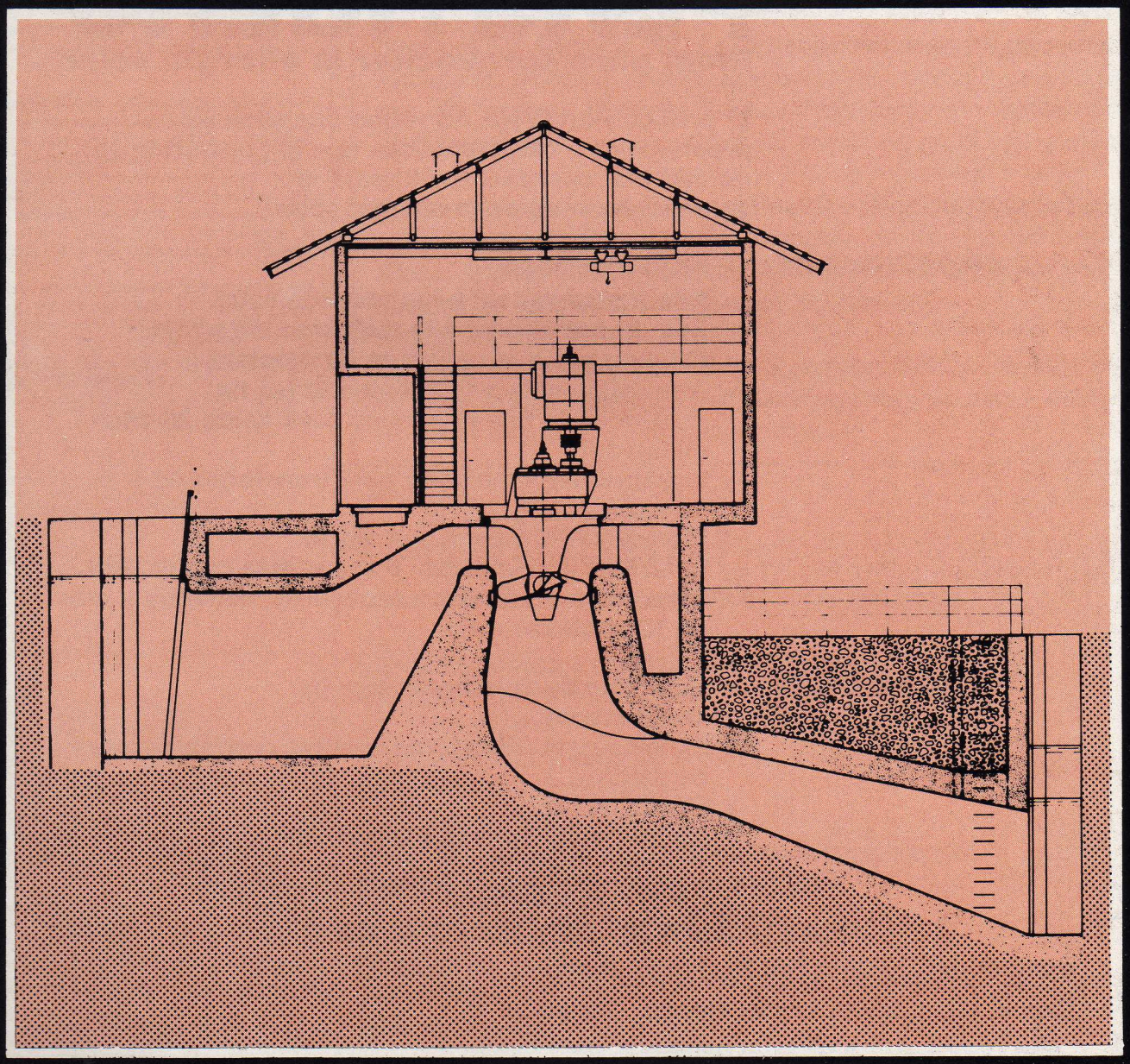
INDICE

LA REVISTA SOLAR

PUBLICACIÓN DE LA ASOCIACIÓN NACIONAL DE ENERGÍA SOLAR (ANES) ● NÚMEROS 13-14 ● 1987
SECCIÓN MEXICANA DE LA INTERNATIONAL SOLAR ENERGY SOCIETY (ISES)

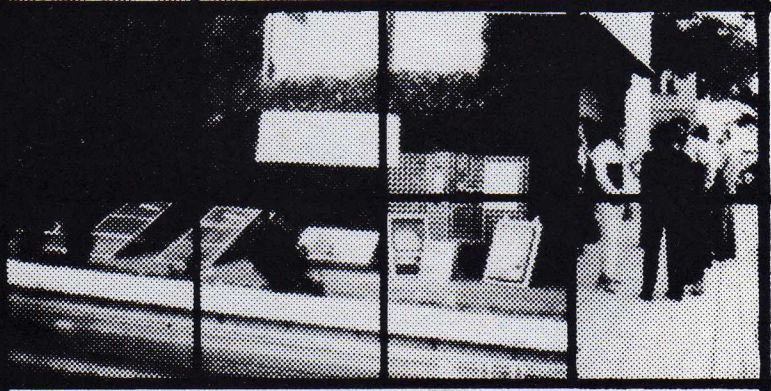


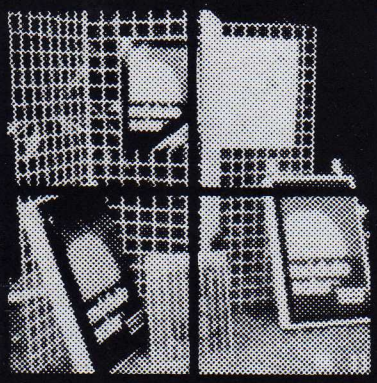
EN ESTE NÚMERO:

Energía de microcentrales hidroeléctricas

ESPECIAL

módulo solar





1er. Reunión Anual de Distribuidores "Modulo Solar"

Del 10 al 13 de noviembre de 1986, se llevó a cabo en Cuernavaca, Morelos, la Ier. Reunión Anual de Distribuidores "Modulo Solar". El evento, organizado en forma de Seminario Tecnico-Comercial, ofreció sesiones de diseño, cálculo e instalación de equipo solar, al igual que sesiones de estrategia comercial y organización de ventas. Se presentaron los nuevos equipos "Modulo Solar", incluyendo el nuevo "Modulo Solar Integral", que ofrece nuevas oportunidades para el calentamiento solar de agua.
La reunión que incluyó eventos culturales y sociales, contó con la asistencia de todos los distribuidores "Modulo Solar":

● *Aguascalientes:* **FICARTA, A en P** (491) 6-0239; ● *Distrito Federal:* **AQUASOL,** 524-8828; **CONSEM, S.A. de C.V.** 570-4296; **EQUINSOL,** 531-0904; **HELIOTECNICA, S.A.** 655-4958; **PROLIM,** 539-2309; **SENESOL** 544-2402; **SISTEMAS HIDRAULICOS ALMONT, S.A.** 543-0294;
● *Guanajuato:* **UNISOL,** (473) 2-3637; ● *Jalisco:* **ALBERCAS COLORPOOL DE GUADALAJARA , S.A.** (36) 24-6127; **SIENSOL,** (36) 21-5347; **MATERIALES CUAUHTEMOC** (341) 6-0165; ● *Michoacán:* **EQUIPOS Y ACCS. DE NUEVA TECNOLOGIA, S.A. de C.V.** (451) 3-2211; ● *Morelos:* **ALBERCAS Y EQUIPOS DE CUERNAVACA,** (73) 13-3991; **EQUIPOS PARA ALBERCA, S.A.,** (73) 15-8400; **EQUIPOS Y DECORACION DE ALBERCAS, S.A. de C.V.** (73) 14-1463; **SOL, PLACER Y AGUA** (735) 2-8273; **TERMOTEC,** (73) 12-8786; ● *Nuevo León:* **SURCO REPRESENTACIONES** (83) 48-8502; □ *Oaxaca:* **ELECTROGOM, S.A. de C.V.** (951) 6-7800;
● *Puebla:* **ALBERCAS SOLARES PUEBLA** (22) 43-4160; ● *Sonora:* **INNOVACIONES CONSTRUCTIVAS, S.A. de C.V.** (621) 5-5462; ● *San Luis Potosí:* **PROBIC, S.A. de C.V.** (481) 7-3383; **SISTEMAS, EQUIPOS Y ALBERCAS, S.A.** (481) 3-6256.

industrias módulo solar s.a. de c.v.

Apartado Postal 110-4
Cuernavaca, Morelos
62430 MEXICO

LA REVISTA SOLAR

PUBLICACIÓN DE LA ASOCIACIÓN NACIONAL DE ENERGÍA SOLAR (ANES) • NÚMEROS 13-14 • 1987
SECCIÓN MEXICANA DE LA INTERNATIONAL SOLAR ENERGY SOCIETY (ISES)

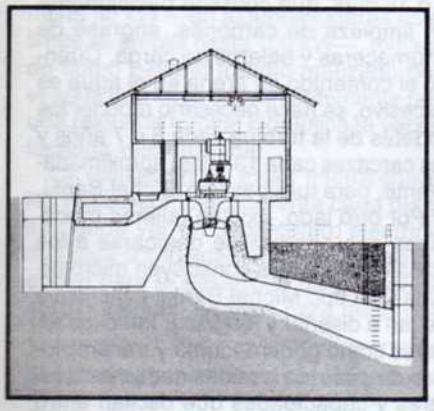
ASOCIACIÓN NACIONAL DE ENERGÍA SOLAR, AC. (ANES)

4o. Consejo Directivo

- *Presidente:* Isaac Pilatowsky P.
- *Vicepresidente:* Jorge M. Huacuz
- *Secretario:* AleJandro Rodríguez
- *Tesorero:* Jaime Sotomayor
- *Director de Asuntos Industriales:* Rodolfo Martínez S.
- *Director de Vocalías Técnicas:* Juan José Ambriz
- *Director de Asuntos Latinoamericanos:* Hernando Guerrero
- *Director de Relaciones con ISES:* Manuel Martínez
- *Director de Publicaciones:* Wilfredo Guzmán
- *Director de Relaciones Públicas:* María Mercedes Fernández
- *Director de Información, Difusión y Divulgación:* Alejandra Muñoz

LA REVISTA SOLAR, publicación trimestral de la Asociación Nacional de Energía Solar (ANES), A.C. de México. Apartado Postal 20-633, 01000 México, D.F. Los artículos firmados son responsabilidad de sus autores y no necesariamente reflejan la posición oficial de la Asociación. Certificado de Licitud de Contenido Núm. 1357. Certificado de Licitud de Título Núm. 2148. Se autoriza la reproduccón de la información si se cita la fuente.

- *Diseño gráfico, tipografía y supervisión editorial:* Wilfredo Guzmán G., Productos para la Comunicación, Tlalpan, D.F.
- *Formación:* Raymundo Castelán Q.
- *Impresión:* Marc Ediciones S.A. de C.V.
- *Tiraje:* 1,000 ejemplares.



PORTADA: Diagrama de microturbina Kaplan, cabeza de 4 m, con capacidad de generación de 1 500 kW. Fabricada en Estocolmo por la empresa SWECO. La configuración y capacidad de este microgenerador corresponden a lo que los expertos señalan como necesarias para México.

Editorial

Después de algunos meses de agonía, muere uno de los proyectos solares más controvertidos: Sonntlan. El sueño de la "Ciudad solar" en la población de Las Barrancas, B.C.S., fue desapareciendo poco a poco a medida que los problemas técnicos, administrativos, sociales y económicos se hacían presente. El enorme sistema de captación y aprovechamiento de la energía solar —y las instalaciones propias del proyecto— quedan en el abandono, por fallas técnicas y falta de presupuesto e interés.

Ante esta situación, el gobierno del estado de Baja California Sur, instituciones estatales de investigación y docencia, así como algunas dependencias federales y descentralizadas, han mostrado su interés por la adquisición de parte de la infraestructura del proyecto.

¡Una vez más, llegando tarde!

En fin, aún queda la fase urbana el proyecto Sonntlan en Mexicali, en donde se sigue trabajando y en donde la comunidad solar —a pesar de ciertos obstáculos— continúa participando.

Contenido

Introducción a las microcentrales hidroeléctricas
Hernando Guerrero 2

Energía eléctrica a partir de microcentrales hidroeléctricas
Flavio Ferrán 3

Introducción al diseño de sistemas solares en edificaciones habitacionales
Héctor Ferreiro León 8

Sonntlan: primeros resultados experimentales del sistema solar habitacional en Mexicali
Isaac Pilatowsky F. y Franz Haberda 10

OPINIONES

"Sonntlan no sirvió para disminuir la dependencia"
Pedro Quinto D. 14

Semana Nacional de Energía Solar 1986 16

Introducción a las microcentrales hidroléctricas

Por HERNANDO GUERRERO

¿Tienen futuro estas aplicaciones en México? Veamos qué nos dice un especialista internacional en fuentes alternas de energía

México tiene una tradición muy importante en lo que se refiere a la construcción de pequeñas centrales hidroeléctricas (PCH). Se tiene conocimiento de que, en el año de 1790, tan solo en la parte central de país había en operación unos 150 molinos que empleaban pequeñas caídas de agua como fuente primaria de energía; en 1889, apenas ocho años después de construida la primera planta de potencia hidráulica del mundo, se ponen en servicio dos PCH de unos 12 kW cada una para las minas de Batopilas, en Chihuahua.

Con el desarrollo y aplicación en México de la tecnología para transmitir energía eléctrica a grandes distancias y bajo el concepto de los sistemas interconectados, las centrales hidroeléctricas medianas y grandes empezaron a ser más atractivas económicamente, y como consecuencia las PCH vinieron a tener menos participación. Sin embargo, desde hace algunos años, nuevamente las pequeñas centrales vuelven a cobrar atención no sólo en nuestro país sino a nivel mundial; a la fecha, constituyen una de las fuentes de energía no convencionales más prometedoras sobre todo para comunidades rurales, alejadas de las redes de trasmisión, que cuentan con algún tipo de recurso hidráulico.

Hernando Guerrero es director de Fuentes Alterna de Energía en la Secretaría de Energía, Minas e Industrias Paraestatales, SEMIP.

Posibilidades y perspectivas de desarrollo

Las posibilidades de lograr un desarrollo nacional para pequeñas centrales hidroeléctricas requieren que, además del apoyo de programas institucionales, se examinen otros factores importantes que influyen significativamente en la definición de una política de apoyo a la implementación de las PCH. A continuación se mencionan agunos aspectos:

Potencial del recurso

Aun cuando no se dispone de una evaluación precisa sobre el potencial de los pequeños aprovechamientos hidroeléctricos, se tiene información de que existe un potencial del orden de 8 500 mW* para pequeñas plantas que van de 5 a 50 mW; tan solo en distritos de riego el Instituto de Investigaciones Eléctricas identificó un potencial superior a 300 mW y aun existe un gran número de recursos hidroeléctricos cuya potencia es inferior a 5 mW .

Normalización y producción de equipos

la normalización de proyectos, en lo que se refiere a los criterios de diseño, construcción y operación, es un requisito indispensable para lograr una solución económica en la importación y desarrollo nacional de las pequeñas centrales hidroeléctricas. México cuenta con la infraestructura industrial básica para la producción de la mayor parte de los insumos del sistema eléctrico de las pequeñas plantas; lo mismo se puede decir de la obra civil, requiriendo para la parte mecánica y de control electrónico un apoyo adicional, en lo que se refiere a la producción y diseño de partes.

* Recuérdese que la capacidad hidroeléctrica instalada en México es de 6 550 mW.

Experiencias nacionales en la operación de PCH

Existen unos 150 microsistemas particulares instalados en los estados de Chiapas y Veracruz en los que se practica un mantenimiento preventivo cada 8 o 15 días, que consiste básicamente en limpieza de carbones, engrase de chumaceras y baleros de carga. Cuando el contenido de arena en el agua es excesivo, se hace necesario reponer los rodetes de la turbina cada 6 o 7 años y las carcazas cada 13 años, aproximadamente, para turbinas tipo Michel-Banki.

Por otro lado, existen talleres mecánicos que además de dedicarse a los trabajos ordinarios construyen microturbinas del tipo Michel-Banki, e inclusive llegan a diseñar y modificar tanto los rodetes como gobernadores y transmisiones de acuerdo a necesidades particulares y capacidades que oscilan entre 5 y 55 HP.

PONENCIA DEL 4o. CONSEJO DIRECTIVO AL ASUMIR SUS FUNCIONES

Un nuevo reto

En sus primeros seis años de vida la ANES ha tenido un proceso evolutivo, teniendo sus primeras etapas de creación, estructuración y consolidación, y se ha caracterizado por las políticas e intereses que respondieron a las condiciones particulares presentes en dichas etapas y por el enorme esfuerzo individual de sus fundadores. Estas circunstancias delinearon los perfiles de las políticas y definieron los planes de actividades de los consejos directivos que nos han precedido.

La dinámica política, social y económica nacional ha obligado constantemente a nuestra Asociación a adecuarse a las circunstancias y exigencias de su entorno.

Es necesario que nuestra Asociación participe de una manera más intensa no sólo en la configuración de la estructura energética nacional, en lo referente a los programas nacionales de desarrollo de fuentes alternas de energía, sino también como vínculo entre sus asociados y el sector productivo, y en la promoción de los proyectos académicos de formación de recursos humanos en el área energética.

La participación activa de nuestra Asociación en el devenir nacional nos induce a un mayor fortalecimiento interno y al establecimiento de una estructura financiera sana, creando una imagen hacia el exterior que permita su proyección nacional.

El fortalecimiento interno exige una participación efectiva de los socios activos, una mayor atención a la integración nacional, fortaleciendo los vínculos con las secciones regionales existentes y promoviendo la creación de nuevas secciones ampliando la cobertura nacional de nuestra Asociación, estableciendo mecanismos que agilicen y hagan eficiente la comunicación interna.

La política y estructura financiera de la ANES debe responder al entorno económico actual, para lo cual solicitamos el apoyo decidido de todos los asociados.

Asimismo consideramos que es importante actuar de una manera cada vez más organizada y efectiva, que permita a la Asociación tener una verdadera presencia nacional.

Nuestra asociación tendrá una operación constante y creciente con una sede física que le permita efectuar de manera eficiente sus funciones administrativas.

Estos son algunos de los aspectos que consideramos fundamentales para el desarrollo y fortalecimiento de nuestra asociación.

Existe una oportunidad y un reto. Este 4o. Consejo Directivo lo toma como un compromiso para seguir adelante.

Guanajuato, Gto., octubre 3 de 1986.

Energía eléctrica a partir de microcentrales hidroeléctricas

Por FLAVIO FERRÁN R.

Las denominadas "pequeñas caídas de agua" (hay una cerca de usted) deben ser redescubiertas y prontamente utilizadas en el medio rural

Dentro de la búsqueda de tecnologías que permitan la obtención económica de energía en pequeña escala —a partir de fuentes renovables—, la generación de electricidad a partir de la energía potencial del agua está siendo objeto de atención creciente en muchos países.

El término microcentrales hidroeléctricas define al conjunto de instalaciones que sirve para la generación de electricidad desde poco menos de 1 kW hasta 50 kW —en algunos lugares este límite se amplía hasta 100 kW—, tomando como base el trabajo realizado por el agua que fluye convenientemente por una pequeña turbina hidráulica (a veces llamada microturbina).

La utilización de estas microcentrales hidroeléctricas aumenta cada día y se puede ver en usos como: electricidad para comunidades rurales aisladas, apoyo para el desarrollo de pequeñas agroindustrias, energía para riego por bombeo, y electricidad para servicios de alumbrado, escuelas y centros de salud. También se da el caso de particulares que construyen y operan su propia microcentral, toda vez que consiguen el permiso que la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica concede (Art. 36).

El Ing. Flavio Ferrán Riquelme es investigador del Instituto de Investigaciones Eléctricas. División de Estudios de Ingeniería. Apartado Postal 475. C.P. 62000, Cuernavaca, Mor.

Situación actual

El retorno a las fuentes alternas de energía no se está logrando sin dificultades. El principal obstáculo para la implantación de las microcentrales hidroeléctricas son los costos de importación de las turbinas y del equipo electromecánico; por esta razón es conveniente desarrollar tecnología propia que permita la fabricación nacional de este tipo de equipamiento. En la actualidad, nuestro país está en la fase inicial de preparación de la infraestructura para apoyar la producción de pequeñas turbinas hidráulicas utilizables en microcentrales. La tarea no es difícil, ya que el país produce equipos eléctricos (generadores, transformadores, tableros de control, etcétera) y equipos mecánicos que permiten obtener instalaciones completas.

Para dar atención a la próxima demanda de pequeñas turbinas hidráulicas, las instituciones interesadas deberán formular un programa de desarrollo que contenga los requerimientos básicos de este tipo de equipamiento. Así por ejemplo, deberá producirse equipo cuya operación sea sencilla y que no necesite de operadores con formación técnica especializada; de hecho, según la tendencia actual de diseño se busca que las microcentrales sean totalmente automatizadas y que requieran un mínimo de mantenimiento.

Si bien estas condiciones deberán ser satisfechas por el equipo fabricado en serie, prevalece la realidad de que a la fecha no disponemos todavía de fabricación nacional de este tipo de equipamiento, y dependemos de la adquisición en el mercado extranjero con sus consecuentes desventajas.

Para microcentrales hidroeléctricas la situación permite una salida: debido a lo pequeño de su generación (1 a 50 kW) es posible construir en el país la pequeña turbina hidráulica, hacer el aco-

plamiento turbina/generador por medio de bandas y poleas y conseguir el generador mismo en el mercado nacional. La regulación de velocidad de la turbina puede simplificarse buscando la generación a potencia constante, en tanto que los cambios en la demanda de energía se controlarían a través de un disipador de energía sobrante junto con un dispositivo protector de la turbina.

Antes de tomar la decisión de construir su propia microcentral deberán considerarse los siguientes aspectos:

Disponibilidad del agua para la generación

Esto significa que el interesado debe tener acceso al lugar en donde se pueda hacer la captación de la fuente de agua. Asimismo, debe obtener los derechos para utilizar el agua requerida en la generación. Se deben considerar los cambios de flujo del agua según las estaciones del año, junto con las necesidades de energía eléctrica a lo largo del tiempo. También se debe determinar el mínimo de afectación de la corriente del agua tanto aguas arriba como aguas abajo, para no lesionar intereses de terceros.

Demanda de energía potencial disponible

Esto implica que deberá determinarse la cantidad de kW que se requieren en función del uso que tendrá la energía generada: alumbrado, motores para diversas aplicaciones, tiempo probable de operación y posibilidades de incremento con el tiempo. La demanda de energía así calculada deberá compararse con el potencial hidroenergético disponible en el sitio elegido para la microcentral. El potencial deberá evaluarse midiendo el caudal o gasto hidráulico en la temporada de estiaje y los desniveles disponibles o cargas hidráulicas serán medidos para estimar el potencial del lugar en donde se piense ubicar la microcentral. Con estos dos valores se podría determinar la capacidad que debe tener la pequeña instalación.

Obra civil

Deberá buscarse que la obra civil requerida sea la mínima posible. Tratándose de microcentrales se buscará emplear técnicas y materiales no convencionales que permitan disminuir el costo de la pequeña planta, sin perder la seguridad en su funcionamiento. Si la disponibilidad del agua es suficiente, deberá evitarse la construcción de la presa de almacenamiento, ya que aun siendo pequeña se incrementará en mucho el costo final. Por lo general, un pequeño bordo de derivación que asegure un nivel constante del agua será suficiente.

La obra de captación deberá tener una pequeña reja para evitar la entrada de piedras y objetos flotantes que causen daño a la microturbina. También deberá construirse un pequeño bordo para controlar los derrames de agua originados durante el funcionamiento de la microcentral.

La conducción del agua podrá realizarse con tuberías de asbesto cemento o bien de PVC, en caso de que la instalación resulte ser de alta o media carga (10 a 50 m). Para las microcentrales de baja carga la conducción no representa mayor problema.

Una vez considerados estos aspectos fundamentales, se pasará a la descripción breve de dos tipos de microturbinas: la de flujo cruzado (Michell-Banki) y la de tipo Kaplan (modelos H y C de Leroy-Somer).

De la gran variedad de turbomaquinaria existente, se han seleccionado los dos tipos propuestos debido a que el contenido de este artículo está dirigido a los usuarios potenciales de microcentrales hidroeléctricas, y se desea mostrar que se trata de una tecnología sencilla y accesible aun para el proceso de autoconstrucción.

En general, los aprovechamientos serán de baja carga hidráulica (menor de 10 m); por lo tanto, las microturbinas ya mencionadas se consideran las más idóneas para los rangos de potencias a desarrollar en una microcentral.

En primer lugar se presentan las características de la turbina Michell-Banki, con el propósito de mostrar algunos detalles constructivos a fin de considerar la fabricación por los mismos interesados. Posteriormente se presenta la alternativa de pedir cotización a fabricantes de las turbinas señaladas. Asimismo, se desea mostrar las características señaladas con el fin de promover la fabricación nacional de un modelo adaptado a las necesidades de nuestro medio.

Microturbina de flujo cruzado (Michell-Banki)

Debido a la simplicidad de su diseño y fabricación, así como por el amplio rango de cargas y caudales que le permiten funcionar con eficiencia alta y constante, la turbina Michell-Banki ofrece una de las mejores opciones de utilización en microcentrales hidroeléctricas.[1]

El principio de funcionamiento de la turbina de flujo cruzado no es nuevo: en 1903 el ingeniero australiano A. Michell obtuvo la patente y años más tarde el profesor húngaro D. Banki, de la Universidad de Budapest, dio a conocer sus trabajos relacionados con este tipo de turbina. En Europa, desde 1920 la turbina Michell-Banki ha sido conocida y muy utilizada, sobre todo en pequeños aprovechamientos hidroeléctricos.[2]

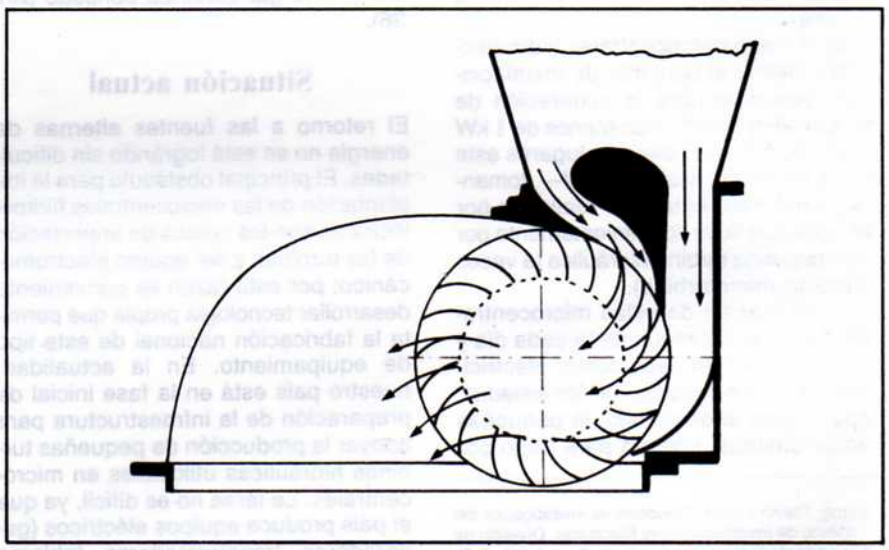


Figura 1. En la turbina de flujo cruzado, el chorro pasa dos veces a través de los álabes del rodete. Por consiguiente, la conversión de energía se efectúa dos veces.

Una de las características principales de la turbina de flujo cruzado consiste en que el chorro de agua —de sección rectangular, debido a la boquilla de entrada (ver Figura 1)— pasa dos veces a través de los álabes del rodete. La trayectoria del agua al pasar por los álabes es primero desde la periferia hacia el centro y después de cruzar el espacio interior del rodete sale, proporcionando una segunda acción. Por consiguiente, la conversión de energía se efectúa dos veces.

El amplio rango de cargas hidráulicas que hacen recomendable a las turbinas Michell-Banki para aplicaciones en microcentrales hidroeléctricas, puede variar desde poco menos de 2 m hasta más de 100 m (Ossberger, fábrica europea de turbinas Michell-Banki, ha fabricado turbinas para carga de 260 m). El diámetro constante del rodete permite que la turbina funcione para gran variedad de gastos o caudales; esto se consigue por medio de variar la entrada y el ancho (X) del rodete (ver Figura 2). Estas características de las turbinas Michell-Banki permiten reducir considerablemente las necesidades de herramientas y accesorios especiales para su fabricación. Para rodetes muy anchos, se colocan discos soldados a la flecha, a intervalos iguales, con lo que se elimina la flexión en los álabes.

La Figura 3 muestra otra de las características sobresalientes de las turbinas Michell-Banki: la zona, relativamente plana de la curva de eficiencia. Esto significa que para pequeños caudales la eficiencia se conserva alta; este aspecto podría ser más importante —para microcentrales hidroeléctricas— que el punto de eficiencia óptima de otro tipo de turbinas.

En la fabricación de la microturbinas debe considerarse que muchos lugares en donde serán instaladas carecen de caminos transitables, y por tal razón la transportación del equipamiento podría dificultarse. Por consiguiente, el diseño debe hacerse de tal modo que los diferentes componentes de la microturbina puedan ensamblarse rápida y fácilmente en el lugar de utilización. Esto representa otra ventaja: se facilita la reparación o reemplazo de cualquier parte de la turbina que llegara a requerirlo debido al tiempo acumulado de operación.

Algunos detalles de fabricación de las microturbinas Michell-Banki se muestran en la Figura 4.

Detalles edicionales de los rodetes de las microturbinas Michell-Banki se muestran en las Figuras 5 y 6.

Los aspectos relativos al acoplamiento turbina/generador, regulador de velocidad y generador no serán tratados en este artículo. Sin embargo, prevalece el hecho de que la fabricación de la turbina Michell-Banki —sobre todo para el rango de funcionamiento de las microcentrales hidroeléctricas— es relativamente sencillo y de bajo costo.

Para microcentrales, el acoplamiento de la turbina Michell-Banki al generador puede lograrse a través de un sistema de bandas y poleas que

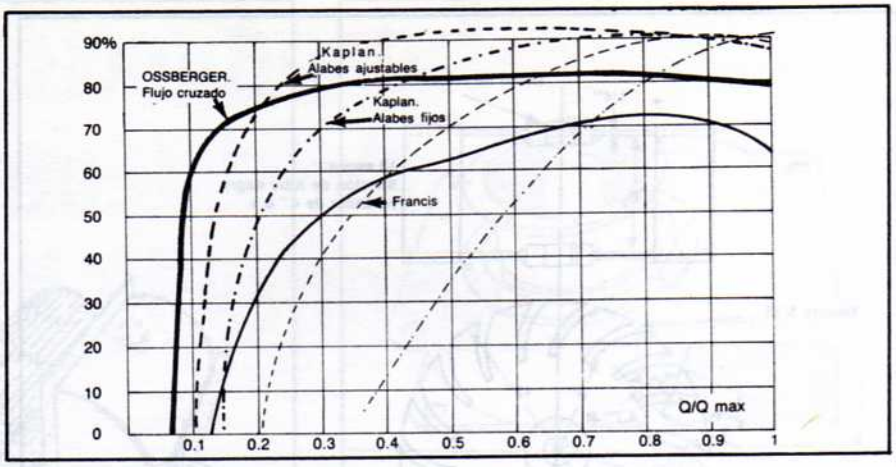


Figura 3. Curva de eficiencia de la turbina Michell-Banki.

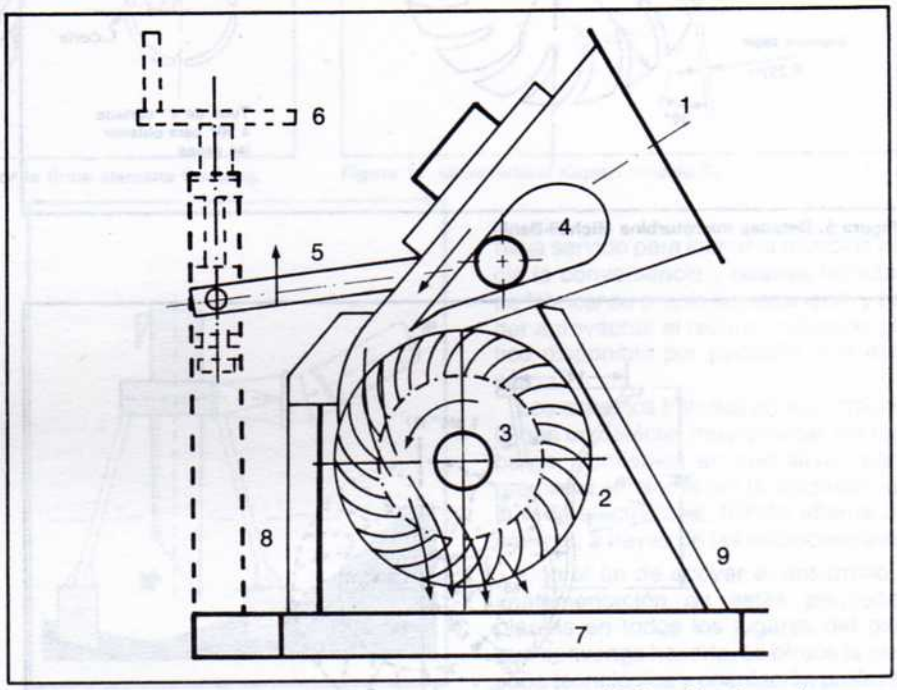


Figura 4. La boquilla de entrada (1) está formada por dos láminas soldadas a dos placas planas para formar la sección rectangular de entrada. El rodete (3) consiste en varios álabes (2) cortados (arcos de círculos de 72 °) de un tubo de acero y soldados a dos discos paralelos (diámetro de 20 a 60 cm. para microcentrales). La flecha central del rodete (3) también debe soldarse a los discos.

Las otras componentes de la turbina son: el regulador de flujo (4), barra (5), volante (6), cubierta (8 y 9), base (7). Además de las tapas de lámina laterales, deben proveerse juntas que sellen todas las conexiones de las cubiertas.

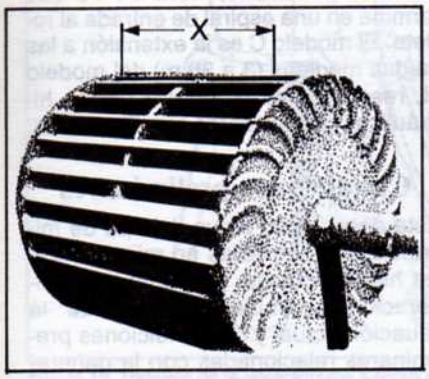


Figura 2. La entrada y el ancho del rodete (X) pueden ser variados.

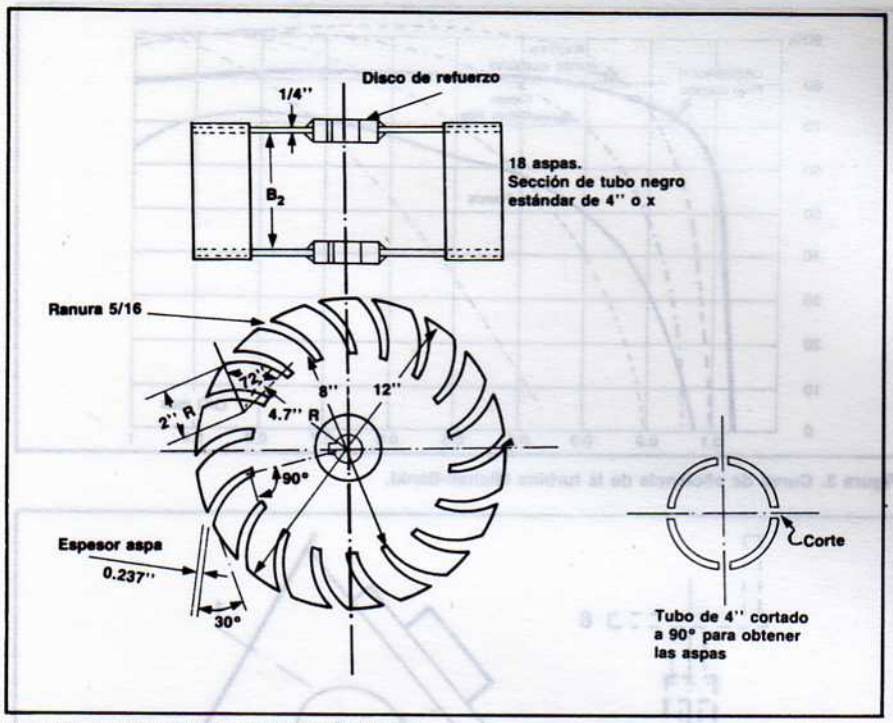


Figura 5. Detalles microturbina Michell-Banki.

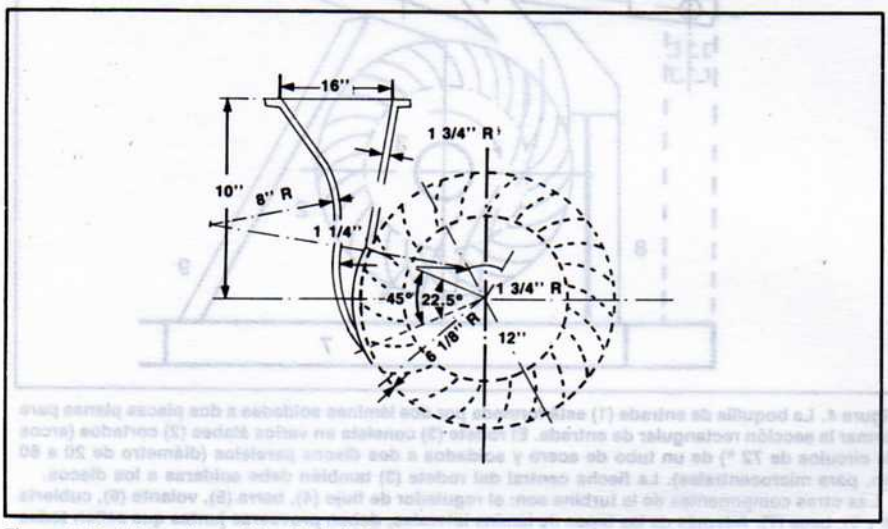


Figura 6. Detalles microturbina Michell-Banki.

debidamente seleccionadas permitan el funcionamiento del generador a la velocidad requerida, eliminando así el costoso sistema de engranes para multiplicar la velocidad. El problema relativo al regulador de velocidad puede ser resuelto, a nivel microcentrales, por medio de una generación a potencia constante con dispositivos de protección para disipar la energía eléctrica no utilizada. El generador en sí mismo no representa un problema grande, ya que se dispone de fabricación nacional para generadores de pequeña capacidad como la requerida en microcentrales hidroeléctricas.

La información hasta aquí presentada ha tratado de mostrar que la tecnología requerida para la fabricación de microturbinas Michell-Banki no es del todo inaccesible, sino que por el contrario es relativamente sencilla. Queda la alternativa de acudir a la adquisición directa de este tipo de equipamiento con algún fabricante extranjero —con los consecuentes altos costos que esto significa— como puede ser la firma alemana Ossberger, cuya experiencia y producción de turbinas Michell-Banki data de muchos años. La Figura 7 muestra el quipo producido por esta empresa.

Microturbina Kaplan (Modelos H y C de Leroy-Somer)

Las microcentrales hidroeléctricas modelos H y C de Leroy-Somer se componen de un conjunto turbina-generador, con o sin multiplicador. Pueden ser sumergidas en el agua o bien funcionar fuera de ésta. Incluyen tableros eléctricos con reguladores y partes para control automático. También disponen de un conjunto de resistencias que permiten trabajar con potencia constante.

Las microturbinas modelo H funciona con caudales de 250 a 2 700 lt por segundo, cargas hidráulicas de 1 a 10 m y producen energía eléctrica de 1 a 55 kW (ver Figura 8). De manera semejante, con el modelo C se obtiene capacidad de generación de 1 a 55 kW en el rango de cargas hidráulicas de 3 a 30 m y gastos hidráulicos desde 100 hasta 455 lt por segundo (ver Figura 9).

La descripción más detallada de estas microturbinas indica que el modelo H está compuesto de:

—Una microturbina Kaplan de álabes ajustables cuando la máquina está parada.

— Un multiplicador de velocidad.

— Un generador asíncrono sumergido.

— Aspirador—difusor de tipo cono doble.

La Figura 10 muestra los detalles deñalados.

La microturbina modelo C consiste también un rodete tipo Kaplan con generador asíncrono y regulador electrónico. El equipo se alimenta por un conducto de polietileno, metal o PVC que termina en una espiral de entrada al rodete. El modelo C es la extensión a las caídas medidas (3 a 30 m) del modelo H, reservado en general a caídas hidráulicas de baja carga (ver Figura 11).

Condiciones preliminares

Esta descripción breve del tipo de microturbinas empladas en microcentrales hidroeléctricas, así como la consideración —tambien breve— de la situación actual y las condiciones preliminares relacionadas con la generación de electricidad por medio de estas pequeñas instalaciones, se espera que

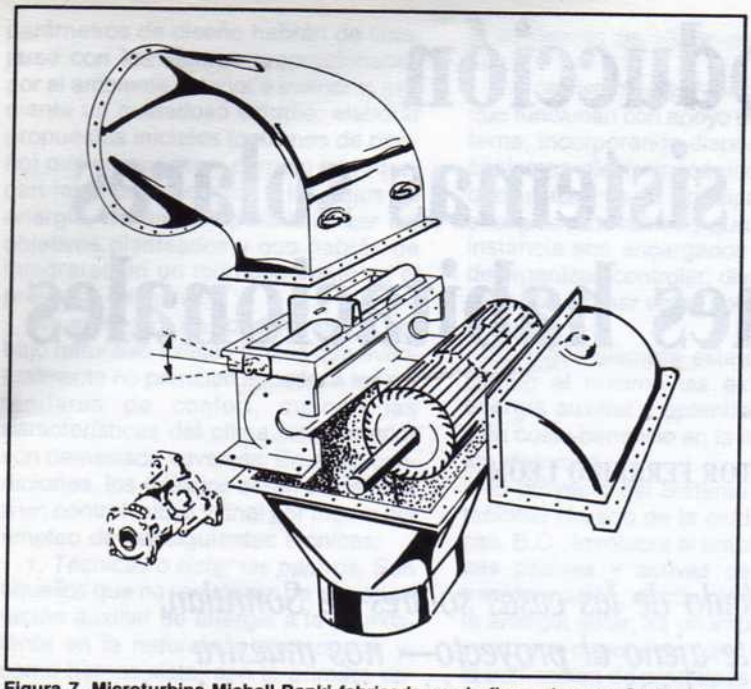


Figura 7. Microturbina Michell-Banki fabricada por la firma alemana Ossberg.

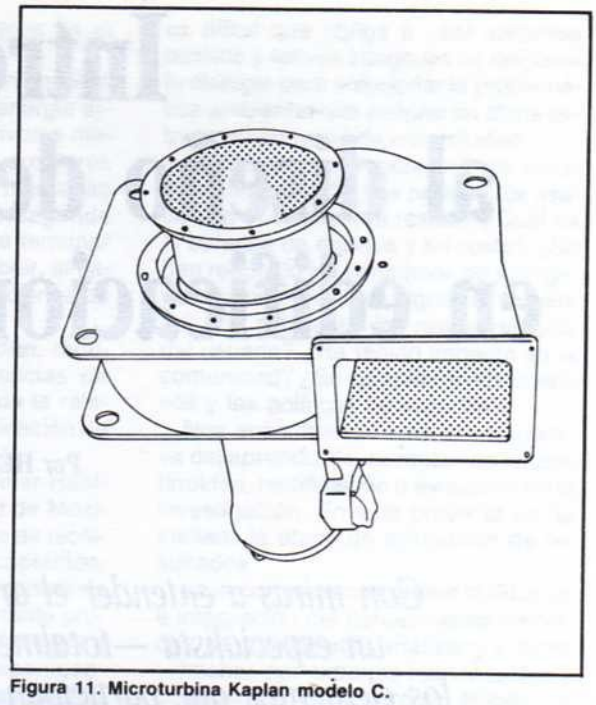


Figura 11. Microturbina Kaplan modelo C.

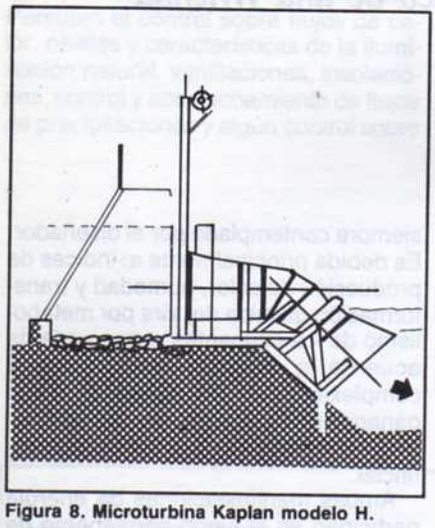


Figura 8. Microturbina Kaplan modelo H.

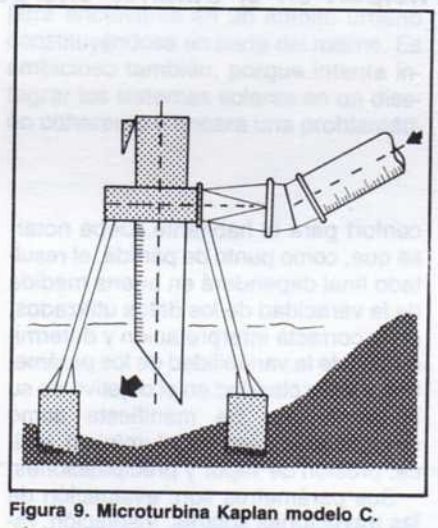


Figura 9. Microturbina Kaplan modelo C.

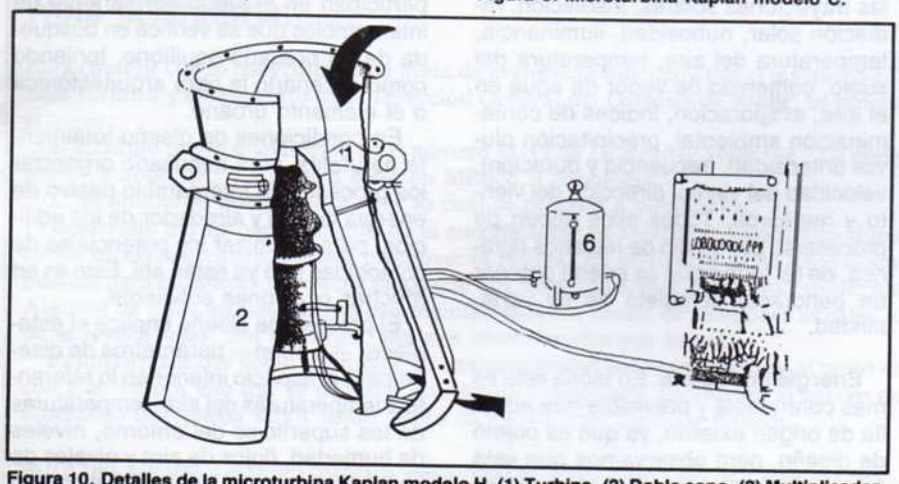


Figura 10. Detalles de la microturbina Kaplan modelo H. (1) Turbina. (2) Doble cono. (3) Multiplicador. (4) Generador. (5) Trayecto del agua. (6) Recipiente del aceite.

haya servido para llamar la atención hacia la conveniencia y relativa facilidad de fabricar su propio equipamiento y poder aprovechar el recurso hidroenergético disponible por pequeño que éste sea.

Los aspectos tratados en este artículo tienen un carácter muy general; sin embargo, confiamos en que sirvan para promover el interés por la utilización de la hidroelectricidad, fuente alterna de energía, a traves de las microcentrales.

Con el fin de apoyar el desarrollo e implementación de estas pequeñas plantas en todos los lugares del país que convenga hacerlo, se ofrece la asesoría tecnológica y orientación profesional a todos los interesados —sean éstos de los sectores oficial, industrial, educativo o particulares— en la utilización de las microcentrales hidroeléctricas.

REFERENCIAS

1 .OLADE. *Boletín energético,* Núm. 16, Oct./Dic. 1980, Pag. 31. Quito, Ecuador.

2. *Water Power and Dam Construction.* January, 1960. London, England.

3. *Harnessig Water Power on a Small Scale.* Pub. Núm. 11, Vol. 1., St. Gall, 1981, Switzerland.

Introducción al diseño de sistemas solares en edificaciones habitacionales

Por HÉCTOR FERREIRO LEÓN

Con miras a entender el artículo de las casas solares de Sonntlan, un especialista —totalmente ajeno al proyecto— nos muestra los elementos que participan en el balance energético de una vivienda

Todas las edificaciones se encuentran sometidas a reacciones de energía pasiva, esto es, que en ellas se verifican procesos por medios naturales de intercambios energéticos y que tienen lugar entre los diversos elementos constituyentes del espacio, como son: forma y disposición de elementos constructivos, materiales empleados, mobiliarios y equipos, colores y texturas, superficies exteriores expuestas, volúmenes de aire interior, ocupantes y sus actividades, etcétera. Todos estos procesos son condicionados por aquellas características conformantes de un ambiente exterior, cuyos parámetros se mueven dentro de ciertos rangos determinables y registrados estadísticamente.

Podemos clasificar a la energía útil para los procesos de diseño en:

Energía exógena. Es aquella que nos permite una base de análisis para iniciar un proyecto en donde se buscará alcanzar un estado permanente de confort para el habitante. Debe notarse que, como punto de partida, el resultado final dependerá en buena medida de la veracidad de los datos utilizados, de la correcta interpretación y determinación de la variabilidad de los parámetros y de la claridad en el objetivo de su interpretación. Se manifiesta como energía solar (térmica y lumínica), eólica, presión de vapor y precipitaciones.

Sus parámetros son: evaluación de las trayectorias solares, insolación, radiación solar, nubosidad, iluminancia, temperatura del aire, temperatura del suelo, contenido de vapor de agua en el aire, evaporación, índices de contaminación ambiental, precipitación pluvial (intensidad, frecuencia y duración), velocidad del viento, dirección del viento y meteoros. Todos ellos deben de procesarse por medio de registros *horarios*, de tal forma que se pueda obtener un panorama completo de su variabilidad.

Energía endógena. En teoría ésta es más controlable y previsible que aquella de origen externo, ya que es objeto de diseño, pero observamos que está sujeta muchas veces a las viscisitudes de la condición humana y no es algo siempre contemplado por el diseñador. Es debida principalmente a: índices de producción de calor, humedad y transformación química del aire por metabolismo de los ocupantes —que varía de acuerdo a edades, actividades y complexiones—, las obtenidas como ganancias de calor por equipos artificiales y las derivadas de la iluminación artificial.

Ambas manifestaciones de energía participan en el juego permanente de intercambios que se verifica en búsqueda de un precario equilibrio, teniendo como escenario la obra arquitectónica o el elemento urbano.

En condiciones de diseño totalmente naturales, será necesario organizar los procesos de intercambio pasivo de energía dentro y alrededor de los edificios, para optimizar los potenciales de comodidad que ya están ahí. Esto es en muchas ocasiones suficiente.

El proceso de diseño implica el establecer —a priori— parámetros de diseño para el espacio interior en lo referente a temperaturas del aire, temperaturas de las superficies del entorno, niveles de humedad, flujos de aire y niveles de iluminación natural, teniendo al confort del ser humano como referencia. Estos

Héctor Ferreiro León es arquitecto, egresado de la UNAM. Actualmente es profesor y coordinador de investigación del curso Medio Ambiente, Departamento de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Iberoamericana, México, D.F.

parámetros de diseño habrán de cotejarse con los valores proporcionados por el ambiente exterior e interior y, mediante un cuidadoso estudio, elaborar propuestas iniciales (patrones de diseño) que aprovechen, corrijan o produzcan las modificaciones a los flujos de energía, necesarios para alcanzar los objetivos planteados y que habrán de integrarse en un todo coherente en el proyecto definitivo.

Sin embargo, en condiciones de trabajo naturales existen límites que eventualmente no permiten acceder a los estándares de confort, cuando las características del clima total exterior son demasiado adversas. En estas condiciones, los edificios serán sometidos a un control inicial y final por medio del empleo de las siguientes técnicas:

1. *Técnicas o sistemas pasivos.* Son aquellos que no requerirán de una aportación auxiliar de energía a la ya existente en la naturaleza para operar y, como hemos visto, son la primera opción para el control de la edificación. Permiten el control sobre flujos de calor, niveles y características de la iluminación natural, ventilaciones, insolaciones, control y aprovechamiento de flujos de precipitaciones y algún control sobre el contenido de vapor de agua en el aire.

2. *Los sistemas activos.* Son aquellos que funcionan con apoyo de energía externa, incorporando dispositivos o mecanismos electromecánicos auxiliares que utilizan como principal fuente las energías renovables y que en segunda instancia son encargados de terminar de organizar, controlar, distribuir, almacenar o eliminar estas aportaciones de energía.

Se sigue siempre este orden, reduciendo al mínimo las exigencias de energía auxiliar y optimizando la relación costo-beneficio en la aplicación de los sistemas.

El proyecto del Sistema Solar Habitacional Urbano de la ciudad de Mexicali, B.C., involucra el empleo de técnicas pasivas y activas de captación, transformación, distribución y control de la energía solar; es un importante proyecto que supone un paso adelante en la edificación de prototipos experimentales, al salir del ámbito del laboratorio para enclavarse en un ámbito urbano constituyéndose en parte del mismo. Es ambicioso también, porque intenta integrar los sistemas solares en un diseño coherente y encara una problemática difícil que obliga a usar sistemas pasivos y activos integrales de respuesta múltiple para solucionar la problemática ambiental que supone un clima extremoso como el de esta ciudad.

¿Funcionan correctamente los sistemas empleados? ¿Los parámetros usados en el diseño son reales? ¿Cuál es el balance de energía y su costo? ¿Se han reducido los consumos de energéticos convencionales significativamente? ¿Ha satisfecho los requerimientos del usuario? ¿Ha tenido impacto en la comunidad? ¿Se cumplieron los objetivos y las políticas de vivienda?

Nos encontramos ante la perspectiva del aprendizaje, permitiendo la continuidad, rectificación o evolución de la investigación. En este proyecto se ha iniciado la etapa de evaluación de resultados.

La importancia que reviste la difusión e integración del conocimiento derivados de monitoreos, análisis y críticas —hechas por expertos responsables y conscientes de su propio ámbito de conocimientos—, en los programas a futuro o en la divulgación académica, es no sólo necesaria sino indispensable. Así, este proyecto podría justificar plenamente su existencia.

Nota aclaratoria:

Para cumplir con lo convenido en la junta de aveniencia solicitada por el ingeniero J. Eduardo Ballina Valiente ante la Subdirección Jurídica y de Fomento de la Dirección General del Derecho de Autor, se procede a efectuar las enmiendas requeridas por el autor:

1. El título original aparecido en el número 11-12 de *La Revista Solar* fue "La energía solar en México. datos para una cronología" y debe ser "La energía solar en México. Cronología".

2. Se omitieron dos párrafos, por lo cual se procede a publicarlos:

El desarrollo del aprovechamiento de la energía solar en México se caracterizó durante mucho tiempo por una individualidad en los esfuerzos realizados para promover la misma. La existencia de la Asociación Nacional de Energia Solar ha abierto las puertas para establecer los mecanismos que nos permitan tomar un nuevo camino hacia ese fin común que nos ha traido a ella. Algunos de estos mecanismos se han manifestadop en forma de reuniones anuales, cursos de actualización y en la publicación de la revista solar. Sin embargo, aún nos queda mucho por hacer.

Es importante que como miembros de una comunidad nos mantengamos al tanto de lo que sucede en nuestro país relacionado con ella. Es por ello que se presenta este articulo como una aportación al acervo de información de los miembros de ANES, esperando que pueda servir como punto de apoyo para trabajos futuros.

NOTA DEL EDITOR: Los errores de sintaxis, puntuación y ortografía se han conservado, como una forma de evitar nuevas querellas por alteración del original.

Sonntlan: primeros resultados experimentales del sistema solar habitacional en Mexicali

Por ISSAC PILATOWSKY F. y FRANZ HABERDA

Tercera parte de la serie de cuatro artículos que conforman la evaluación del proyecto en que México se involucró con empresas de la RFA en las costas bajacalifornianas. Ahora se toca el aspecto "casas para vivir".

Este proyecto urbano consiste en la utilización de sistemas solares activos para el enfriamiento y calentamiento de una unidad habitacional localizada en la ciudad de Mexicali, en el estado de Baja California. Dicha ciudad se caracteriza por un clima desértico con temperaturas promedio anuales de 22.5 °C, aunque en el verano se han registrado temperaturas superiores a los 47 °C.

Como se puede apreciar, los requerimientos de energía por concepto de aire acondicionado durante el verano son muy importantes; así, el gasto en la energía eléctrica afecta considerablemente la economía de los habitantes de la ciudad.

Con base en lo anterior se propuso el desarrollo de un sistema de enfriamiento y calentamiento en verano e invierno, respectivamente, utilizando la energía solar, la cual es un gran recurso energétco disponible.

El proyecto consta de seis casas distribuidas en un grupo de cinco y una separada del resto por una torre de servicios, en la que se concentran todos los sistemas que integran la parte activa: el sistema de aire acondicionado, el de agua caliente (regaderas, lavabos y fregaderos) y el de calefacción para los meses de invierno.

Isaac Pilatowsky, ingeniero químico, investigador del Laboratorio de Energía Solar de la UNAM, presidente de ANES, responsable mexicano en el proyecto Sonntlan. Franz Haberda, de la empresa Dornier, responsable de la RFA en la totalidad del proyecto Sonntlan.

Parámetros de diseño y consideraciones bioclimáticas

El diseño de las casas fue realizado por arquitectos mexicanos. Cada casa tiene una superficie de 125 m^2. Cada unidad habitacional cuenta con aislamiento térmico exterior y con ventanas con doble vidrio (clausuradas para evitar filtración de aire caliente); los colectores solares y la loza funcionan como un doble techo, además de la función de sombreado de los colectores. Las casas se ventilan por circulación natural.

Los colectores solares son del tipo de placas planas, cuya inclinación se optimizó de acuerdo con el patrón de carga térmica anual (10 °). Las ventanas se sombrean en la época de verano y los muros expuestos a la radiación solar están pintados de blanco. Las condiciones internas de diseño se establecieron en una temperatura de confort entre 20 y 25 °C diarios durante 24 horas. La humedad máxima se estableció en un 50% de humedad relativa, por enfriamiento del aire circulando a 15 °C y su subsecuente flujo en los cuartos calientes. Cada casa tiene una manejadora de aire por piso, con ajuste manual (15 °C de libertad) y de nivel de ruido limitado. Los intercambios de aire se realizan por medio de ventiladores con un filtro previo. El intercambio es de 15 m^3/hr/persona correspondiendo a 450 m^3/hr//persona para todas las casas.

La capacidad del tanque de almacenamiento de agua fría (15 m^3) asegura un mínimo número de días de arranque. La máquina de enfriamiento arranca cuando la temperatura del agua fría en el domo del tanque se incrementa en 10 °C y se para cuando la temperatura es de 7 °C.

Si se supone una potencia de 50 kW, el tanque tiene un volumen de 15 m^3, el cual recorre la máquina en una hora, siendo la potencia total de enfriamiento de 300 kW. Al dividir los 250 kW restantes entre la eficiencia promedio de la máquina de refrigeración (70%), se obtiene una potencia de calentamiento de 357 Kw, la cual se almacena en un volumen de 30 m^3. La máquina de enfriamiento por absorción utiliza bromuro de litio-agua, la cual opera con agua caliente entre 78 y 88 °C, proveniente de un campo de colectores solares planos.

El agua caliente para uso doméstico se consume de la siguiente manera: en la tarde 1 200 lt/día y en la mañana 1 800 lt/día, ambos consumos a 60 °C.

Descripción del sistema

El sistema activo global está dividido en los siguientes subsistemas:
1. Calentamiento solar; 2. Agua caliente para uso doméstico; 3. Calentamiento auxiliar; 4. Control eléctrico y 5. Aire acondicionado. Cuando se dispone de suficiente energía solar toda la energía térmica se genera por el colector. Cuando ésta es escasa, opera un calentador auxiliar que funciona con combustible líquido.

Sistema solar de calentamiento

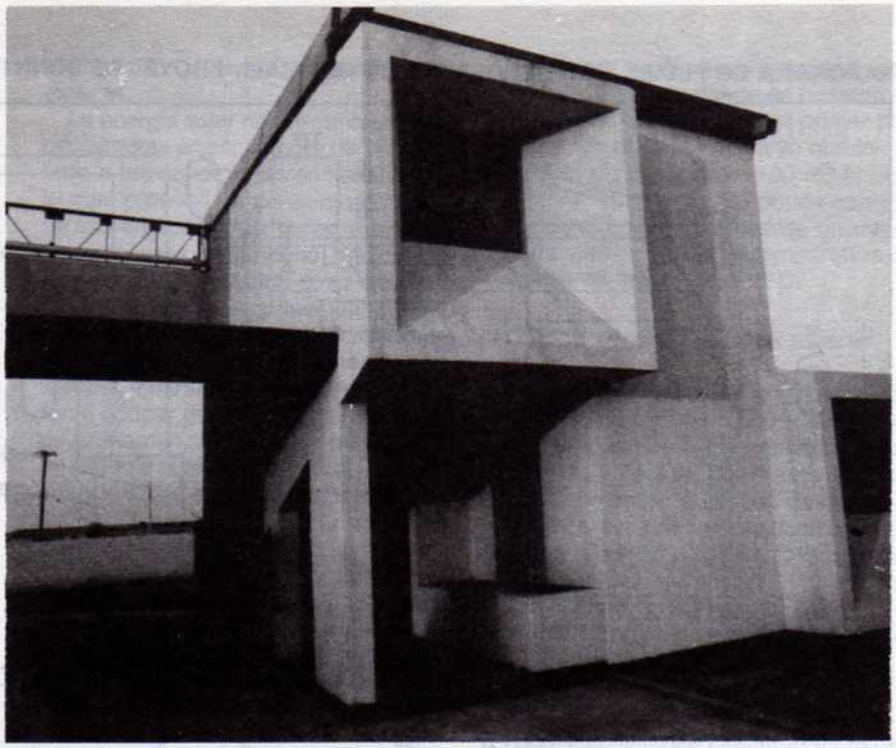
Este subsistema suministra normalmente toda la energía requerida por las seis casas, la cual puede alcanzar un valor de 600 kW/h-día.

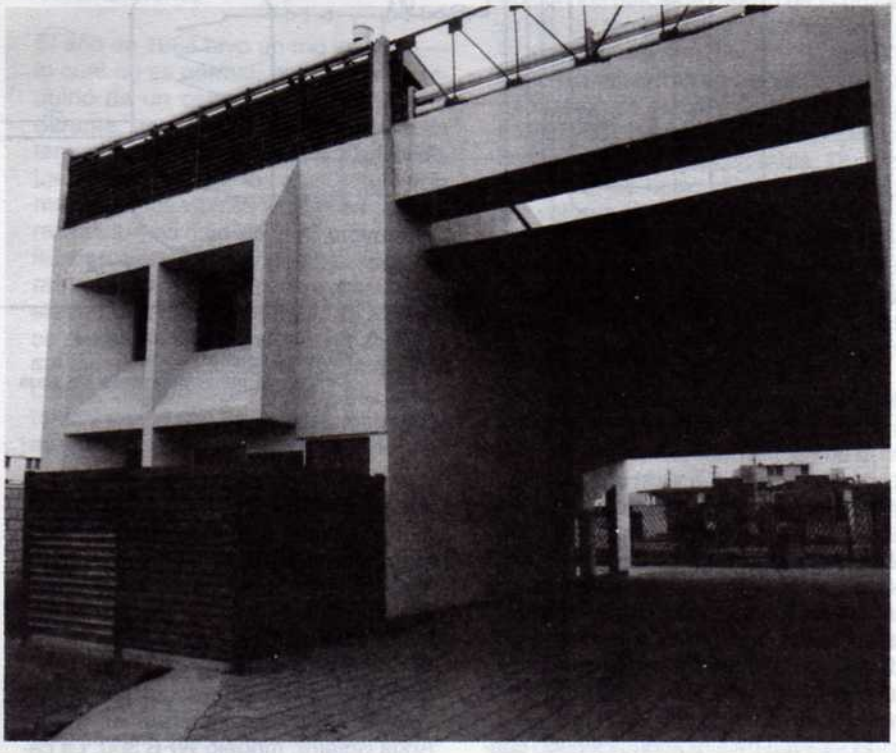
El área total de los colectores solares es de 288 m^2, o sea 48 m^2 por casa, una inclinación de 10° y un arreglo de flujo paralelo, con una temperatura de trabajo entre 80 y 100 °C. Los colectores están localizados en los techos de las casas y sirven como generadores térmicos y como protección contra la radiación solar. El circuito cerrado del sistema solar contiene una mezcla de 20% de agua y 80% de glicol, la cual transporta la energía a través de un intercambiador de calor al tanque de calentamiento de agua caliente, en donde se distribuye a los consumidores. El agua para uso doméstico es calentada directamente por los colectores solares.

El circuito de colectores está constituido por los colectores solares, tuberías, bombas, recipientes, igualadores de presión, tanques de drenado y desgasificación y almacenamiento térmico, válvula de seguridad y de control, así como de un intercambiador de calor.

Sistema auxiliar de calentamiento

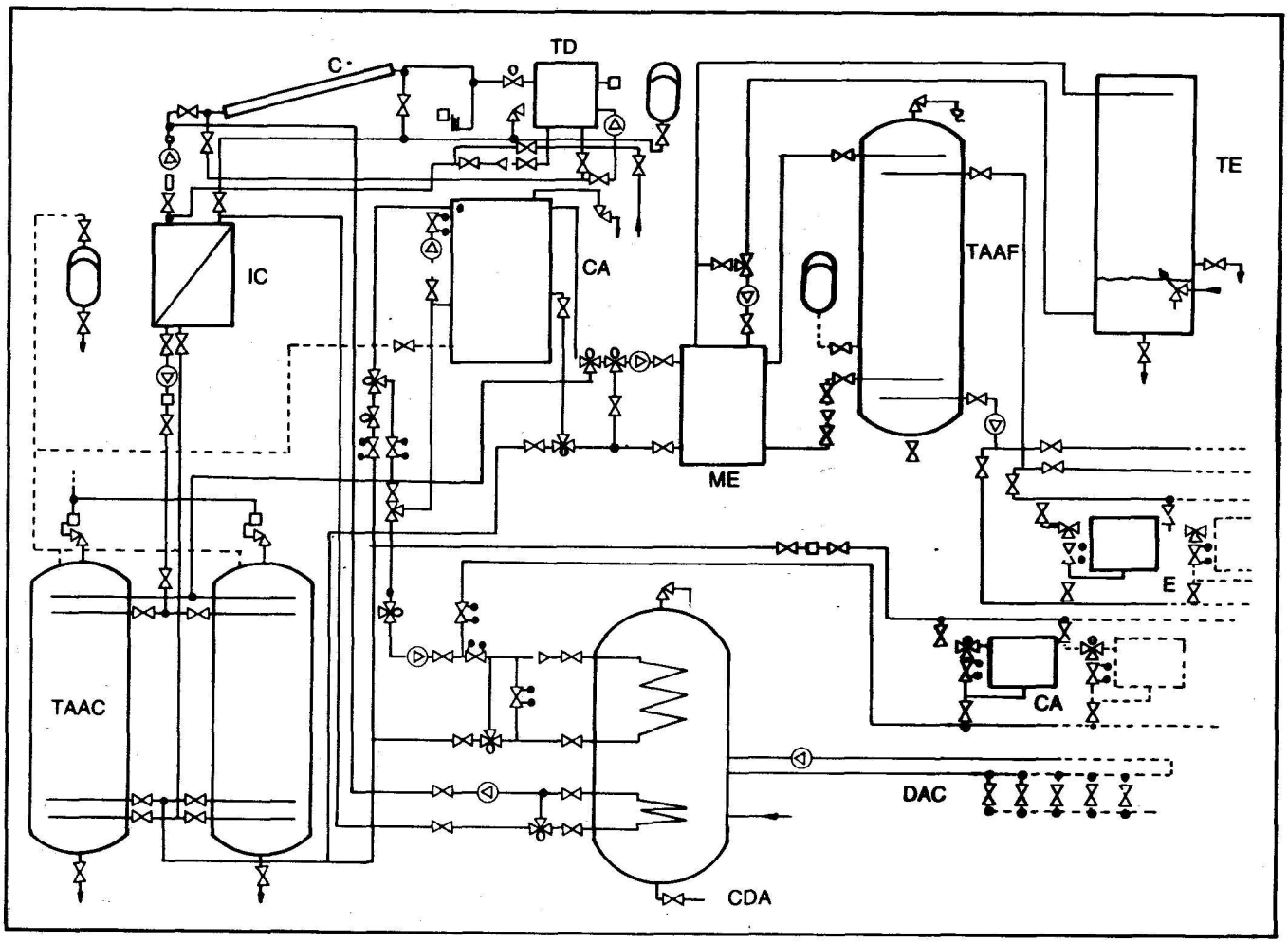
Durante los periodos de baja irradiación se requiere de una generación auxiliar de energía térmica. Esta potencia extra se suministra por medio de un calentamiento auxiliar a base de combustión de diesel. Los consumidores son la máquina de enfriamiento y el calentador de agua para uso doméstico. La capacidad es de 120 a 150 kW a una temperatura máxima del agua de 90 °C. El quemador de diesel opera en forma completamente automática.





Arriba: Vista anterior de las casas. Abajo: Vista posterior. Los muros expuestos a la radiación solar están pintados de blanco. El diseño de estas viviendas es de arquitectos mexicanos, los cuales plantearon los exteriores para lograr una temperatura de confort interior de 20-25° C. Las casas se ventilan por circulación natural. En época de verano las ventanas se sombrean (tal cual se puede apreciar en la foto). Esto, junto con el hecho de que poseen doble vidrio y están clausuradas, evita las filtraciones de aire. Sobre el techo de estas viviendas se ubican los colectores planos para calentamiento de agua de uso doméstico. Cada casa tiene una superficie de 125 m^2.

DIAGRAMA DE FLUJO. CASAS SOLARES DE MEXICALI, PROYECTO SONNTLAN



C	Colector solar	CDA	Calentador doméstico de agua	CA	Calentador auxiliar
IC	Intercambiador de calor	ME	Máquina de enfriamiento	DAC	Distribuidor de agua
TD	Tanque de drenado	TAAF	Tanque de almacenamiento de agua fría	DAF	Distribuidor de agua fría
CA	Calentador auxiliar	TE	Torre de enfriamiento		
TAAC	Tanque de almacenamiento de agua caliente	E	Enfriador		

Sistema de aire acondicionado

El sistema se usa para acondicionar el aire de los cuartos y abastecerlos de aire fresco. La máquina de enfriamiento produce agua fría, la cual se transfiere a un tanque de almacenamiento y de éste a los manejadores de aire de cada habitación.*

El sistema de aire acondicionado consiste en: circuito de agua caliente como fuente térmica, circuito de agua enfriada en la máquina de refrigeración, salidas para el enfriamiento y calentamiento de los cuartos (manejadores de aire), máquina de enfriamiento, torre de enfriamiento y los sistemas de control.

Unidad de refrigeración

La unidad de refrigeración por absorción bromuro de litio-agua es marca Arkla Solaire, modelo WFB 300. La capacidad de refrigeración es de 90 kW (25.5 toneladas de refrigeración). Para su operación se utiliza agua caliente (130 kW) a una temperatura de 90.5 °C. La máquina enfría agua a 7 °C con una capacidad de 277 lt/min; el calor disipado en el condensador es de 220 kW a una temperatura de 30 °C. El calor de absorción disipado es de 250 kW a una temperatura máxima permisible del sumidero de 24 °C. El flujo de agua de condensación y de agua caliente son de 340 lt/min. Los datos de eficiencia se reportan en función de la temperatura de entrada del agua caliente (TEAL y de la temperatura de entrada del agua de condensación, las cuales varían entre el 50 y el 72% para un rango de temperaturas (TEAL) entre 70 y 90 °C y de condensación entre 25 y 32 °C. Las manejadoras de aire tienen una capacidad de 2 000 a 2 500 m^3/hr.

El aire acondicionado está controlado para la temperatura y humedad del cuarto por medio de un sistema de control automático.

* El calor de rechazo de la máquina de enfriamiento se libera al aire ambiente con ayuda de la torre de enfriamiento, por medio del proceso de evaporación.

Sistema de agua caliente para uso doméstico

El sistema de agua caliente doméstico suministra agua a las cocinas y baños de las casas. La energía térmica puede obtenerse de tres diferentes fuentes: colectores solares, tanque de almacenamiento de agua caliente y calentador auxiliar.

Sistema de control

El sistema de control está diseñado para múltiples funciones, tales como comprobación del buen funcionamiento de bombas, ventiladores y válvulas, operación y monitoreo sobre la pantalla de la computadora, lectura de las señales de los sensores, etc. El sistema consiste en las siguientes unidades principales: sistema de control piloto de video, estanque de control y climático, alambrado y unidad de potencia de emergencia. El video piloto consiste en computadora, tablero y monitoreo, unidad de disco, interfaces, convertidores de nivel y unidades periféricas.

Resultados experimentales

Los resultados experimentales se reportaron mensualmente durante el periodo de evaluación del 1o. de septiembre de 1984 al 28 de febrero de 1985. Durante este periodo la operación de los subsistemas se efectuó de la siguiente manera:

— Enfriamiento de 3 a 5 horas en septiembre y parte de octubre de 1984.

— Calentamiento de 5 horas en diciembre, enero y parte de febrero de 1984.

— Enfriamiento y calentamiento a mitad de octubre y al final de noviembre de 1984.

— Suministro de agua caliente para uso doméstico a través de todo el periodo.

— Medición de los diferentes subsistemas temporal y parcialmente por medio del sistema de medición durante el mes de septiembre, mitad de diciembre de 1984 y febrero de 1985.

Enfriamiento

Durante el tiempo de enfriamiento la máquina de refrigeración trabaja sin problemas de 10 a 12 horas diarias, satisfaciendo al confort de sus ocupantes con una temperatura en la habitación de 23 a 27 °C referido a la temperatura exterior.

La energía solar no fue suficiente, especialmente en septiembre de 1984, debido a las condiciones climatológicas, lo cual provocó un consumo de 900 lt de diesel para el calentamiento auxiliar. Durante este periodo no fue posible evaluar la contribución solar debido a diferentes razones: principalmente se debió al desbalance en las condiciones de enfriamiento durante el mes de septiembre, cuando las casas se empezaron a ocupar (hubo una gran demanda de enfriamiento debido al movimiento de la gente durante el cambio). También influyó la baja eficiencia del sistema solar, en especial la máquina de enfriamiento por operación manual (el sistema no se operó bajo lo diseñado); se desconocía también los hábitos de los consumidores y además no hubo suficientes mediciones debido a los defectos en los indicadores de flujo en los circuitos más importantes.

Calentamiento

El año de 1984 tuvo un frío invierno — lo cual no es normal, por lo que se requirió de un calentamiento constante durante tres meses, conservando la temperatura del cuarto entre 20 y 30 °C. La mayor parte de los días estuvieron nublados, los vientos fríos y temperaturas nocturnas bajo los 5 °C provocaron la operación del calentador auxiliar durante muchos días. En las experiencias efectuadas durante el mes de febrero se puede decir que la energía solar es suficiente cuando se tienen inviernos claros, cuando están limpios los colectores y cuando se tiene un consumo doméstico normal de agua caliente.

Suministro de agua caliente para uso doméstico

Se abasteció de agua caliente en forma permanente a una temperatura entre 50 y 60 °C. Fuera de la época invernal, el excedente de la energía solar (después de cargar los tanques de almacenamiento de agua caliente) es suficiente para operar el calentador. Durante el invierno se trabajó utilizando los tanques de almacenamiento.

Manejadores de aire

Se operaron sin grandes problemas. La temperatura mínima del cuarto se estableció en 20 °C. Se intercambió aire fresco por medio de una unidad regu ladora de tiro, en donde se hicieron los siguientes ajustes: para el primer piso 300 m^3/h el ideal y 50 m^3/h el mínimo para el siguiente piso: 100 m^3 el idea y 50 m^3 el mínimo. Se puede cambia el mínimo si se requiere de un mayo enfriamiento, cuando la temperatura de cuarto es mayor de 28 °C.

Campo de calentadores solares

Durante la evaluación se registró una radiación solar entre 550 y 880 Wm^{-2} con una temperatura medioambiente entre 21 y 26.5 °C y una velocidad de viento de 2 m/s. Después de la limpieza se obtuvo una temperatura en el co lector entre 60 y 70 °C, obteniéndose una potencia máxima de 123 kW con una eficiencia máxima del 40%, suministrándose el día de prueba 501 kW-h

Máquina de enfriamiento

Todos los flujos se ajustaron de acuer do con los datos de diseño de la unidad Arkla. La temperatura del agua caliente de entrada fue de 87 °C (diseño 90°C) la temperatura del agua de con densación de entrada de 26.5 °C (diseño 29.5 °C); la temperatura del agua enfriada de entrada es variable. Durante las horas de operación normal, todos los valores estuvieron muy cercanos a los datos de diseño de la máquina. Durante este tiempo ss alcanzó una eficiencia del 78%. Se hizo un balance en todos los componentes y los valores fueron los mismos, obteniéndose una potencia de salida de 80 kW.

Se adquirieron datos aproximados de un 70% del tiempo de todos los subsistemas, a excepción del periodo de la mitad de diciembre a fines de enero de 1985, debido a fallas en los medidores de flujo. No se pudieron hacer más mediciones, ya que una falla de la unidad de memoria principal provocó que el sistema no operara durante el principal periodo de calentamiento. En febrero se pudo operar al 100% de la capacidad sin embargo, durante las instalaciones y pruebas del sistema central de control, la eficiencia del sistema de operación fue irregular y casi no se pudo considerar para los cálculos y evaluaciones

En noviembre de 1982 se efectuaron algunas pruebas y se determinó el comportamiento del arranque, obteniéndose los siguientes resultados: temperaturas de agua caliente a la entrada 73 °C y del agua enfriada 19 °C. Durante

las condiciones de estado estacionario, durante un tiempo de 40 min, la capacidad promedio de calentamiento fue de 77.9 kW y la de refrigeración de 56.7 kW, lo cual dio una eficiencia del 72.8%.

Durante la operación se determinaron los parámetros de diseño y se obtuvieron las siguientes variaciones: temperatura del agua caliente a la entrada entre 74 y 92 °C y temperatura del agua enfriada a la entrada entre 19.7 y 8.6 °C. Para una temperatura del agua de enfriamiento casi constante entre 24 y 28 °C se obtuvo una capacidad de calentamiento de 93.3 kW y de enfriamiento de 65.5 kW, lo cual dio una eficiencia del 70%.

Para una variación de las temperaturas de agua claiente entre 89 y 92 °C, agua enfriada entre 19 y 8.5 °C y del agua de enfriamiento casi constante, entre 26 y 27 °C, la capacidad de calentamiento fue de 134.6 kW, la de enfriamiento 89.2 kW, con una eficiencia del 66.3 %. A temperaturas más bajas del agua enfriada de 8.5% la eficiencia decrece entre el 45 y 50 %.

REFERENCIAS

1. *Solarhouses Mexicali; Operation Manual.* Sonntlan Project. Dornier Co., (1982).

2. *Sonntlan: sistema solar habitacional urbano en Mexicali: primeros resultados experimentales.* Isaac Pilatowsky F. Reporte Técnico, Instituto SEDUE (1985).

La elaboración de este artículo fue posible gracias al apoyo y a la información proporcionada por las autoridades del Instituto SEDUE.

OPINIONES

"Respecto a reducir la dependencia tecnológica del exterior, Sonntlan falló rotundamente".

Pedro Quinto Diez, 37, doctor en ingeniería mecánica, IPN: Las características climáticas extremosas de zonas como la ciudad de Mexicali exigen que, para casi todas las actividades (tanto productivas como habitacionales), se tenga que recurrir al uso del aire acondicionado durante la mayor parte del año (enfriamiento en verano y calefacción en invierno).

La manera tradicional de cubrir esas necesidades es —durante el verano— por medio de equipos de aire acondicionado que operan con un sistema de refrigeración por compresión mecánica de vapores y que para su funcionamiento consumen energía eléctrica; a su vez, en el invierno se usan sistemas de calefacción que consumen energía química (gas, petróleo, diáfano, etc.) o energía eléctrica.

En algunos casos particulares (cuando se dispone de suficiente vapor de algún proceso), por compresión mecánica de vapores se sustituye por un sistema de refrigeración por absorción; pero definitivamente sólo se pensará en esa sustitución para capacidades de refrigeración mayores a las 100 ton (toneladas de refrigeración), para que la competencia económica entre los sistemas comience a ser atractiva.

Sin embargo, cualquiera que sea el tipo de sistema que se use en aire acondicionado, el consumo de energía por este concepto es muy importante, por lo que los costos de operación resultan elevados (por cada ton-h de refrigeración se consume aproximadamente 1 kW-h de energía eléctrica). Así, todo intento por disminuir o sustituir esos consumos de energía debe verse con simpatía, sobre todo cuando se pretende utilizar un recurso energético abundante y gratuito como es la energía solar (que es precisamente lo que se reporta en el artículo elaborado por Isaac Pilatowsky y Franz Haberda).

Pero a pesar del interés y la simpatía que despierten estos tipos de sistemas, se debe permanecer sumamente crítico al juzgar los resultados obtenidos; no hay que limitarse al análisis de la operación de los equipos y de los sistemas, sino que se deben contemplar además de manera especial las contribuciones en los aspectos:

- cambio de la base energética, y
- disminución de la dependencia tecnológica.

Desde luego que no es fácil analizar la medida en que se ha contribuido, por medio del Proyecto Sonntlan en su fase urbana, en la preparación del cambio de la base energética que tan urgente se hace en estos momentos, si se considera que el país depende fundamentalmente del petróleo que se sabe es un recurso no renovable y en vías de extinción a corto plazo. En opiniones vertidas anteriormente sobre este proyecto, Jorge Huacuz[1] menciona que para cubrir las necesidades energéticas de las comunidades rurales que no cuentan con abastecimiento energético, bajo el esquema tecnológico de Las Barrancas (fase rural del Proyecto Sonntlan), se requeriría una cantidad de dinero superior en dos órdenes de magnitud a la actual deuda externa, por lo que desde el punto de vista económico esta solución no es viable.

Sin pretender extrapolar el caso de Las Barrancas al de Mexicali, se puede sospechar que el costo del sistema instalado es muy elevado, porque está basado en la misma tecnología, y probablemente no pueda aplicarse en el futuro, en forma masiva.

Con respecto a la contribución del proyecto a la disminución de la dependencia tecnológica del extranjero, se puede considerar que se ha fallado rotundamente. Si tomamos en cuenta lo que dice Manuel Martínez[2] "El Proyecto Sonntlan estuvo definido como la colaboración entre *la tecnología alemana y el sol mexicano*"; además, en opinión de Wilfredo Guzmán,[3]

"cuando algún investigador mexicano llegaba a Las Barrancas a pedir información *las computadoras alemanas se descomponían, como una especie de súbita reacción alérgica a la sangre mexicana.*" Suponemos que lo mismo pasaba en Mexicali, pero para aclarar dudas se tendría que informar del número de investigadores mexicanos que participaron en el Proyecto y que lo conocen a fondo, del número de técnicos que se formaron para operar y dar mantenimiento a los equipos, etcétera.

Pero pasemos al análisis de los resultados experimentales reportados: lo importante es poder compararlos contra los resultados esperados, que aparentemente son los reportados por Oscar Pérez Siller y Werner Tanner:[4] *El sistema es totalmente solar en otoño y primavera. En Mexicali la temporada de lluvias coincide con el invierno, por lo que se tienen muchos días nublados y hay que usar la caldera aproximadamente en un 10-20% del tiempo. En verano la caldera se usa en un 20-25% del tiempo.*

El periodo de evaluación reportado va del 1o. de septiembre de 1984 al 28 de febrero de 1985 (del último tercio del verano, a los dos tercios del invierno). Los resultados experimentales mencionan que la *máquina de refrigeración trabaja sin problemas de 10 a 12 h, satisfaciendo el confort de los ocupantes de las casas*, pero deja la duda sobre el porcentaje de aire acondicionado que es cubierto con energía solar, con respecto al total. De la calefacción, se reporta que durante el invierno de 1984 (que fue mas frío que lo normal) *el calentador auxiliar operó durante muchos días*, pero nuevamente deja la duda sobre la cuantificación de la energía auxiliar utilizada; en febrero (de 1985), *la energía solar es suficiente cuando se tienen inviernos claros*, por lo que el comportamiento del sistema fue superior a lo esperado (no requirió energía auxiliar: del 10-20%).

Los otros datos medidos y reportados con respecto a la operación de los equipos se aproximan a los datos de diseño: con respecto al cuerpo de colectores solares se reporta una potencia maxima obtenida de 123 kW contra 150 kW de diseño; esta diferencia probablemente venga del nivel de radiación real contra el estimado. Con respecto al equipo de refrigeración, se midieron 80 kW de refrigeración contra 90 de diseño, aclarándose que la temperatura del agua fue de 87 °C y no de 90 °C, que corresponde a la de diseño.

Se debe admitir que, pese a que los resultados presentados no permiten evaluar la proporción del éxito del Proyecto, su importancia radica en que son los primeros resultados técnicos que se tienen del mismo. Se esper que en el futuro se sigan haciendo mas mediciones y se reporten las divergencias y coincidencias entre los resultados esperados y los obtenidos. También sería útil conocer un estudio técnico-económico del sistema de aire acondicionado solar instalado, contra el sistema solar de otra tecnología y contra el sistema tradicional. Solamente así se podrá conocer la confiabilidad de los equipos y sistemas instalado. Si se hace caso a algunas opiniones,[5] los alemanes ya deben contar con esa información y por lo tanto ya conocen las bondades reales de sus equipos.

Para terminar con estos comentarios, se insiste en la necesidad de conocer la contribución de este proyecto en el desarrollo tecnológico de la energía solar en nuestro país.

REFERENCIAS

[1] Huacuz, J.M. "Los errores, los costos y algunas proposiciones para el uso futuro de las instalaciones del Proyecto Sonntlan," *La Revista Solar*, Núm. 11-12, pp. 16-19, 1986.

[2] Martínez, M. "Que fué, que és y que será el Proyecto Sonntlan," *La Revista Solar*, Núm. 10, p. 2, 1985.

[3] Guzmán, W. "Sonntlan es un proyecto que quema como el Sol," *La Revista Solar*, Núm. 10, pp. 8-9, 1985.

[4] Pérez O. y Tanner W. "Sonntlan: proyect solar experimental," *La Revista Solar*, Núm. 10, pp. 3-8, 1985.

SEMANA NACIONAL DE ENERGÍA SOLAR 1987

Villahermosa, Tabasco, del 28 de septiembre al 2 de octubre

■ **SEDES:** Instituto Tecnológico de Villahermosa - Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
■ **EVENTOS:** • **XI Reunión Nacional de la ANES.** • **Cursos de Actualización:** Radiación solar, Sistemas pasivos y Refrigeración solar. • **Curso Internacional:** Secado solar de granos. (Organizado por SEMIP, FAO, ANES y SEFICOT del gobierno del estado de Tabasco). • **Mesa Redonda:** Las Fuentes Renovables. Opciones en el Ahorro Energético Nacional. • **Foros:** Industria Solar Nacional. • **Informes:** En el D.F.: Psic. Alejandra Muñoz G., Monrovia 1123, Colonia Portales. Tel. (915) 688 7219, de 10:00 a 14:00 hrs. / En Villahermosa, Tab.: Ing. Abraham Reynoso L., Tel. (931) 2 4865 y 2 6954.

Semana Nacional de Energía Solar 1986

Síntesis

La VI Semana Nacional de Energía Solar de la ANES se llevó a cabo del 29 de septiembre al 3 de octubre de 1986, con la colaboración del Instituto de Investigaciones Cientifícas de la Universidad de Guanajuato y la Sección Regional Guanajuato de la Asociación.

Los días 29 y 30 de septiembre se impartieron dos cursos de actualización en forma simultanea: "Arquitectura Solar y Orientación" y "Diseño y Aplicaciones de Colectores Solares". Del 24 al 30 de septiembre se impartió el Curso Internacional sobre Secado Solar de Granos, y del 1 al 3 de octubre se desarrolló la X Reunión Nacional de la ANES.

El día 3 de octubre se efectuó la toma de protesta del 4o. Consejo Directivo.

Cursos de Actualización

Los cursos intensivos de actualización, con una duración de 16 horas, fueron impartidos en forma exitosa los días 29 y 30 de septiembre.

Curso de Arquitectura Solar y Orientación

Se llevó a cabo en la Facultad de Arquitectura de la Universidad de Guanajuato, fue coordinado por el arquitecto Héctor Ferreiro y tuvo una asistencia de 45 personas, entre estudiantes, profesionistas y profesores.

En este curso participaron como expositores los arquitectos Héctor Ferreiro y Mario Hernández Toledo de la Universidad Iberoamericana, el arquitecto Roberto Barnard del INSEDUE, el arquitecto José Luis Aguirre Gas de "Constructora Aguirre" y el M. en I. Alfonso Samano del Laboratorio de Energía Solar del IIM-UNAM.

Curso de Diseño y Aplicaciones de Colectores Solares

Se realizó en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Guanajuato y estuvo coordinado por el doctor Pedro Quinto Diez; tuvo como expositores al doctor Pedro Quinto y al ingeniero Alfredo Sánchez F., de la ESIME-IPN, a los ingenieros Jaime Sotomayor C., Juan Manuel Rodríguez A. y Octavio García M. de "Industrias Módulo Solar" y al doctor Isaac Pilatowsky del Laboratorio de Energía Solar del IIM-UNAM. A este curso asistieron 58 personas.

Curso Internacional sobre Secado Solar de Granos

Fue organizado por varias instituciones (SEMIP, FAO, UG, CENTREINAR y ANES), así como por la Red de Cooperación Técnica en Energía Solar para America Latina y El Caribe. Este curso se efectuó del 24 al 30 de septiembre de 1986 dentro de la VI Semana Nacional de la Energía Solar en la Universidad de Guanajuato, con 40 horas de duración y una asistencia de 43 participantes.

Se cubrieron los aspectos teóricos y prácticos del secado solar de granos y su almacenaje. El curso tuvo como ponentes a los ingenieros Daniel Marcal de Queiroz y José Antonio Márquez Pereira —del Centro Nacional de Capacitación en Almacenamiento de la Universidad de Vicosa, Brasil— y al doctor José Luis Fernández Zayas e ingeniero Alejandro Rodríguez, investigadores del Instituto de Ingeniería de la UNAM.

La coordinación del evento estuvo a cargo del doctor Hernando Guerrero C., director de Fuentes Alternas de SEMIP y coordinador de la Red Solar de Cooperación Técnica para América Latina y El Caribe de FAO.

Reunión Nacional de la ANES

Como es costumbre, las reuniones nacionales de energía solar se realizan con la colaboración de instituciones interesadas en la promoción local del estudio y las aplicaciones de la energía solar, la energía eólica y la biomasa. En esta ocasión la reunión tuvo como sede el Instituto de Investigaciones Científicas de la Universidad de Guanajuato, con el apoyo de las facultades de Arqui-

tectura e Ingeniería, que contribuyeron de manera destacada en la organización del evento. La x Reunión Nacional se realizó los días 1 al 3 de octubre y asistieron 120 participantes, representantes de instituciones de investigación y docencia e iniciativa privada.

En la ceremonia de inauguración el ingeniero Alfredo Sánchez Flores, presidente del 3er. Consejo Directivo, presentó la ponencia oficial en donde se destacó la labor de los investigadores mexicanos en el área de las fuentes renovables de energía. Señaló que, a pesar de la crisis económica nacional y de los paupérrimos presupuestos, se han publicado numerosos artículos de alta calidad a través de los 6 años de vida oficial de la ANES; así mismo, mencionó la incorporación del área de formación de recursos humanos en el campo de las fuentes renovables de energía.

El acto inaugural estuvo a cargo del doctor Santiago Hernández Ornelas, rector de la Universidad de Guanajuato, quien dio la bienvenida a los participantes y auguró éxito a los trabajos del evento.

Durante la reunión se presentaron 41 ponencias técnicas en sesiones simultáneas que agruparon diferentes temas, en donde se incluyen 30 artículos de investigación teórica y aplicada, 5 de docencia y 6 de estudios y análisis descriptivos de diversa índole. Todos ellos forman parte de las *Memorias*.

En el programa técnico de la reunión se incluyeron sesiones plenarias en donde se cubrieron temas de actualidad como: "Energetización Rural" y "Conveniencia del GATT para la Industria Solar en México".

Además, hubo gran interés en los temas tratados en las mesas redondas:

- *La investigación en fuentes alternas de energía en México.*
- *Formación de recursos humanos".*

Asamblea General Ordinaria

La Asamblea General Ordinaria se efectuó a las 17:00 horas del 3 de octubre, de acuerdo con el siguiente

ORDEN DEL DÍA

1. Lista de presentes.
2. Informe de actividades del 3er. Consejo Directivo.
3. Conclusiones y Recomendaciones de la x Reunión Nacional.
4. Propuestas de sede para la XI Reunión Nacional.
5. Asuntos varios.

Sesión inagural de la X Reunión Nacional

Informe de actividades

Vocalías

La Vocalía de Radiación Solar, a cargo del M. en C. Agustín Muhlia —también coordinador del grupo de radiación del Instituto de Geofísica y el Laboratorio de Energía Solar del IIM-UNAM— organizó el 1er. Taller de Radiación Solar el 31 de enero de 1986. En este taller con 40 participantes se acordó, entre otras cosas, formar una comisión encabezada por el Servicio Meteorológico Nacional y la ANES cuya función será coordinar esfuerzos para la creación de la Red Solarimétrica Nacional.

Asuntos Industriales

En la reunión de industriales del 8 de noviembre de 1985 se acordó implantar un programa de prueba de colectores solares, poniendo en práctica la experiencia del Instituto de Ingeniería de la UNAM, cumpliendo con normas como la de la ASHRAE, NBS y DIN. En este programa sólo participaron tres fabricantes.

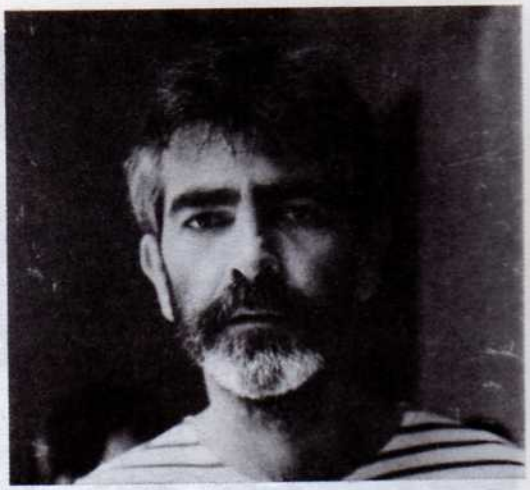
Secciones Regionales

El 3er. Consejo Directivo participó en la "Semana del Habitat" del 4 al 8 de noviembre de 1985 en la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. El evento fue organizado por el ingeniero Alfredo García Celestino y por parte de la ANES participaron los ingenieros Octavio García, Alberto Váldez y Alfredo Sánchez, quienes abordaron los temas: Instalación de colectores solares, Bombas de calor y Transferencia de calor en edificaciones.

La misma Sección Regional de San Luis Potosí, apoyada por el 3er. Consejo Directivo, convocó a un concurso de carteles alusivos a la x Reunión Nacional de Energía Solar. Dicho concurso fue bien acogido por el grupo de diseño gráfico, quien después de tomar ideas de los objetivos y actividades de nuestro evento, mostró una gran dedicación y culminó su trabajo de manera brillante. Los ganadores del concurso, los señores Arturo Espinoza del Río y Luis Pérez Ceballos, fueron homenajeados en esta x Reunión Nacional de Energía Solar otorgándoseles un diploma a cada uno; se le dio el mérito correspondiente al ingeniero Alfredo García Celestino, coordinador del concurso y representante entusiasta de esta sección regional.

El 21 de junio de 1986 quedó formalmente constituida la Sección Regional Tabasco. La toma de protesta a cargo del ingeniero Alfredo Sánchez se efectuó en el Planetario "Tabasco 2000", ante una nutrida concurrencia de distinguidas personalidades de esa entidad. El consejo local quedó representado por su presidente, el ingeniero Abraham Reynoso Pérez.

El 22 de agosto de 1986 se dio posesión al Consejo Directivo de la Sección Regional Guanajuato. Tomó la protesta el ingeniero Alfredo Sánchez, quien acompañado del ingeniero Alberto Valdez, director de Secciones Regionales y el doctor Isaac Pilatowsky F., exhortó a los dirigentes regionales de la ANES a cumplir con los objetivos de nuestra



José Luis Fernández Zayas

Ernestina Torres

agrupación. La presidenta de esta sección es la ingeniera Ernestina Torres, del Instituto de Investigaciones Científicas de la Universidad de Guanajuato y coordinadora local de la x Reunión Nacional de Energía Solar.

Participación en eventos

A solicitud del grupo organizador del Seminario de Uso Racional de Energía, esto es ATPAE, PRONURE-CFE y UAM-I, la ANES apoyó el evento facilitando el manejo financiero y participó en la exposición llevada a cabo en el Museo Tecnológico de la CFE.

Año con año, la ANES ha simpatizado con organismos e instituciones deseosos de promover hacia el conglomerado nacional el conocimiento de la astronomía y de las aplicaciones de la energía solar. Tal es el caso del Planetario "Luis Enrique Erro," del IPN quien organizó el Festival del Sol los días 21, 22 y 23 de marzo con motivo del equinoccio de primavera. El doctor Pedro Quinto y el ingeniero Alfredo Sánchez —director de Organización y presidente, respectivamente— impartieron las conferencias "Aplicaciones Domésticas de la Energía Solar" e "Instale su Colector Solar en Casa".

El 2 de mayo se llevó a cabo la Reunión de Fotovoltaicos en la Unidad de Seminarios del Hotel "Camino Real", organizada por el doctor Francisco García Mendoza, vocal de Fotovoltaicos y el ingeniero Eduardo Ballina, en representación del Laboratorio de Energía Solar de la UNAM. En esta oportunidad se trató de un evento especial que contó con la presencia de Mr. Michael Henley de Nuevo México, Estados Unidos. A dicha reunión asistieron representantes del IPN-CINVESTAV,UNAM, UAP, LES-UNAM y el IIE, así como el Laboratorio de Energía Solar de la Universidad de Nuevo México. Se acordó abordar en conjunto un proyecto multidisciplinario en el área de sistemas fotovoltaicos aprovechando la experiencia del grupo de Nuevo México.

En la Segunda Reunión sobre Ahorro y Uso Racional de Energía también fue activa la participación de la ANES. Esta reunión fue convocada por la LIII Legislatura de la Cámara de Diputados, en particular por la Comisión de Energeticos. El ingeniero Alfredo Sánchez se pronunció en la ponencia oficial de la ANES por una autosuficiencia científica y tecnológica en las fuentes alternas de energía.

En las conclusiones del evento fueron tomadas en cuenta gran parte de las ideas vertidas por la ANES, lo cual prestigia a la comunidad solar.

Publicaciones

Gracias al subsidio otorgado por la Dirección General de Investigación Científica y Superación Académica de la SEP, se publicaron los cursos de *Arquitectura solar* y *Generación eléctrica a partir de fuentes no convencionales de energía,* volúmenes únicos en su género en el país.

Durante este periodo se publicaron los números 10, 11 y 12 de *LA REVISTA SOLAR* y se encuentran en proceso de edición dos números más. Hecho notable es la calidad alcanzada por la revista tanto en estructura como en tipografía, correspondiendo este mérito al director de Publicaciones, Wilfredo Guzmán.

El informativo *Noticias ANES* continuó apareciendo de manera regular, manteniendo la misión fija de tener informada a la comunidad sobre aspectos propios del gremio. Este boletín estuvo a cargo del secretario general, Octavio García.

Conclusiones y recomendaciones de la x Reunión Nacional

La x Reunion se llevó a cabo en un clima de superación y tendencia a mejorar las actividades de investigación y desarrollo tecnológico del país. La gran ayuda y demostración de alta dedicación y profesionalismo, tanto de la organización local como de nuestro director de Organización, llevaron a nuestra agrupación a cumplir nuevamente con sus objetivos.

Investigación

Los problemas de la investigación en fuentes alternas de energía se centran básicamente en la falta de recursos humanos y en las líneas de investigación,

cuyos proyectos sólo han resuelto parcialmente aspectos específicos.

Sin embargo, continúan los apoyos financieros para el desarrollo de proyectos aplicativos y se prosigue en el avance de la investigación básica de frontera, encontrándonos en el arranque de la investigación aplicada.

Existen proyectos que han permitido la colaboración interinstitucional, y que han demostrado que es posible unir esfuerzos y recursos no sólo para resolver problemas básicos sino dar especial énfasis a la investigación aplicada y al desarrollo de tecnología propia, ya que nuestra experiencia nos brinda la posibilidad de éxito.

En cuanto a los proyectos de colaboración internacional, éstos no han permitido capitalizar las experiencias, quedando en proyectos "fantasmas" con grandes inversiones y casi nula recuperación tecnológica y científica.

La investigación aplicada y el desarrollo tecnológico son costosos y requieren de mucho tiempo. Sin embargo, es urgente la resolución de los problemas energéticos, sobre todo los planteados por las demandas energéticas reales —como es el caso de nuestras comunidades rurales— prioridad contemplada en el Programa de Energetización Rural del Programa Nacional de Energéticos de la SEMIP.

Mientras tanto, es recomendable: *a)* Fortalecer la vocación hacia la formación de nuevos grupos de investigación en fuentes alternas de energía, *b)* Buscar fuentes de financiamiento diferentes a las instituciones de investigación, *c)* Realizar proyectos conjuntos institucionales para el óptimo aprovechamiento de los recursos humanos y materiales *d)* Enfocar las líneas de investigación hacia la solución de problemas específicos, es decir, hacia el desarrollo de la investigación aplicada y con esto poder satisfacer la demanda energética de las comunidades rurales.

Docencia y formación de recursos humanos

Ha sido importante el desarrollo que han tenido los programas de formación de recursos humanos en el área de las fuentes renovables de energía en los últimos cinco años. Es mayor cada vez el interés por la formación de personal docente y de investigación para fortalecer los grupos de investigación dedicados a resolver problemas fundamentales y a impulsar el desarrollo tecnológico en esta área del conocimiento.

Existen dos opiniones encontradas. La primera sostiene que simplemente con integrar algunos temas específicos en ciertas licenciaturas sería suficiente para que los profesionistas puedan desarrollar investigación básica y aplicada en el área de las fuentes renovables de energía. La otra opinión postula la necesidad de una formación integral y bien fundamentada, si se pretende avanzar en las fronteras del conocimiento.

Lo anterior representa diferentes requerimientos humanos, desde el nivel técnico —a partir de programas de adiestramiento— hasta el nivel de posgrado, el cual incluye la especialización, la maestría y el doctorado y la opción a nivel licenciatura, que son los cursos de actualización.

Se ha manifestado una cierta inquietud en cuanto al perfil del egresado de estos planes de estudio, dado que no existe hasta el momento una cuantificación de la demanda de este tipo de profesionistas. Sin embargo, cabe destacar que existe un gran número de profesionistas que trabajan en actividades propias del sector energético en lo referente a la investigación y desarrollo de las fuentes renovables de energía.

Se propuso que la ANES participara en el establecimiento de las directrices a seguir en los programas de formación de recursos humanos en el campo de la docencia e investigación de las fuentes renovables de energía.

Sede para la XI Reunión Nacional de 1987

El Instituto Tecnológico de Villahermosa, Tabasco, fue propuesto formalmente como sede para la XI Reunión Nacional de la ANES, a celebrarse del 30 de septiembre al 2 de octubre de 1987. La propuesta fue presentada por el ingeniero Abraham Reynoso Pérez, presidente de la Sección Regional Tabasco.

Asuntos varios

La Sección Regional Guanajuato solicitó al 4o. Consejo Directivo de la ANES una revisión de los estatutos con respecto a las Secciones Regionales. Esta solicitud se hizo del conocimiento de la Junta de Honor.

Reconocimiento al mérito

Durante la ceremonia de clausura el 3er. Consejo Directivo entregó un reconocimiento al mérito con motivo del décimo aniversario de actividades de la ANES. Se distinguió al doctor José Luis Fernández Zayas por su destacada labor y participación en el logro de los objetivos de nuestra Asociación.

Clausura de la Reunión

El licenciado Juan Carlos Romero Hicks, secretario general de la Universidad de Guanajuato, a nombre del doctor Santiago Hernández Ornelas, rector de esta institución, dio por clausurada la X Reunión Nacional de la ANES a las 12:00 horas del 3 de octubre de 1986.

Toma de protesta del 4o. Consejo Directivo

De acuerdo con lo establecido en los estatutos de la ANES, cada dos años debe renovarse su Consejo Directivo, por elección democrática de sus asociados. El acto de toma de protesta del 4o. Consejo Directivo de la ANES estuvo a cargo del doctor Jaime Cervantes de Gortari, vicepresidente de la Academia Nacional de Ingeniería, siendo las 13:00 horas del 3 de octubre de 1986, en el auditorio del Instituto de Investigaciones Cientifícas de la Universidad de Guanajuato.

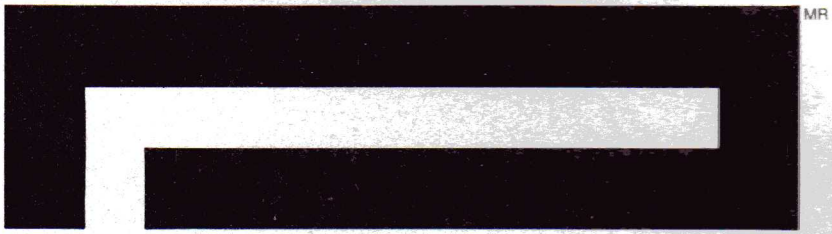
El 4o. Consejo Directivo quedó constituido de la siguiente forma:

- *Presidente:* Isaac Pilatowsky F.
- *Vicepresidente:* Jorge Huacuz M.
- *Secretario:* Alejandro Rodríguez.
- *Tesorero:* Jaime Sotomayor C.

Agradecimientos

El 3er. Consejo Directivo de la ANES agradeció la valiosa colaboración de las autoridades de la Universidad de Guanajuato: al rector doctor Santiago Hernández Ornelas y al ingeniero Álvaro García Torres, director del Instituto de Investigaciones Cientifícas. También expresó su agradecimiento a las autoridades de la Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal, doctores Edmundo de Alba y Hernando Guerrero, y de la Secretaria de Educación Pública, quienes han favorecido notablemente los objetivos y actividades de la Asociación Nacional de Energía Solar. Mención especial merecen la ingeniera Ernestina Torres y el doctor Pedro Quinto, que con su gran ayuda y demostración de alta dedicación y profesionalismo hicieron posible la realización de nuestra X Reunión Nacional.

EL ACRILICO



PLASTIGLAS

Ideal para aprovechar la energía solar

El acrílico PLASTIGLAS reúne una serie de propiedades y características que lo convierten en un material sumamente útil para el aprovechamiento de la energía solar.

PROPIEDADES:

— Alta reflectancia.
— Alta transmitancia a la radiación solar.
— Baja transmitancia a la radiación infrarroja.
— Estabilizado a la radiación ultravioleta,
— Alta resistencia a la intemperie (se ha comprobado que el acrílico dura hasta 25 años instalado).
— Extraordinaria facilidad para transformarlo y transportarlo.
— Ligereza: 50% más que el vidrio.
— Resistencia al impacto: 6 veces más que el vidrio.
— Disponible en diversos espesores, tamaños y más de 100 colores.

APLICACIONES:

- Cubiertas de colectores solares.
- Invernaderos.
- Espejos para reflectores solares, concentradores de calor.
- Filtros de luz.
- Aplicaciones ópticas específicas.

Mayores informes:

PLASTIGLAS DE MEXICO, S.A. DE C.V.

Bosque de Ciruelos No. 99, Fracc. Bosques de las Lomas, México 11700, D.F.

Con el L.D.I. Mario Flores Fierro, Tels. | Conmutador: 596-35-88 ext. 446-447
Directos: 596-18-79 y 596-22-62

Marcas y emblemas son marcas registradas por: PLASTIGLAS DE MEXICO, S.A. DE C.V.

Lo que antes era solo un proyecto...

ahora es una electrificante realidad.

A poco tiempo de iniciar el Area de Energía Solar, CONDUMEX ha instalado exitosamente sistemas fotovoltaicos a lo largo del país, desde casas y clínicas rurales localizadas en zonas montañosas, hasta repetidoras de comunicaciones y plataformas petroleras en la Sonda de Campeche.

CONDUMEX no solo instala los equipos que generan electricidad aprovechando la energía del sol, sino que es el único que suministra este tipo de equipos y ofrece asistencia técnica profesional en la elaboración del proyecto que usted requiera con la tradicional garantía CONDUMEX.

Los sistemas fotovoltaicos, además de que proveen energía dónde la electricidad convencional no satisface la demanda, son fáciles de instalar, con fiables, de mantenimiento nulo, no afectan la ecología y puede incrementarse modularmente su capacidad.

En la era de la electricidad solar...

CONDUMEX

NOM
PREMIO NACIONAL DE CALIDAD

está con usted