

# DE LA COCINA DOMÉSTICA A LAS APLICACIONES INDUSTRIALES LA TECNOLOGÍA SOLAR DE CONCENTRACIÓN EN INDIA

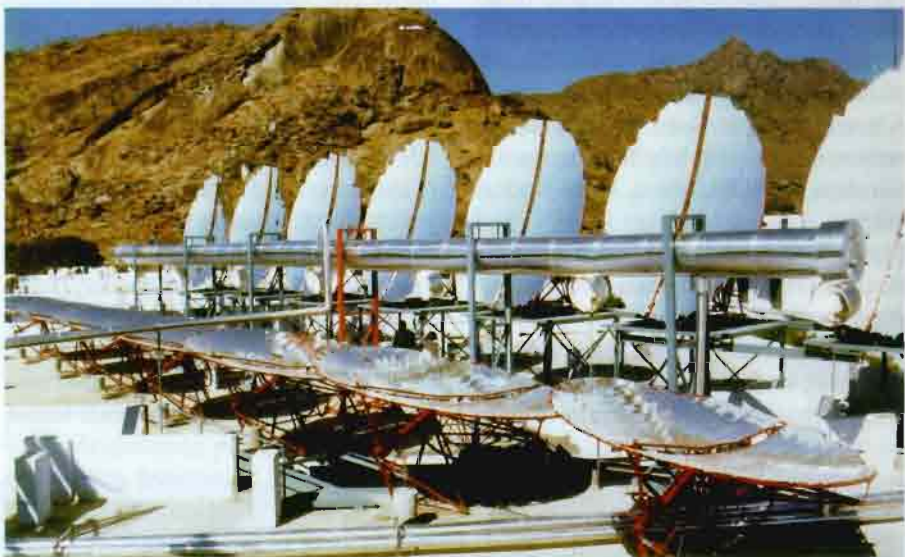
Marta Pahissa

## LA TECNOLOGÍA SCHEFFLER

Inicialmente, el objetivo que condujo al desarrollo de los reflectores Scheffler fue hacer la cocción solar comunitaria lo más cómoda posible. Y para que cocinar con el sol resultara sencillo y práctico, se planteó que el emplazamiento del fogón debía ser fijo y preferentemente dentro del propio edificio, requerimientos que los típicos modelos de cocina solar no pueden satisfacer. Con estas ideas de base se desarrolló un reflector parabólico que, situado en frente del edificio de la cocina, concentrara los rayos solares en un punto determinado e inmóvil (el foco), además de rotar de forma sincronizada con el Sol en torno a un eje paralelo al eje terrestre. Al mismo tiempo, se pretendía que este dispositivo pudiera ser elaborado en cualquier taller modesto, con materiales disponibles localmente en países en vías de desarrollo. Así, la estructura básica del reflector Scheffler está construida a partir de perfiles de medidas comerciales de acero, y para la superficie reflectora se utilizan espejos de vidrio. Con este modelo de cocina solar se pretendía dar respuesta a los grandes volúmenes de cocción habituales en las instituciones con comedores comunitarios, a los que otros diseños de cocción solar no podían satisfacer con la misma practicidad. Después de 20 años de desarrollo de la tecnología, actualmente existen más de 800 reflectores parabólicos Scheffler construidos por todo el mundo en instalaciones que requieren energía calorífica y desean usar la energía solar.

El primer diseño de cocina solar parabólica comunitaria de Wolfgang Scheffler data de 1986, y desde entonces la tecnología ha sido sometida a continuos desarrollos y se han probado múltiples aplicaciones. Existen proyectos aún en periodo de desarrollo o implantados puntualmente que

Aunque resulta evidente que las tecnologías de cocción solar son útiles para un mundo donde más de un tercio de la humanidad depende de la leña para cocer sus alimentos, no resulta tan sencillo imaginar el salto tecnológico desde las modestas cajas-horno solares de cartón presentes en múltiples campos de refugiados de África, hasta las gigantescas instalaciones industriales con tecnología solar de concentración. Sin embargo éstas últimas también están basadas en diseños originalmente ideados para la cocción comunitaria. Uno de los principales responsables de este empuje al desarrollo de las aplicaciones industriales con la tecnología solar de concentración, ideada inicialmente para la cocción de alimentos en grandes volúmenes, es el físico austriaco Wolfgang Scheffler, creador y promotor de una tecnología de reflectores solares que, rebautizados en India, actualmente se conocen con su apellido.



Vista de la instalación de Taleti en el centro espiritual Brahma Kumaris Shantivan Complex en Abu Road (Rajhastán - India). En funcionamiento desde 1999, se han medido temperaturas de hasta 850°C en el foco y, en condiciones ideales, -el área llega a recibir una radiación solar de 1.050 kWh/m<sup>2</sup>-, la generación máxima del sistema alcanza los 3.800 kg de vapor/día.

usan la tecnología Scheffler en secaderos, sistemas de esterilización, crematorios, deshidratadores, motores Stirling o acumuladores de calor. Pero durante los años recientes, ya se han construido varios sistemas comerciales de cocción solar con vapor a baja presión, la mayoría de ellos en India. Instalaciones como la primera gran cocina solar con 84 reflectores en el complejo de Taleti en Rajhastán, en funcionamiento desde 1999, o la más reciente instalación en el 2002 en el templo de Tirupathi en Andhra Pra-

desh, con 106 reflectores para cocinar menús diarios para más de 18.000 personas, se han replicado en menor tamaño por todo el territorio indio con la ayuda de las subvenciones del Ministry of Non-conventional Energy Sources del Gobierno de India. El éxito de estas instalaciones, algunas situadas en gigantescas cantinas de ashrams muy frecuentados, ha popularizado la tecnología en el subcontinente y ha empezado a despertar el interés entre los círculos industriales. El aumento del precio internacional del

barril de crudo desde los 12 dolares USA en octubre de 1998 hasta los cerca de 65 dolares USA actuales, la débil posición de India en el mercado mundial para contener los precios interiores <sup>(1)</sup>, la reciente caída del precio de la rupia india frente al dólar estadounidense, valor de referencia para el precio del barril, y la tremenda dependencia de las importaciones de petróleo, -un tercio de las importaciones totales nacionales, fracción aún mayor que la de otros países realmente pobres en recursos energéticos como Alemania o Japón-, han acabado de decantar la balanza para algunos empresarios indios.

### APLICACIONES INDUSTRIALES DE VAPOR SOLAR

El vapor y el aire caliente juegan un rol crucial en determinados procesos industriales de manufactura. Pero la generación de vapor usando LDO (light diesel oil), HSD (high speed diesel), petróleo para calderas o electricidad resulta cada vez más costosa, además de que en contextos nacionales como el indio, la fiabilidad de los suministros no es óptima; situación que inevitablemente repercute en el precio final del producto. Este contexto ha alentado a algunos emprendedores indios a buscar fuentes alternativas de energía de menor coste para generar el vapor que requiere su empresa.

Algunas de las instalaciones diseñadas originalmente para cocción, ya están destinando parte del vapor so-

lar a baja presión que generan hacia otras aplicaciones. Es el caso del Global Hospital en Mount Abu (Rajastán) construido en el 2002, que cuenta con un sistema de 10 reflectores de 12,6 m<sup>2</sup> de superficie concentradora y desvía el vapor de cocción alternativa-mente para usarlo en dispositivos de autoclave y en la lavandería del propio hospital. Pero para satisfacer los requerimientos de vapor para plantas industriales parecía necesario desarrollar instalaciones con mayor potencia que las construidas hasta el momento. Con este objetivo, se incrementó el tamaño de la superficie reflectora hasta 16 m<sup>2</sup> por unidad y se perfeccionó el diseño de los dispositivos de recepción para optimizar el intercambio de calor y del mecanismo de seguimiento diario de la trayectoria solar. El propio Ministry of Non-conventional Energy Sources financió el primer prototipo donde se desarrollaron los tests y experimentos llevados a cabo por Wolfgang Scheffler y el ingeniero indio BK Jayasimha para estudiar la rigidez de los materiales y las conversiones requeridas en base a los modelos originales para conseguir un diámetro menor de foco (45 cm). La construcción del primer reflector de 16 m<sup>2</sup> terminó a mediados del 2004 y desde entonces han sido varios los industriales que se han interesado en el producto.

La primera gran instalación de generación de vapor con tecnología Scheffler enteramente industrial se inauguró en marzo del 2006. Está situada en



Detalle de una instalación de reflectores solares Scheffler de 10 m<sup>2</sup>. El acero y los espejos son los únicos materiales básicos necesarios para la construcción del reflector.

la fábrica Gajaraj Cleaners en Ahmednagar (Maharashtra - India), una planta que cuenta con una plantilla de 40 trabajadores, y donde actualmente el sistema solar genera vapor para la limpieza en seco, lavado y planchado de sarees, kurtas y todo tipo de ropa



Vista de la empresa de lavandería Gajaraj Cleaners durante la fase de instalación de reflectores solares para generación de vapor en el terrado del edificio. El dispositivo receptor funciona por termosifón recirculando el agua presurizada hasta el tanque central de almacenamiento desde el que se canalizan las demandas de vapor de la maquinaria situada en la planta inferior.

### NECESIDADES ENERGÉTICAS

India se encuentra en el llamado cinturón solar de la Tierra y recibe la energía solar equivalente a cerca de 5 millones TWh/año. Con una media en su territorio que oscila entre 2.300 y 3.200 horas de radiación solar anual, la incidencia media de energía solar en el país se sitúa entre 4 y 7 kWh/m<sup>2</sup> por día. Aún así, India es el 7º importador mundial en volumen de petróleo (79 Mt) por delante de China y España (2001), el 3º productor mundial de carbón (334 Mt), por detrás de China (1.326 Mt) y USA (917 Mt), y el 6º importador de carbón mundial. Las emisiones de CO<sub>2</sub> debidas únicamente a la quema de combustibles fósiles, ascienden a 1.013 Mt anuales, aún muy por debajo de la media mundial que se sitúa en los 3,85 toneladas de CO<sub>2</sub> por cápita pero creciendo a pasos gigantescos. Por otra parte, dentro del mismo país existen extraordinarias desigualdades, mientras la clase consumidora media crece con rapidez y acumula coches y electrodomésticos, el 48% de las familias no disponen de una vivienda estable. Igualmente, y debido a la baja eficiencia de combustibles y tecnologías, la proporción de consumo de energía en las viviendas es de los más elevados de Asia (representa el 50% de la energía del país), en comparación con China (40%) o los hogares de países industrializados, donde esta proporción puede oscilar entre el 15% y el 25%.

tradicional india que llega desde diversas tintorerías cercanas a la planta. El proyecto se compone de 15 reflectores de 16m<sup>2</sup> que, instalados en el tejado con una radiación solar media de 800 W/m<sup>2</sup> durante 8 horas diarias, generan más de 600 kWh útiles al día. El área reflectora total de la instalación alcanza los 240 m<sup>2</sup> y los receptores (de 50 cm de diámetro) permiten generar vapor a 8-12 bares, la presión necesaria para los usos que se dan en la planta. Se ha medido un ahorro diario de 75 litros de LDO, lo que indica un periodo de payback de cerca de 3 años. Si al coste total de la instalación substraemos el 35% de ayuda financiera que el Ministry of Non-conventional Energy Sources del gobierno indio aplica a las instalaciones de sistemas solares de generación de vapor, el periodo de payback para esta instalación se reduce a cerca de 2 años.

Pero esta fábrica no es el único ejemplo, en el pasado mes de marzo, también se terminó la instalación de 4 reflectores de 16m<sup>2</sup> para generar vapor para la limpieza a presión de componentes de compresores en la empresa india Kirlosker Copeland, Ltd. Con una superficie reflectora total de 64 m<sup>2</sup>, la instalación genera vapor a una presión de trabajo que oscila entre los 3 y los 12 bares según el uso requerido. El ahorro diario en este caso, se traduce en 160 kWh de energía eléctrica.

Actualmente, y también en la ciudad de Ahmednagar, se está desarrollando un proyecto de generación de vapor solar a 120°C aplicado a la evaporación de 1.000 litros diarios del agua de la leche para la elaboración de dulces. En fase de construcción, existe también otro impresionante proyecto situado en el hospital del Muni Seva ashram de Goraj, en el estado indio de Gujarat que prevé sustituir las más de 1.300 toneladas de leña que en el 2005 se quemaron en las calderas para la refrigeración del hospital, por una instalación de 90 reflectores solares Scheffler de 12 m<sup>2</sup>. El vapor solar generado, juntamente con un sistema de back-up para picos de demanda, alimentará el ya existente sistema de refrigeración de bromuro de litio que provee al hospital de aire acondi-



Almacén de leña en el Hospital Muni Seva ashram para el año 2006 destinada a ser quemada para alimentar el sistema de refrigeración del hospital durante un año.

### LA COCCIÓN CON FUEGO Y LA COCCIÓN SOLAR

Una actividad tan aparentemente inofensiva como cocinar genera una importante cantidad de emisiones a la atmósfera. Una familia en un país en vías de desarrollo puede consumir fácilmente una media de 4 toneladas de leña para cocinar, que liberan cerca de 7,2 toneladas de CO<sub>2</sub>. En términos generales, y teniendo en cuenta que en el mundo entre 2.000 y 2.500 millones de personas cocinan con fuego en el suelo y el resto con sistemas más eficientes pero que también generan emisiones, cerca del 15% del total de carbono que anualmente liberamos a la atmósfera, son causados por la cocción.

Actualmente cerca de un tercio de la humanidad depende de la leña para cocinar y su situación es deplorable. En zonas rurales de países en desarrollo, mujeres y niños tienen que caminar entre 1 y 5 horas diariamente para reunir suficiente leña, y en algunas ciudades el precio de la leña sube tanto que supera el propio precio de los alimentos que se pretenden cocinar. Mujeres y niños son los principales recolectores de leña, que representa una media del 80% del total de energía consumida en los hogares de los países en vías de desarrollo de Asia (40% en América latina y 60% en África). Cerca de la mitad de los 3.200 millones de toneladas de madera recolectada en todo el planeta se queman como combustible y, en algunos lugares, esta proporción llega a las 4/5 partes. Las tasas de deforestación son muy elevadas en todo el mundo (11,4% en Asia, 9,6% en África occidental y 14% en América central) y la deforestación causada estrictamente por la tala de leña como combustible para cocción se calcula en unos 25.000 Km<sup>2</sup>/año. Una comunidad rural tipo de un país no desarrollado destina el 89% de su consumo energético a la cocción de alimentos cuando, sorprendentemente, en muchos de estos lugares la radiación solar es del orden de los 5,5 kWh/m<sup>2</sup>. Usando el Sol como "combustible de cocción" se puede ahorrar tiempo y dinero, además de evitar la deforestación, la contaminación por combustión y prevenir problemas de salud causados por el humo del fuego acumulado en el interior de los hogares. El tradicional fuego en el suelo rinde cerca del 5%, el resto de energía se disipa, y el típico horno de leña aprovecha un máximo del 25% del calor generado por la combustión de la madera seca para cocinar. Las cocinas de gas natural actuales permiten aprovechar hasta un 30%. Con una cocina solar, se pueden conseguir eficiencias de hasta el 50% con un combustible inagotable y no contaminante.

cionado en verano, ventilación en invierno y suministra el frío para determinadas aplicaciones hospitalarias en algunas salas del recinto. Se prevé inaugurar la instalación a principios del 2007. La disponibilidad de energía, aunque no el único, es uno de los ingredientes esenciales para el desarrollo socio-económico de un país.

Mejorar los niveles de vida y promover el crecimiento económico implica, en parte, aumentar el consumo de energía. Con una población que en el 2005 se estimaba en más de 1.080 millones de personas, una escasez en pico de demanda actualmente de cerca del 14% y un déficit de energía del 8,4%<sup>(2)</sup>, el subcontinente indio es pro-

fundamente dependiente de la importación de combustible. El Ministry of Non-Conventional Energy Sources (MNES), -el único ministerio del mundo dedicado exclusivamente a la promoción de las fuentes de energía renovables-, calcula que en el 2012 el país importará entre el 35-40% de su energía primaria. En un contexto como éste no resulta sorprendente que una tecnología como la Scheffler, eficiente, fiable, sin patentes de por medio, sin necesidad de maquinaria pesada para su construcción, con materiales localmente asequibles, un periodo de payback corto, de mantenimiento fácil y que cuenta con el apoyo financiero del gobierno, se haya despegado del círculo de la cocción solar. Sus virtudes están corriendo del boca

a oreja a la velocidad de la luz, solar, entre la clase más emprendedora de India.

1. A precios de finales del 2005, se calcula que debido a la débil posición de India entre las mayores economías mundiales que crean cartel para sus compras de crudo, el exceso de sobre-coste que sufre el país en relación a otras economías mejor posicionadas, se sitúa alrededor de los 54.000 millones de US\$ anuales.

2. "Thermal power generation: Key issues in India", TERI - Tata Energy Research Institute (2001)

Fundación Tierra

#### UNA OPORTUNIDAD ÚNICA EN ESPAÑA

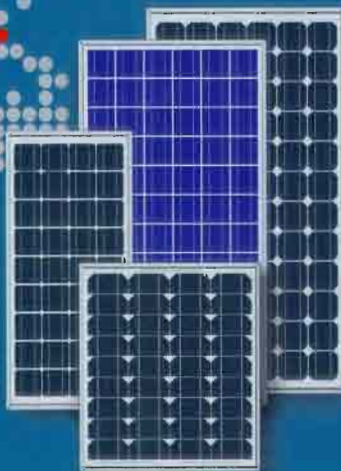
Del 12 al 14 del próximo mes de julio se celebra en Granada (Andalucía) la Vith Solar Cookers and Food Processing International Conference. Las máximas autoridades sobre tecnología solar aplicada al procesado de alimentos se reunirán en un evento inédito en el Estado español para presentar las últimas novedades y debatir sobre futuras líneas de acción. El Parque de las Ciencias de Granada acogerá prototipos de todos los continentes y prestará su recinto para demostraciones y exposiciones, paralelamente con la celebración de la 11ª edición del tradicional Encuentro Solar este año centrado en "El fin de la era del petróleo". Más información e inscripciones en: [www.solarconference.net](http://www.solarconference.net) y [encuentro.terra.org](http://encuentro.terra.org)

**SUNTECH**  
尚德电力  
A WORLD CLASS CORPORATION

Para energizar nuestro **Futuro**  
**Dinamismo en fotovoltaica**

#### MÓDULOS SOLARES CRISTALINOS DE GAMA ALTA

- Rango de potencias desde 5Wp hasta 280Wp
- Tecnología líder en silicio cristalino
- Eficiencia de la célula de hasta el 18%
- Estándares de fabricación a nivel mundial
- Excelente gestión de calidad
- IEC 61215, TÜV CLASS II, CE, ISO 9000
- Garantía limitada de 25 años para módulos



SUNTECH POWER CO., LTD.  
17-6 CHANGJIANG SOUTH ROAD,  
NEW DISTRICT WUXI 214028, CHINA  
PHONE: 86 510 85345000  
FAX: 86 510 85343321  
SALES@SUNTECH-POWER.COM  
WWW.SUNTECH-POWER.COM

