloto. Por su parte en el Instituto de Materiales de la UNAM, se realizan actividades de investigación en el campo de las celdas solares de Cu2S/CdS, CU/CU20 y de estructuras fotovoltaicas de silicio amorfo.

3. SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS

Los sistemas Solares Fotovoltaicos (S.S.F.) están constituidos en general de tres elementos que son: 1. El elemento convertidor de Energía Solar a Energía Eléctrica del tipo continuo, constituido por el o los módulos solares fotovoltaicos. 2. El elemento consumidor de Energía, la carga eléctrica a operar. 3. El elemento almacenador de energía solar formado por un banco de baterías.

El principio básico de estos sistemas solare fotovoltaicos consiste en obtener un balance energético a lo largo del año logrando así la autonomía energética independientemente de las condiciones de insolación.

El diagrama de la Fig. 2 muestra al módulo solar mediante el circuito equivalente de una celda solar, el diodo de bloqueo (para evitar que la corriente de las baterías se descarguen por la noche sobre los módulos) ' la carga eléctrica a operar y el



banco de baterías con su voltaje de operación Vb. Siendo las corrientes del sistema, la corriente proporcionada por el módulo solar, I1, que depende de las características de insolación y del estado de carga de las baterías, la corriente 12 tomada por la carga y que depende únicamente del potencial eléctrico de las baterías y la corriente 13 que es la suma algebraica de las dos corrientes.

El comportamiento eléctrico de las curvas características del sistema en conjunto Fig. 3; muestra dos curvas del sistema a distintas condiciones de insolación trabajando con una carga fija RC demandando una corriente 12, fijada por el potencial Vb, al punto Q si a plena insolación tenemos la corriente I3, (punto p) la corriente sobrante 13 cargará al banco de baterías. Si las condiciones de insolación son bajas, la carga demandará la corriente I2', punto Q entregando los módulos sólo I1'. P' demandando la corriente 13' de las baterías. Por otra parte las condiciones de corriente pueden ser tales que la corriente convertida I1, sea igual a la demandada 12 (acople directo) o bien que el equipo no esté operando teniendo I1, = Ia, para finalmente operar el equipo (carga eléctrica) en condiciones de insolación nula (por la noche) donde 13, = - 13 Finalmente tenemos 3 regiones de operación de los sistemas solares fotovoltaicos: a) Región de saturación o descarga del sistema, b) Región de operación del sistema y c) Región de autorregulación o de sobrecarga del sistema.

Basados en la ingeniería de diseño de Sistemas Solares Fotovoltaicos se tienen aplicaciones solares en el medio rural no electrificado con una autonomía energética a lo largo del año (sistema balanceado) independientemente de las condiciones de insolación, de aquí que la opción solar fotovoltaica sea el medio idóneo para las comunidades que carezcan de los beneficios del sector eléctrico, siempre y cuando la potencia pico instalada no exceda el valor de 5 K watts-pico y 5 horas pico de insolación ó 25 U.S. Dlislwatt instalado.

4. LAS APLICACIONES. MERCADO Y PRECIO

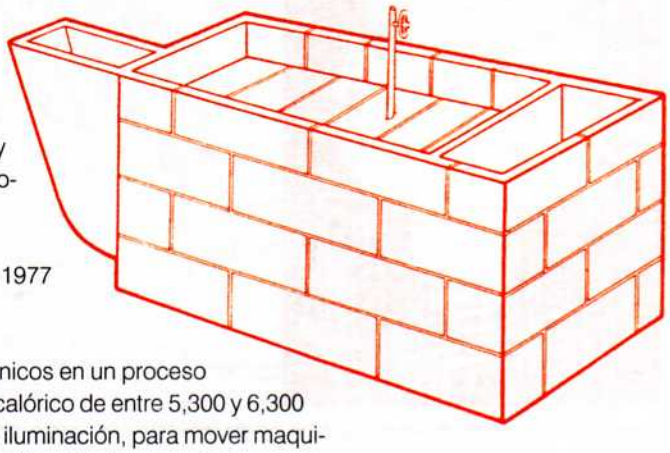
Las aplicaciones podemos clasificarlas en dos ramas, una de beneficio social y otra de servicios auxiliares profesionales. Siendo las de beneficio social las siguientes: Tele secundaria, Radiotelefonía, bombeo de agua, alumbrado público, retransmisores de T.V., Refrigeración. ionización de la tierra, hidroponia, control de insectos. Por otra parte en las aplicaciones de servicios profesionales tenemos: Retransmisores de U.H.F., señalamiento ferroviario, radio-faro aéreo, faro aéreo, faro naval, protección catódica para ductos, estaciones sismológicas, estaciones meteorológicas, estaciones forestales, equipos portátiles, alumbrado casero y público. La Figura 3 muestra una instalación experimental.

Evaluando todas estas aplicaciones, se estima un mercado probable del orden de los 400 K watts-pico anuales como mercado interno.

En relación al precio del Watt fotovoltáico, tenemos que existe una anarquía internacional de precios debido a lo incipiente y altamente evolutivo de la industria, conocimiento poco apropiado del mercado y políticas tanto de impulso a la industria como de conquista de mercado, entrando también en juego los volúmenes de compra y el tipo de tecnología desarrollada especialmente en el encapsulante. De aquí que tengamos que, mientras compañías ensambladoras en México (la única hasta ahora establecida) ofrece precios de 40 U.S. Dlls/ watt, otras representaciones extranjeras en nuestro país ofrecen precios entre 25 y 52 U.S. Dlls/ watt. En contra parte compañías sin representación, ofrecen cotizaciones de 9, 12 y 15 U.S. Dlls/ watt puestos aquí.

solución energética en china

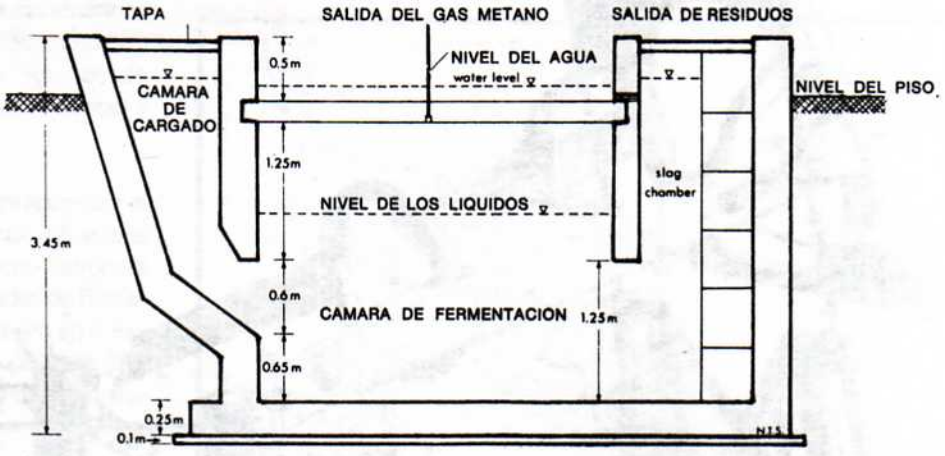
Vajcav Simil (Ed.)



En los últimos años una de las experiencias más notables en cuanto a instrumentación de ecotécnicas a gran escala, es el caso de China en que se han demostrado los beneficios de la utilización de tecnologías relativamente simples y eficientes que utilizan recursos abundantes y lo que es más: renovables.

Esta experiencia China se ha fundamentado en la construcción a 1977 de por lo menos 4.3 millones de digestores.

Los digestores son cámaras cerradas en que los desechos orgánicos en un proceso de fermentación anaeróbica producen gas metano con un valor calórico de entre 5,300 y 6,300 kilocalorías por metro cúbico, mismo que se utiliza para: cocinar, iluminación, para mover maquinaria agrícola y generar corriente eléctrica. Según la experiencia China, los insumos óptimos son cercanos a la siguiente proporción: 10% excreta humana, 30% estiércol, 10% desechos vegetales y 50% de agua.



En México y América Latina existen experiencias en la producción de biogas y de fertilizante natural que es el subproducto del digestor, pero en ningún caso se han difundido masivamente estas ecotécnicas.

La simplificación de los digestores de tal manera que se puedan reducir los costos de construcción y facilitar la maniobra de operación a la vez de comprender las características culturales de las comunidades usuarias son requisitos indispensables para la incorporación social, en zonas rurales, de este tipo de innovaciones tecnológicas.

Quizás estos diseños Chinos puedan estimular la inventiva y el proceso de simplificación tan necesario para la instrumentación exitosa de los digestores de metano.

artécnica

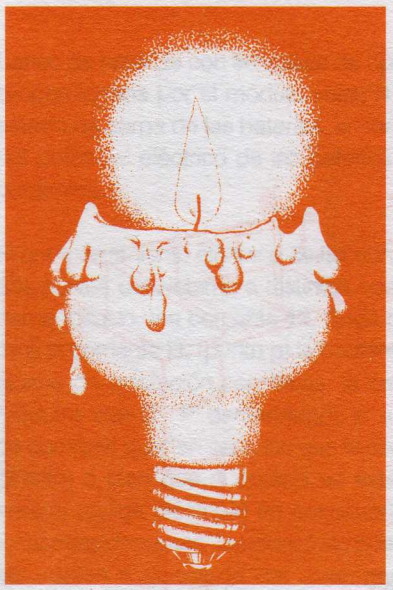


Figura 1. Ilustración Edward Lutczyn, Polonia

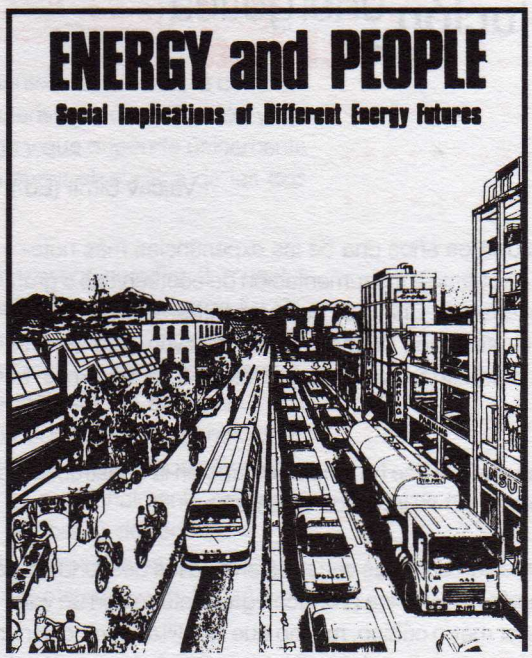


Figura 2. Opciones energéticas y estilos de vida alternativos planteados por el ilustrador Michael Gerschde. Canberra, Australia.

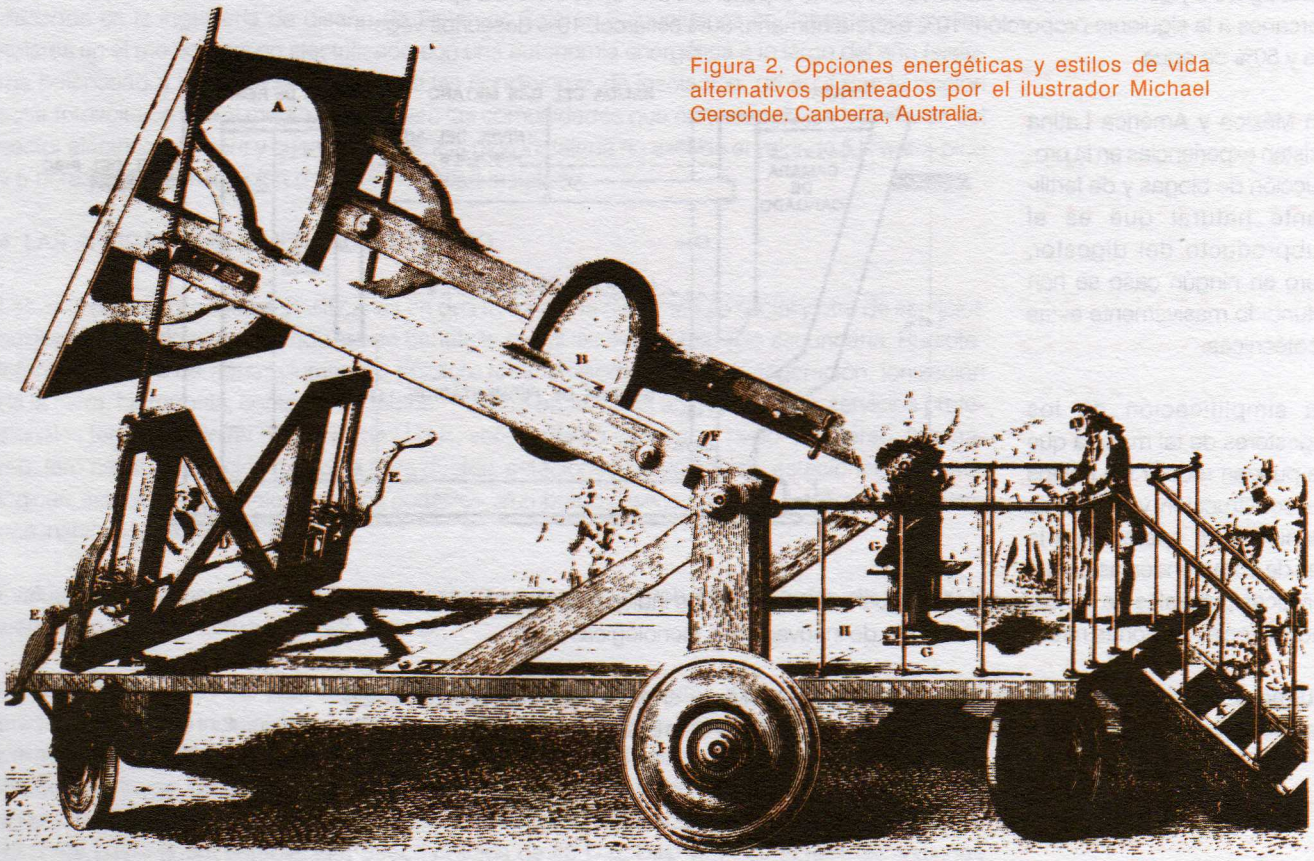


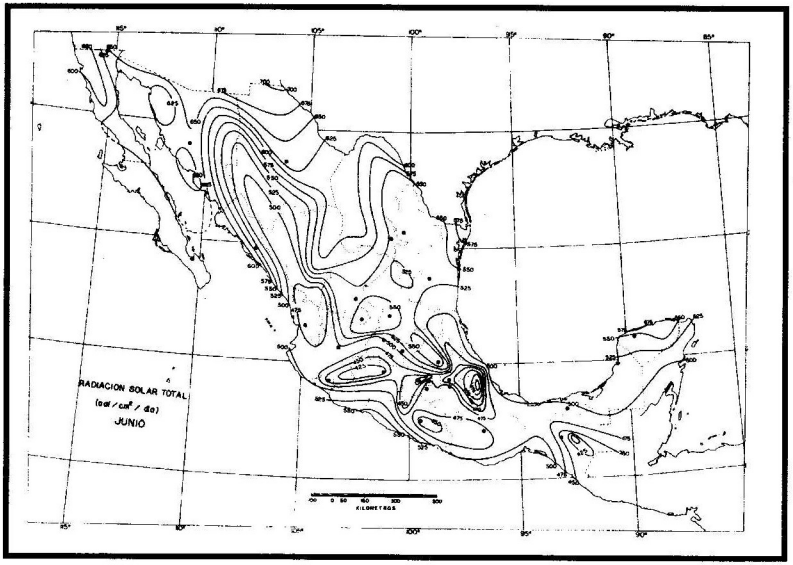
Figura 3. Demostración de Lavoisier de cómo es posible utilizar los rayos solares para producir altas temperaturas. La máquina consistía de dos lentes convergentes de vidrio en cuyo foco se fundió Fierro y se hicieron aleaciones de Platino en la Academia Real de Ciencias en Francia, en el siglo XVIII.

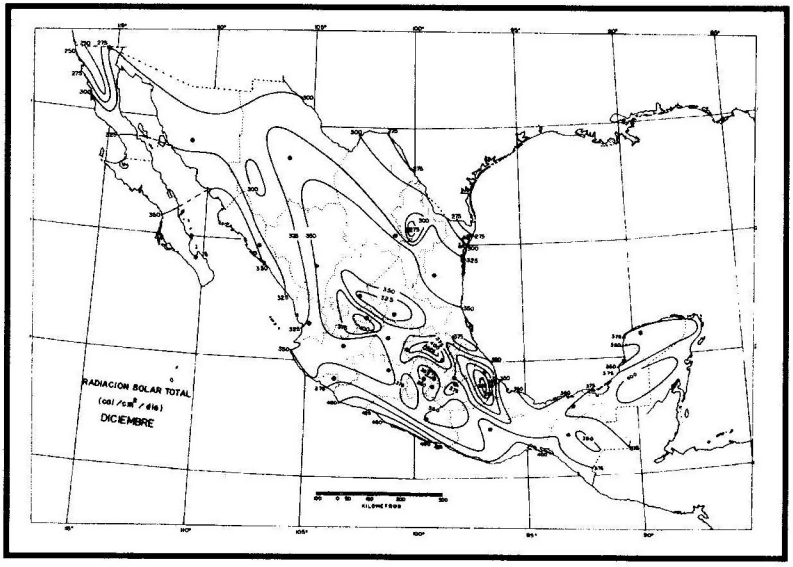
radiación solar

Los estudios de radiación solar se iniciaron en México en el Observatorio Astronómico Nacional de Tacubaya de mayo de 1911 a octubre de 1917 y se continuaron en el Observatorio Meteorológico Central de Tacubaya de enero de 1923 a junio de 1928, siendo analizados los datos y publicados los resultados por el Dr. L. Gorczyñski durante su estancia en nuestro país. Las mediciones comprendieron básicamente a la componente directa de la radiación solar.

Fue con motivo del Año Geofísico Internacional que se reanudaron las observaciones de la radiación solar en México, el primero de julio de 1957, esta vez en la Ciudad Universitaria como Observatorio Central y Veracruz y Altzomoni (en las faldas del Iztaccihuati) como estaciones secundarias. En 1960 se retiró la estación del Volcán y se instaló una nueva en la ciudad de Chihuahua. A la fecha, se cuenta con el Observatorio Central de Ciudad Universitaria en donde se miden todas las componentes del campo de radiación y Chihuahua y Orizabita, Hgo. (desde 1968) midiéndose en ambas radiación global y radiación directa total y espectral.

Todos los instrumentos están calibrados con el Pirheliómetro Patrón de Ángstrom No. 166, el cual a su vez está referido al Pirheliómetro Patrón de Ángstrom No. 120 del Centro Mundial de Radiación de Davos. Los datos se expresan en la Escala Pirheliométrica Internacional de 1956 (IPS 1956) y se considera que el error máximo instrumental es de ± 5%.





Tomado de: ESTUDIO DEL CLIMA SOLAR EN LA REPÚBLICA MEXICANA. IGNACIO GALINDO Y ADOLFO CHÁVEZ. INSTITUTO DE GEOFÍSICA, UNAM. 1977.

XXV SEMANA NACIONAL DE ENERGÍA SOLAR

SAN LUIS POTOSÍ, SAN LUIS POTOSI
1-5 DE OCTUBRE DE 2001

La Asociación Nacional de Energía Solar, A.C. anuncia la celebración de su XXV Semana Nacional de Energía Solar que tendrá lugar en la Cd. de San Luis Potosí, San Luis Potosí, del lunes 1 al viernes 5 de octubre de 2001, correspondiendo en esta ocasión a la Universidad Autónoma de San Luis Potosí ser la institución anfitriona.

Participantes

Se convoca a los investigadores, docentes, estudiantes, industriales, funcionarios públicos, ONG's y demás personas interesadas en las Fuentes Renovables de Energía, a participar en esta reunión nacional.

Actividades

Cursos de actualización: Se abordarán al menos los siguientes temas: Secado solar, Arquitectura Bioclimática, Potabilización de agua mediante energía solar, Ahorro y Uso Eficiente de Energía, Concentradores solares, Calentadores Solares Planos, Refrigeración Solar, Bombeo de Agua con sistemas fotovoltaicos y Generación de electricidad con plantas minihidráulicas. Cada uno de estos cursos tendrá una duración aproximada de 16 horas y serán ofrecidos de manera simultánea los días 1 y 2 de octubre.

Reunión Técnica: Tendrá ligar los días miércoles 3, jueves 4 y viernes 5 de octubre. A lo largo de esta reunión se presentarán los trabajos de los investigadores, tecnólogos y profesionistas participantes en la modalidad de ponencia (20 minutos). Habrá también conferencias plenarias y mesas redondas a cargo de investigadores y profesionales expertos en energías renovables.

Exposición Industrial: Se presentará a lo largo de toda la semana y se podrán apreciar equipos y tecnologías diversas relacionadas con el uso de las fuentes renovables de energía, presentadas por empresas y compañías nacionales e internacionales, lideres en sus campos.

Exposición Fotográfica: Se presentará también a lo largo de toda la semana y presentará una retrospectiva de lo que han representado para la ANES y para México 25 años de esfuerzo por impulsar el uso de las energías renovables en México y el mundo.

Festejos por los XXV años de las Reuniones Nacionales de Energía Solar: Se organizarán una serie de festividades y homenajes a todas aquellas personas físicas y morales que han tenido un papel destacado en la promoción y desarrollo de las fuentes de energía renovable en México, así como de aquellos que le dieron origen a la ANES.

Presentación de trabajos

Para participar con algún artículo en la Reunión Técnica se deberá enviar un resumen del mismo de alrededor de 500 palabras, en el que se describan los resultados originales, las aplicaciones novedosas, así como metodologías novedosas, proyectos de desarrollo o información relevante relacionada con las Fuentes Renovables de Energía. El resumen deberá incluir los nombres de los autores, sus instituciones, direcciones postales, números telefónicos, números de fax y direcciones de correo electrónico.

Fechas

Marzo 15, 2001. Los resúmenes (original y copia) deberán llegar antes del 15 de marzo al Presidente de la ANES, Dr. Rubén Dorantes Rodríguez, con dirección postal: Universidad Autónoma Metropolitana, Azcapotzalco, Departamento de Energía. Av. San Pablo No. 180, Col. Reynosa Tamaulipas, CP 02200 México, D.F., tel. 53189046 al 48, fax. 53947378 y e-mail: rjdr@correo.azc.uam.mx, a45l44@prodigy.net.mx

Abril 9, 2001. Los autores serán notificados de la aceptación (en su caso) de sus resúmenes y se les enviarán las instrucciones para la preparación de los artículos terminados.

Mayo 30, 2001. Fecha límite para la recepción de los trabajos in extenso. En caso de requerir modificaciones, las observaciones de los revisores serán enviadas a los autores durante la segunda semana de junio.

Julio 30, 2001. Fecha límite para la recepción de versiones finales.

Consejo X, ANES

Presidente
Dr. Roberto Best y Brown
e-mail: rbb@mazatl.cie.unam.mx

Vicepresidente
Dr. Rubén J. Dorantes
e-mail: rjdr@hp900a1.uam.mx

Secretario General
Dr. Yasuhiro Matsumoto
e-mail: ymatsumo@mail.cinvestav.mx

Tesorero
Ing. Rodolfo Martínez Strevel
e-mail: strevel@data.net.mx

Secretario de Publicaciones
Dr. Wilfrido Rivera Gómez F.
e-mail: wrgf@mazatl.cie.unam.mx

Secretario de Organización
Dr. Adolfo G. Finck Pastrana
e-mail: adolfo.finck@uia.mx

Secretario de Asuntos Industriales
Ing. Arturo Romero Paredes
e-mail: aromerop@mail.internet.com

Secretario de Asuntos Internacionales
Ing. Vicente Estrada Cajigal
e mail: vestrada@solartronic.com

Secretario de Relaciones
Dra. Gabriela Alvarez García
e-mail: cenidet2@infosel.net.mx

Secretario de Asuntos Regionales
Ing. Ma. Dolores Durán García
e mail: mddg@coatepec.uaemex.mx

Secretario de Vocalías Técnicas
Ing. Eduardo Rincón Mejía
e-mail: erincon@coatepec.uaemex.mx

Secretario Técnico
M.I. Norberto Chargoy del Valle
e-mail: ncv@pumas.iingen.unam.mx

Secretario de Eventos Especiales
M.C. Jassón Flores Prieto
e-mail: cenidet@infosel.net.mx

Esta revista terminó de imprimirse en los talleres de Lito-Casa, Cuernavaca, Morelos.
El tiraje fue de 1000 ejemplares, mas sobrantes para reposición.
Septiembre 2000

Diseño de nueva imagen editorial y formación, así como diseño de logotipo Millennium Solar Forum 2000
L.D.G. Maresa Oskam-Roux
integra@i-negocios.com

DIRECTORIO de INDUSTRIALES pertenecientes a la ANES

BUFETE DE TECNOLOGIA SOLAR, A.C.
Especialista en instalación de equipo solar
Rosal No. 180, San Pedro Mártir, 14650 Tlalpan, D.F.
Ing. Rodolfo Martínez Strevel
strevel @ data.net.mx
Tel. y fax 55 13 42 97

INDUSTRIA ELECTRICA DE MEXICO
Especialistas en la instalación de sistemas fotovoltaicos
Vía Dr. Gustavo Baz # 340, Tlanepantla 54000,
Estado de México.
Ing. Carlos Flores M.
Tel. 53 10 57 11

MODULO SOLAR
Especialistas en calentadores solares y termotanques
Ave. Atlacomulco 62430, Cuernavaca, Mor.
Ing. Octavio García M.
Tel. 73 12 36 07
modulo@modulosolar.com

SISTEMAS Y COMPONENTES EN ENERGIA SOLAR
Especialistas en calentadores solares y termotanques
Av. Universidad # 22, Col. Sta. María 62100,
Cuernavaca, Morelos
Sr. Alberto García Esquivel
Tel. 73 11 03 81
siconeso@prodigy.net.mx.

SIMOSOL
Especialistas en la instalación de sistemas fotovoltaicos
Terrazas 11 800, Colonia Ampl. La Esperanza 31430,
Chihuahua, Chihuahua.
Ing. Refugio Cabrera
Tel. 14 34 02 42

TERMOSOLARES REYES
Especialistas en calentadores solares y termotanques
Calz. De los Indios # 24, Col. Sta. Fe,
La Piedad, Michoacán
Sr. Rafael Reyes
Tel. 35 26 07 43

HELIOCOL DE MEXICO, S.A. DE C.V.
Av. Nuevo León # 108, despacho 302,
Col. Condesa, 06100 México, D.F.
Ing. Héctor Fidel
Tel. 55 53 49 90
heliocol@infosel.net

ENER SOL DE CD. JUAREZ
Saltillo # 867, Col. Exhipodro, 32300,
Cd. Juárez, Chihuahua.
Ing. Víctor Meráz
Tel. 01 16 13 68 05
vmeraz@infolink.net.mc

COMERCIAL FEMEX, S.A. DE C.V.
Gobernador González Calderón # 1,
Col. Daniel Garza. 11830 México, D.F.
Ing. Walter Feldhaos
Tel- 52 73 18 77
imprema@avantel.net

GRUPO SOLAIRE, S. A. DE C. V.
Ocaso #101, 4º piso, Desp. 402., Col. Insurgentes
Cuicuilco., C.P. 04530, México D.F.
Ing. Máximo Diez
Tel 56 06 5397 fax 55 28 1092
gsolaire@usa.net

SUNWAY DE MÉXICO S.A. DE C.V.
Ejército Nacional 1162 planta baja
Polanco, México D. F. 11570
Tel. 6 395 5771
sunwaymx@infosel.net.mx

POTENCIA INDUSTRIAL, S.A.
Fabricantes de aerogeneradores
Av. Año de Juárez #205, Col. Granjas San antonio,
Iztapalapa, 09070, Mexico, D.F.
Tel. 5686 7113, 5685 1661, Fax 5686 7006
cgott@ienlaces.com.mx

ANES