

C. N. E. A. Biblioteca	
ARCHIVO PUBLICACIONES	
Nº	AÑO
1	1982

CNEA - NT 1/83

REPUBLICA ARGENTINA

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA

DIRECCION DE INVESTIGACION Y DESARROLLO  
DEPARTAMENTO DE PROSPECTIVA Y ESTUDIOS ESPECIALES  
DIVISION ENERGIA SOLAR

**APROVECHAMIENTO DIRECTO  
DE LA ENERGIA SOLAR.  
ESTADO ACTUAL Y PERSPECTIVAS  
EN LA ARGENTINA**

Walter Scheuer y Jaime A. Moragues  
Departamento de Fisica

**BUENOS AIRES**  
NOVIEMBRE 1982

REPUBLICA ARGENTINA

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA

DIRECCION DE INVESTIGACION Y DESARROLLO  
DEPARTAMENTO DE PROSPECTIVA Y ESTUDIOS ESPECIALES  
DIVISION ENERGIA SOLAR

**APROVECHAMIENTO DIRECTO  
DE LA ENERGIA SOLAR.  
ESTADO ACTUAL Y PERSPECTIVAS  
EN LA ARGENTINA**

Walter Scheuer y Jaime A. Moragues

Departamento de Física

BUENOS AIRES

NOVIEMBRE 1982

APROVECHAMIENTO DIRECTO DE LA ENERGIA SOLAR.  
ESTADO ACTUAL Y PERSPECTIVAS EN LA ARGENTINA<sup>+</sup>

Walter Scheuer y Jaime A. Moragues\*

RESUMEN

Se informa sobre el potencial de la energía solar a nivel mundial y argentino, las ventajas y los inconvenientes inherentes a su aprovechamiento y el actual desarrollo de las aplicaciones de la energía solar en la Argentina.

ABSTRACT

Brief information is given on the potential of solar energy world-wide and in Argentina, on the advantages and disadvantages inherent to its exploitation, and on the present stage of development of solar energy applications in Argentina.

<sup>+</sup> *Versión ampliada y actualizada del trabajo publicado por los autores en Energía 2001, Vol. 1, Nº 7, pág. 56 (1982).*

\* *Miembro de la Carrera del Investigador del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.*

## 1. INTRODUCCION

A través de diversos procesos, tanto el hombre cuanto los animales y las plantas han dependido y dependen de la energía solar para desarrollar su vida sobre la Tierra. Parte de la radiación solar que llega a nuestro planeta es convertida mediante procesos naturales en otras formas de energía, como ser: combustibles fósiles (carbón, petróleo, gas), energía hidráulica, biomasa y energía eólica. Asimismo, es posible convertir aquélla directamente a través de artificios tecnológicos en formas de energías que se adapten a los modos de uso de la civilización actual; para tal fin es necesario desarrollar dispositivos que permitan realizar dichos procesos a niveles económicamente competitivos.

La importancia de desarrollar el aprovechamiento de las fuentes de energía no convencionales a nivel mundial y, en particular, en los países no industrializados, ha sido reiterado innumerables veces en el pasado reciente: por ejemplo, en Refs. 1 y 2. Entre dichas energías, el potencial de la energía solar directa se destaca nítidamente sobre el de las demás posibilidades, junto a, solamente, el de las formas avanzadas de las energías nuclear y, eventualmente, geotérmica (ver Tabla I).

En el presente trabajo se da un breve panorama del recurso solar disponible, tanto a nivel mundial cuanto en la Argentina, así como de los desarrollos en marcha en nuestro país para los diferentes aprovechamientos directos de la energía solar.

## 2. POTENCIAL DEL RECURSO SOLAR

Resulta ilustrativo comparar el referido potencial con los requerimientos energéticos del mundo del próximo siglo, que se supone estabilizará su crecimiento demográfico en algún período del mismo. Usando cifras suficientemente indicativas comp para servir de marco de referencia aproximado, es aceptable considerar que el valor asintótico de la población será de alrededor de 15.000 millones de habitantes y que su consumo de energía per caput será, en promedio, cercano a los 5 kW térmicos en forma continuada a lo largo de las 24 horas del día; este valor supera en 2 veces al consumo promedio actual de

la población de los Países Bajos y en 7 veces al correspondiente a la población de la Argentina. La energía total generada deberá acercarse al doble de lo efectivamente consumido por la población, ya que deben tenerse en cuenta las pérdidas y los consumos adicionales cada vez más significativos originados en los sistemas de distribución de energía, procesos de reciclado de materiales, métodos de producción intensiva de alimentos y de protección al medio ambiente, etc.. Esto lleva a un consumo total de  $1,3 \cdot 10^6$  TWh/año ( $1,3 \cdot 10^{11}$  tep/año;  $4,5 \cdot 10^{18}$  Btu), valor que supera en 20 veces el consumo mundial total de energía en la actualidad.

La energía solar incidente sobre la superficie de los continentes varía, por supuesto, con la latitud y con la época del año. Si se considera que su valor medio anual sobre los 136 millones de  $\text{km}^2$  que abarcan los cinco continentes clásicos es de  $\sim 3,5$  kWh/ $\text{m}^2$ -día (Ref. 4) y se supone que esta energía es convertida a otras formas utilizables de energía con una eficiencia global media de 40 %, resulta que el requerimiento energético anual de la "población estabilizada" podría ser satisfecho utilizando sólo aproximadamente 2 % de aquella área. Desde el punto de vista operativo será necesario disponer de superficies mayores a fin de dejar espacios entre colectores para evitar sombras y realizar mantenimiento. Por otra parte, es razonable pensar que a nivel mundial se utilicen zonas desérticas de elevada insolación, por lo que las áreas requeridas se reducirán; por ejemplo, la insolación promedio de Arabia Saudita es de aproximadamente 7 kWh/ $\text{m}^2$ -día (Ref. 5), con lo cual el valor anterior disminuye a la mitad.

Para analizar el recurso solar en nuestro país, es apropiado considerar como energía disponible el promedio anual de la radiación que incide al Norte del Río Colorado, de aproximadamente 4,5 kWh/ $\text{m}^2$ -día (Ref. 6). El consumo de energía primaria total, suponiendo un crecimiento del PBI de 5,3 % anual, se estima para 1985 en 560 TWh y para el año 2000 en 1180 TWh (Ref. 7). Suponiendo la misma eficiencia de conversión que más arriba, dichos requerimientos se pueden satisfacer con áreas de colectores que son, respectivamente, el 0,04 y 0,09 % de la superficie al Norte del Río Colorado considerada. En cuanto al escenario del "mundo estabilizado", si se considera que la Argentina tendrá una población proporcional a su superficie, la demanda energética del país podrá ser satisfecha a partir de energía solar recolectada en el 2 % de la mencionada superficie. Nuevamente resulta ilustrativo considerar una zona de elevada insolación: en Abra Pampa, ubicada en la puna jujeña, la intensidad

solar promedio anual es de aproximadamente 6,7 kWh/m<sup>2</sup>-día (Ref. 6), valor para el cual las áreas requeridas en los ejemplos anteriores se reducen en un 33 %.

Por otra parte, la demanda eléctrica total del país proyectada (Ref. 7) para el año 2000 (175.000 GWh/año), se puede generar a partir de la radiación solar colectada en un área de 1300 km<sup>2</sup>, si se suponen la misma insolación media que antes, captación mediante concentradores inclinados 30° respecto de la horizontal, un aprovechamiento del terreno del 50 % (dejando el resto para la circulación y para evitar sombras de un colector sobre otro) y una eficiencia del 15 % para la conversión a electricidad. Esta superficie es sólo 1,5 veces mayor que la del espejo de agua del embalse de la central El Chocón, generándose desde ella aproximadamente 55 veces más energía que la provista por dicha central. Considerando, en cambio, una región de insolación elevada, la relación se hace aún más favorable.

TABLA I: RESERVAS Y RECURSOS ENERGETICOS MUNDIALES<sup>a)</sup>

Los valores consignados en las dos últimas columnas deben compararse con el consumo mundial anual total correspondiente a la "población estabilizada": 1,3 10<sup>6</sup> TWh/año = 4,5 Q/año. Obsérvese la preeminencia de las energías solar, nuclear avanzada y geotérmica avanzada.

F U E N T E	CONSUMO ACTUAL (Q/año) <sup>a)</sup>	RESERVAS <sup>b)</sup> (Q) <sup>a)</sup>	RECURSOS <sup>b)</sup> (Q) <sup>a)</sup>
<u>Combustibles fósiles</u>			
Carbón	0,073	18	280
Petróleo	0,100	2,6	13
Gas natural	0,050	2,4	10
Rocas portadoras	---	---	30
<u>Energía nuclear</u>			
<u>Fisión térmica</u>			
(U < 130 U\$/kg)	0,001	1,0	2,0
<u>Fisión reproductora</u>			
(U y Th < 130 U\$/kg)	- 0	142	284
<u>Fisión reproductora</u>			
(1 % U y Th de rocas y océanos)	---	---	10 <sup>7</sup>
<u>Fusión D-T</u>			
(Li de yacimientos)	---	---	2.000
<u>Fusión D-T</u>			
(1 % Li de océanos)	---	---	5 x 10 <sup>4</sup>
<u>Fusión D-D (1 % D)</u>			
	---	---	10 <sup>8</sup>
<u>Energía geotérmica</u>			
	< 0,001	0,4?	0,2-4 x 10 <sup>4</sup> (Q/año) <sup>a)</sup>
<u>Energía hidroeléctrica<sup>d)</sup></u>			
	0,017	---	0,1
<u>Energía solar directa<sup>e)</sup></u>			
	- 0	---	15
<u>Energía eólica<sup>d)</sup></u>			
	- 0	---	1
<u>Energía mareomotriz<sup>d)</sup></u>			
	- 0	---	0,003
<u>Energía vegetal y de residuos</u>			
	0,030	---	0,15
<u>Gradiente térmico de los océanos</u>			
	---	---	3-5
<u>Energía de olas<sup>d)</sup></u>			
	---	---	0,08

a) Tomada de Ref. 3.

b) Como "reserva" se entiende la cantidad conocida de una fuente dada en condiciones de ser explotada económicamente con la tecnología actual; como "recurso", la cantidad máxima que se considera explotable, aunque al presente se carezca de las posibilidades económicas y/o de los conocimientos tecnológicos para hacerlo.

c) 1 Q = 10<sup>18</sup> Btu = 1,05 10<sup>21</sup> Joule = 2,93 10<sup>5</sup> TWh.

d) Equivalentes térmicos.

e) Suponiendo que se ocupa el 2 % de la superficie de los cinco continentes olímpicos.

De los párrafos precedentes resulta que la energía solar disponible sobre la superficie terrestre es superabundante para satisfacer las necesida-

des energéticas futuras de la humanidad y que lo mismo vale para las de la Argentina. Además, las áreas requeridas para su aprovechamiento son tales que es difícil que surjan problemas globales respecto del uso óptimo del suelo a nivel mundial; para nuestro país estos problemas no existen.

### 3. DEMANDA EFECTIVA DE ENERGIA SOLAR

En la sección precedente se obtuvieron valores correspondientes a la satisfacción de distintas demandas, aprovechando exclusivamente el potencial de la energía solar. Obviamente, esto no representa la realidad del futuro, la cual, es de desear, estará caracterizada por un parque energético diversificado, sin preeminencia excesiva de ninguna fuente de energía. Lo que se puede dar por seguro es que la energía solar constituirá una fracción significativa de ese parque, aseveración que hace superflua y prematura toda discusión actual respecto del valor preciso de dicha participación: dado que ésta existirá, el país debe abocarse desde ya al desarrollo de las tecnologías vinculadas a ella. Esto deberá realizarse dentro de los límites que marcan las condiciones locales, pero teniendo en cuenta también que dicho desarrollo sólo será efectivo si se evita copiar directamente tecnologías foráneas y, en cambio, se opta por adaptarlas a nuestras necesidades y características, completando el proceso con desarrollos auténticamente propios. Corresponde agregar que, para el caso de la Argentina, todas las formas de conversión están al alcance de las ciencias, técnica e industria nacionales, con básicamente el empleo de materiales nacionales, si bien para implementar algunas de aquéllas aún se requieren desarrollos específicos (como ser, conversión fotovoltaica).

A pesar de lo expuesto más arriba, cabe consignar que, por ejemplo, para el caso particular de los EE.UU. de Norte América se pueden tomar como valores indicativos de la participación solar el 2 % de la demanda para el año 2000 y alrededor del 15-20 % en el año 2020 (si bien las cifras varían significativamente según los autores).

En cuanto a costos se refiere, actualmente los únicos sistemas de aprovechamiento solar económicamente competitivos a nivel mundial son los colectores planos destinados al calentamiento de agua para usos domiciliarios. Sin embargo, en emplazamientos seleccionados, la generación de calor a baja temperatura

para aplicaciones industriales, la conversión fotovoltaica en diversas aplicaciones (retransmisoras de telecomunicaciones, boyas en vías navegables, sistemas de protección catódica, bombeadores de agua en zonas rurales, etc.) ya encuentran mercado, inclusive en nuestro país. Un caso especial lo constituye la denominada "arquitectura solar", cuya correcta implementación sin duda resulta económicamente beneficiosa. Para las demás aplicaciones que se discuten más adelante, si bien algunas de ellas están entrando en una etapa semicomercial (por ejemplo, secado de productos agrícolas), es necesario aún realizar desarrollos que disminuyan su costo. En general, dependiendo del tipo de aplicación, se puede asegurar que una cantidad apreciable de aprovechamientos solares se encontrará a nivel económicamente competitivo dentro de 5-10 años.

#### 4. VENTAJAS E INCONVENIENTES DEL APROVECHAMIENTO DE LA ENERGIA SOLAR

La energía solar es gratuita, inagotable, superabundante para los requerimientos energéticos de la "población estabilizada", de máxima intensidad en las regiones de bajo o mediano desarrollo y de libre disponibilidad (muchas veces en el lugar de la demanda). Es, además, esencialmente no contaminante; haciendo un análisis cuidadoso es de destacar, sin embargo, que se producen modificaciones locales del albedo, transferencia de energía desde el lugar donde se recoge la radiación solar a aquél en que se usa la energía cuando hay transporte de la misma, y una eventual alteración estética del paisaje en el caso de algunas instalaciones de gran potencia; todas estas contaminaciones están muy por debajo de las que caracterizan a las fuentes convencionales. Finalmente, gran parte de la tecnología específica necesaria para su aprovechamiento es relativamente simple (al alcance de países con desarrollos industriales incipientes o medianos) y adaptable a las condiciones económicas reinantes en la región de aplicación (los dispositivos requeridos pueden producirse usando métodos que sean intensivos en capital o en mano de obra o mediante una adecuada combinación de ambos).

Por otro lado, la energía solar presenta algunos inconvenientes que es necesario señalar. Primero, debido a su baja densidad, debe ser colectada en áreas grandes, lo que implica elevadas inversiones iniciales y, para aplicaciones masivas, disponer de abundante materia prima. Segundo, es una fuente de

energía intermitente por lo cual se requiere alguna forma de almacenaje de energía, el costo del cual puede constituir una parte significativa de la inversión inicial.

## 5. APROVECHAMIENTOS DE LA ENERGIA SOLAR EN LA ARGENTINA

En lo que sigue -sin ser exhaustivo- se hace referencia a los más significativos antecedentes y aspectos generales del aprovechamiento de la energía solar en la Argentina, como también a las más importantes actividades de infraestructura y aplicaciones. En las Tablas III a V se resumen estas actividades y se dan direcciones de interés en relación con ellas.

### 5.1 Antecedes y aspectos generales

El estudio del aprovechamiento de la energía solar se inició en la Argentina alrededor de 1970 y recibió un gran impulso en 1974, al realizarse un curso de helioenergía organizado por la UNESCO, la Unión Internacional de Astronomía y la (hoy inexistente) Comisión Nacional de Estudios Geoheliofísicos. Esta reunión permitió a los distintos grupos de trabajo, tanto activos cuanto en gestación, aunar esfuerzos e iniciar una primera tarea de coordinación. Durante el transcurso de la misma se consideró fundamental integrar desde un comienzo a todos los grupos vinculados al tema a través de una entidad privada a nivel nacional, redactándose la carta de creación de la Asociación Argentina de Energía Solar (ASADES).

A fines de 1975 la Comisión Nacional de Estudios Geoheliofísicos, a esa sazón responsable de la coordinación nacional de las actividades en este campo, convocó a las "Jornadas de Planificación y Concertación en el Area de la Energía Solar", realizadas en Vaquerías, provincia de Córdoba. Durante ellas se coordinaron las tareas de los grupos que se ocupaban del tema y se recomendó crear Comités de profesionales idóneos para asesorar a la mencionada Comisión en su cometido y para la redacción de un Plan Nacional de Energía Solar. Concretadas ambas iniciativas, a mediados de 1977 la Secretaría de Estado de Ciencia y Tecnología aprobó dicho plan. Posteriormente, esa Secretaría (hoy Subsecretaría de la Secretaría de Estado de Planeamiento) se hizo responsable del

área solar a nivel nacional y englobó al plan dentro de su Programa Nacional de Energía No Convencional, que abarcaba a las energías solar y eólica y al aprovechamiento de la biomasa (últimamente se agregó el desarrollo de fuentes tradicionales de acuerdo a métodos o sistemas no convencionales). El Comité Asesor de profesionales idóneos en el tema con que contó este Programa Nacional dejó de actuar a fines de 1981 al operarse un cambio de objetivos y métodos operativos de este último, habiéndose designado hasta el momento un nuevo Comité Asesor con mayor vinculación al área política del programa.

Por otra parte, durante 1980, se firmó un convenio entre la Subsecretaría de Estado de Ciencia y Tecnología (SubCYT) y la Secretaría de Estado de Energía (SE) por el cual esta última apoyará proyectos del Programa de Energía No Convencional por un total de U\$S 12.500.000.-, distribuidos a lo largo de cinco años.

En la Tabla II se consigna la cantidad de proyectos presentados al Programa Nacional de Energía No Convencional cada año por los diversos grupos, así como la cantidad de los aprobados por el Consejo Asesor; entre paréntesis se indica el número de proyectos aprobados en el tema de energía solar. También se dan los montos totales asignados y, entre paréntesis, los correspondientes a energía solar. Se observa que el espíritu crítico prevalente condujo a que se rechazara un número apreciable de proyectos. Las últimas dos columnas reflejan la influencia favorable del apoyo de la Secretaría de Energía y la última fila muestra la declinación de los fondos en el año 1981, en concordancia con el agravamiento general de la crisis nacional; aunque los autores no disponen de datos numéricos fidedignos, pueden asegurar que esta declinación se acentuó durante el lapso ya transcurrido de 1982. Corresponde mencionar también que las inversiones anuales de las instituciones oficiales y privadas activas en el tema superan en varias veces las cifras tabuladas.

En el plano no oficial, la Asociación Argentina de Energía Solar (sociedad sin fines de lucro y con personería jurídica) posee actualmente unos 300 miembros y realiza anualmente una Reunión de Trabajo, la octava de las cuales se efectuará a mediados de 1983 en La Pampa. Además, edita, en forma aperiódica, un Boletín y las Actas de las reuniones anuales mencionadas y organiza o propicia reuniones sectoriales.

Se estima que actualmente hay alrededor de 130 profesionales trabajando en el área de la energía solar con diferentes grados de dedicación, además de

TABLA II: PROGRAMA NACIONAL DE ENERGIA NO CONVENCIONAL: PROYECTOS Y PRESUPUESTO

Según información existente en la Subsecretaría  
de Estado de Ciencia y Tecnología

A Ñ O	77	78	79	80	81
<u>P R O Y E C T O S</u>					
Presentados	25	25	45	79	80
Aprobados	25 (11) <sup>a)</sup>	22 (13)	25 (17)	34 (19)	35 (15)
<u>P R E S U P U E S T O (millones de pesos)</u>					
<u>Erogaciones corrientes</u>					
SubCYT	150	200	625	1.705	775
Secretaría de Energía	---	---	---	1.064	2.555
TOTAL	150 (40) <sup>b)</sup>	200 (97)	625 (345)	2.769 (1.820)	3.330 (1.693)
<u>Erogaciones constantes (a Junio 1981)</u>					
TOTAL	3.581 (955) <sup>b)</sup>	1.851 (898)	2.234 (1.233)	5.756 (3.783)	3.330 (1.693)

a) Entre paréntesis se indica el número de proyectos de energía solar aprobados.

b) Entre paréntesis se indica el total de erogaciones asignadas a proyectos de energía solar.

numerosos técnicos. Los grupos activos en este campo son aproximadamente 20, distribuidos en universidades, institutos oficiales y privados y en asesorías.

Alrededor de media docena de empresas privadas significativas fabrican colectores planos para calentamiento de agua en diversos puntos del país (Capital Federal, Mendoza, San Luis, entre otros); la cantidad de importadores ha disminuido sensiblemente, reduciéndose para 1982 a un pequeños número (ver Tabla IV). Por otra parte, alrededor de 10 empresas proveen paneles fotovoltaicos importados y los dispositivos adicionales requeridos para conformar sistemas (baterías,

controles, etc.) (ver Tabla V). Cabe agregar que parte de las empresas actuan-  
tes en el área de industria y comercialización son miembros de la ya menciona-  
da Cámara Argentina de Energía Solar y No Convencional. Por otra parte, en me-  
ses recientes la SubCYT organizó, con apreciable repercusión, dos jornadas de  
intercambio técnico-empresario.

En cuanto a la industria local en general, muestra excelente disposición  
para colaborar en proyectos de aprovechamiento solar, ofreciendo con frecuen-  
cia condiciones económicas excepcionalmente favorables, incluyendo la provisión  
sin cargo de materiales y otros elementos.

## 5.2 Infraestructura y tareas de apoyo

### *a) Red solarimétrica y banco de datos*

Esta actividad está a cargo de la Comisión Nacional de Investigaciones Es-  
paciales (CNIE). El objeto de la misma es medir, procesar y publicar datos de  
radiación solar global diaria. Se prevé completar en 1983 la instalación de 42  
estaciones, de las cuales 30 están ya montadas desde Abra Pampa, en la  
provincia de Jujuy, hasta 3 bases en la Antártida (ver Fig. 1). La ma-  
yoría están instaladas en dependen-  
cias del Instituto Nacional de Tec-  
nología Agropecuaria. En 1983 se  
instalarán 5 estaciones automáticas  
que realizarán mediciones horarias.  
Los datos recogidos, una vez elabo-  
rados, se publican en forma semes-  
tral.

### *b) Banco de prueba de colec- tores planos*

La función del banco de prue-  
ba diseñado, construido y operado  
por la CNIE, es: 1) caracterizar  
el comportamiento térmico de colec-  
tores planos y de calefones solares

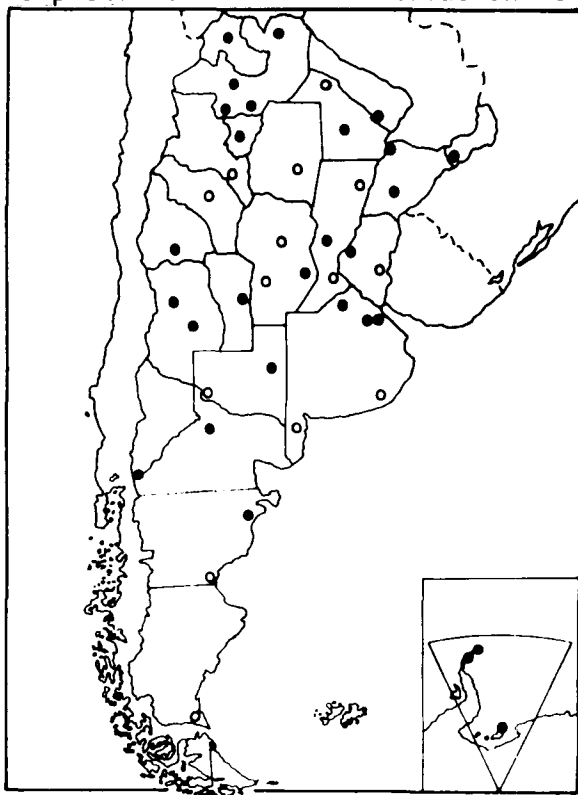


Fig. 1: Estaciones de la red solarimétrica operada por la CNIE. Los círculos llenos corresponden a las estaciones instaladas y los vacíos a las programadas.

completos (paneles más tanque), ofertados comercialmente; 2) detectar fallas de diseño, material o construcción en nuevos productos; 3) posibilitar la modelización de colectores.

El banco, en funcionamiento desde comienzos de 1980, permite medir simultáneamente 10 colectores. Los valores de temperatura y caudal son registrados en un sistema automático y procesados directamente en computadora, utilizándose para los ensayos la norma ASHRAE 93-77, originaria de los EE.UU. de N.A.. Se está completando la instalación para el ensayo de colectores solares para calentamiento de aire que trabajen en régimen de convección forzada.

*c) Establecimiento de normas*

El Instituto Argentino de Racionalización de Materiales, junto con institutos oficiales y empresas privadas, está confeccionando normas para determinar los rendimientos térmicos de colectores planos, basadas en la citada norma ASHRAE 93-77. Asimismo, está en preparación una norma para calefones solares completos, no existiendo ninguna de validez internacional.

*d) Desgravaciones impositivas y aspectos legales*

Si bien comunes en otras naciones, en el país no existen desgravaciones impositivas que favorezcan al usuario que instala dispositivos o sistemas para el aprovechamiento de la energía solar. Recientemente, desde la Secretaría de Energía (SE) se expresó (ver Ref. 8) que, dado el relativo bajo precio de la energía convencional, "esas desgravaciones resultarían quizás desmedidas y significarían una contribución del Estado que no sería correlativa con el costo de la forma de energía que fueran a reemplazar"; no obstante, simultáneamente se anunciaba que la SE delinearía medidas en este contexto para su eventual implementación a partir de 1984. Por otra parte, la recientemente creada Cámara Argentina de Energía Solar y No Convencional (CAENCO) anunció estar trabajando en un anteproyecto sobre el tema, presumiblemente teniendo en cuenta aspectos adicionales a los parámetros económicos actuales.

En cuanto a la legislación local referente al aprovechamiento solar, de la cual al menos los aspectos generales debieran estar establecidos antes de que se produzca una expansión significativa de las aplicaciones (particularmente a nivel de residencias familiares), ha sido encarada en las Facultades de Derecho de la Universidad (privada) de Mendoza y de la U.N. de Córdoba.

*e) Formación de recursos humanos y divulgación*

Tanto en el ámbito oficial cuanto privado se dictan cursos de duración variable y ciclos de conferencias sobre aplicaciones de la energía solar en sociedades profesionales, institutos y universidades. Los más regulares son los vinculados a la denominada "arquitectura solar". La SubCYT y CAENCO se encuentran estudiando un plan de divulgación del aprovechamiento de esa energía, en particular a nivel de establecimientos de enseñanza y a través de los medios masivos de comunicación. Una aceptable cantidad de profesionales formados o recientemente graduados realizan visitas técnicas y/o estudios de perfeccionamiento en el extranjero.

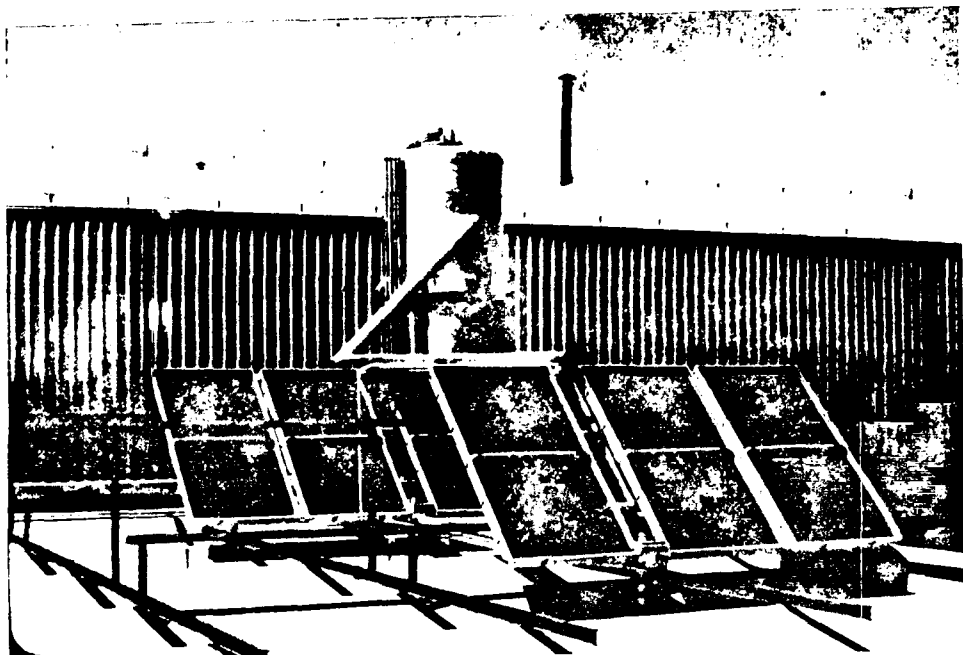
5.3 Aplicaciones

*a) Calentamiento de agua para uso en edificios*

Los colectores planos o calefones solares utilizados para el calentamiento de agua fueron la primera y, por años, la única aplicación térmica de la energía solar disponible en el mercado argentino. Se los utiliza tanto en edificios unifamiliares (con circulación del agua desde el colector al termotanque por termosifón; ver Fig. 2) cuanto en edificios de mayor tamaño, como hoteles, escuelas, centros de recreación o sanatorios (con circulación forzada de agua). En una versión simple, más económica, se utilizan para calentamiento de natatorios.

Fig. 2:

*Sistema de calentamiento de agua con circulación por termosifón. Fábrica de Aleaciones Especiales, CNEA (Ezeiza, Prov. de Bs.As.). Colectores de 2 m<sup>2</sup> de fabricación nacional.*



Las empresas mencionadas al final de la Sección 5.1 han vendido no menos de 5.000 m<sup>2</sup> de colectores (presumiblemente no más de 6.500 m<sup>2</sup>). Como punto de referencia, para zonas de insolación razonable se considera que por persona se necesitan 1 m de colector y aproximadamente 55 litros de acumulación de agua, con lo cual una familia tipo requiere 4 m<sup>2</sup> de colector con un termotanque de unos 200-250 litros. Su precio promedio en el mercado local es de aproximadamente 10.000.000 \$/m<sup>2</sup> para los colectores y de aproximadamente 50 millones de pesos para el sistema tipo completo; en ambos casos los precios fluctúan en  $\pm 50\%$  según los fabricantes. Las garantías para colectores de fabricación nacional llegan hasta 10 años para la placa colectora en sí y hasta 5 años para el resto de la unidad.

#### *b) Calentamiento de fluidos para uso industrial*

Existen en la Argentina algunas aplicaciones de colectores planos en la industria química, aceitera, frigorífica, lechera, de gaseosas, etc.. Por otra parte, la U.N. de Salta, junto con la empresa Nueva Pompeya, instalaron para esta última una poza solar experimental de 400 m<sup>2</sup> en San Antonio de los Cobres (Jujuy), para el tratamiento directo de minerales de los cuales se extrae sulfato de sodio decahidratado. Esta primera etapa de un proyecto más ambicioso permite ahorrar el 25 % del combustible consumido en el proceso convencional, habiendo el procedimiento solar incrementado, además, la eficiencia intrínseca del proceso. Finalmente, el grupo de energía solar de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) tiene en desarrollo un programa de concentradores de radiación solar que permiten calentar fluidos de aplicación en procesos industriales a temperaturas de 150 a 250°C.

#### *c) Calefacción de edificios*

Como ejemplo se puede citar el sistema de 300 m<sup>2</sup> de colectores planos para calefacción de una escuela de la Municipalidad de Buenos Aires (ver Fig. 3); también el Centro Deportivo Jorge Newbery de la misma ciudad, provisto de un área de colectores de 500 m<sup>2</sup> para calefacción de la pileta, el gimnasio y las aulas. Estas instalaciones son actualmente las mayores del país. Existen, asimismo, algunas casas particulares con colectores solares para calefacción mediante losa radiante.

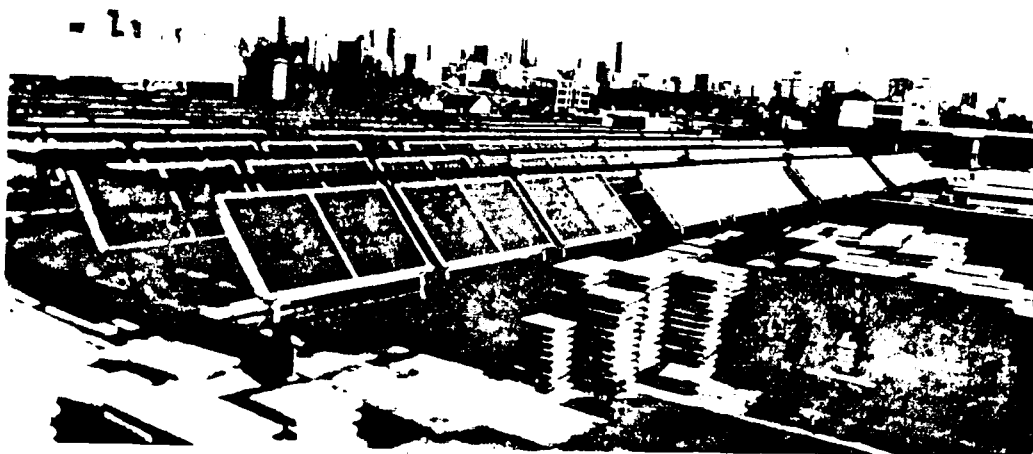


Fig. 3: *Conjunto de 144 colectores planos de fabricación nacional (2 m<sup>2</sup> cada uno) que integran el sistema de calefacción de la escuela Nº 27 de la Ciudad de Buenos Aires. Diseñado y construido por INGEN S.A.*

#### *d) Refrigeración de edificios*

La refrigeración es una aplicación de la energía solar en la cual la mayor demanda ocurre en la época de buena insolación. Los sistemas comercialmente disponibles a nivel mundial (pero no aún en el local) son los basados en ciclos de absorción, para los cuales sólo se requiere un muy buen colector plano dado que han sido adaptados para trabajar a temperaturas entre 80-100°C. Como único ejemplo significativo de aplicación de estos sistemas en la Argentina se encuentra el Centro Deportivo Jorge Newbery antes citado, en el cual se refrigeran algunas oficinas y aulas usando un área de 50 m<sup>2</sup> de colectores planos evacuados (ver Fig. 4). Un caso especial lo constituye la cámara fría para conservación de semillas (-2°C) que, con un área de 24 m<sup>2</sup>, diseñó la U. N. de Salta para una estación experimental del INTA en la puna salteña.

#### *e) Arquitectura solar*

En la denominada arquitectura solar se busca diseñar edificios y conjuntos de edificios en forma tal que se aprovechen al máximo las posibilidades de

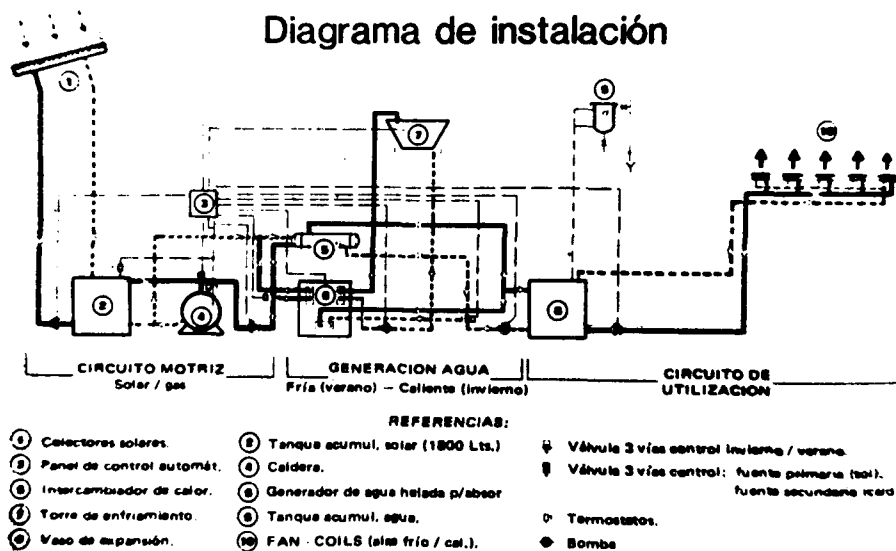


Fig. 4:

*Esquema de funcionamiento del sistema de provisión de agua caliente, calefacción y refrigeración en el Centro Deportivo Jorge Newbery, Ciudad de Buenos Aires. Para calentamiento de agua y calefacción utiliza colectores planos de construcción nacional y para refrigeración colectores evacuados y una máquina de absorción, ambos de origen japonés. Diseñado por INGEN S.A.*

iluminación, refrigeración, calefacción y calentamiento de agua que brinda la energía solar, tanto por medios pasivos cuanto activos. La diferencia fundamental a señalar con las aplicaciones antes mencionadas es la integración de los sistemas de aprovechamiento solar como parte del edificio y no el mero agregado de dispositivos a edificios tradicionales.

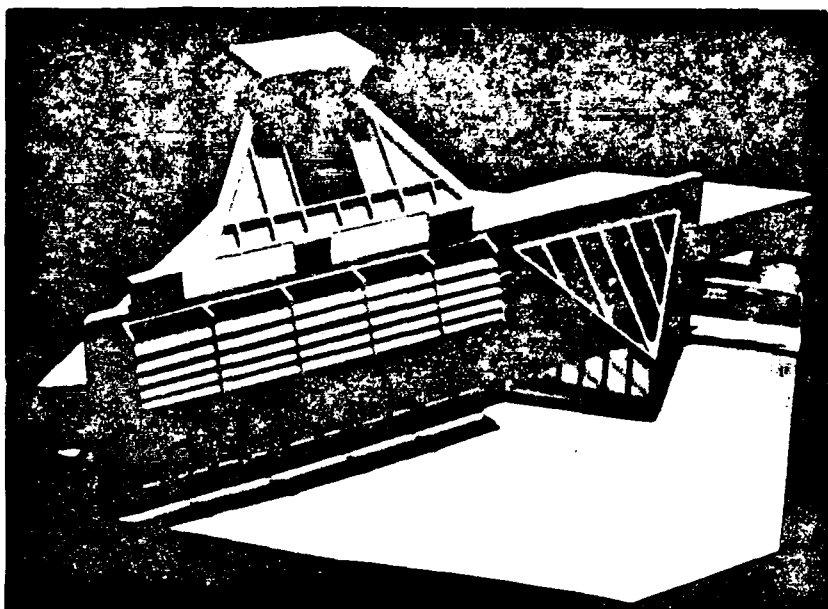
En la Argentina hay en funcionamiento o construcción varios proyectos considerados prototipos de demostración. La casa Sol 55, diseñada y habitada por el Arq. Di Bernardo, del grupo de energía solar de la Universidad de Rosario, está en funcionamiento desde 1978, existiendo una apreciable cantidad de información sobre su comportamiento. El grupo de energía solar del Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Áridas (IADIZA) inauguró en 1980, en la ciudad de Mendoza, una casa-laboratorio en la que se simula su utilización a fin de obtener datos que sirvan para posteriores diseños. Asimismo, el Instituto de Arquitectura Solar (IAS) de la ciudad de La Plata construyó un prototipo de edificio solar para ser usado como banco de ensayo para la zona templada húmeda. El grupo de U.N. de Salta tiene en construcción una casa solar para una estación experimental del INTA en Abra Pampa así como un puesto sanitario en Castro Tolay, ambas en la provincia de Jujuy y un edificio con aprovechamiento integral de la energía solar para una estación experimental de la Dirección Provincial de Ganadería de Catamarca en Laguna Blanca, todas aproximadamente a 3.500 m de altura.

Por otra parte, se encuentran terminadas, en construcción o en proyecto varias "viviendas solares" familiares en todo el país (ver Fig. 5). También existen proyectos con diversos grados de avance para barrios completos (IAS, 30 viviendas en La Plata; IADIZA, 1400 en Mendoza), edificio de altura (IADIZA, Mendoza), instituto de investigaciones científicas (Grupo de la U.N. de Rosario) y edificios públicos (entre estos se encuentra la sede administrativa de la Empresa Provincial de Energía de Córdoba en Villa Carlos Paz, para la cual dicha empresa, asistida técnicamente por la CNEA, la CNIE y el INTI, efectuó recientemente un concurso nacional de anteproyectos que estipulaba un diseño conservativo de energía y el uso de sistemas de calefacción y refrigeración a energía solar; los ganadores del concurso fueron asesorados por el Instituto Solar Arquitectura Buenos Aires (ISABA)). Varios de estos proyectos son apoyados por la Subsecretaría de Estado de Desarrollo Urbano y Vivienda y/o institutos provinciales de vivienda u otros organismos oficiales.

La U.N. de Salta ha realizado recientemente un estudio bioclimático y de la vivienda rural tradicional en el noroeste argentino con fines de acondicionamiento solar de las mismas.

Fig. 5:

*Maqueta de vivienda solar unifamiliar ubicada en Ituzaingó, Provincia de Bs.As., diseñada por el Instituto de Arquitectura Solar de La Plata. Actualmente está completada en un 80 %.*



*f) Secado de productos agrícolas*

El grupo de energía solar de la U.N. de Salta diseñó, construyó e instaló un sistema prototipo de secado de tabaco Virginia con 275 m<sup>2</sup> de colectores para calentar aire y un acumulador de energía térmica formado por un lecho de piedras de 80 toneladas. Los secadores, del tipo de "secado en bulto" de construcción comercial, fueron provistos por el INTA; tienen un área de 35 m<sup>2</sup> y una capacidad de carga de hasta 8.000 kg de tabaco húmedo. Las instalaciones (ver Fig. 6) se completaron recientemente a cerca de 1.000 m<sup>2</sup> con colectores de origen alemán (obtenidos a través de un convenio establecido entre el gobierno alemán y la CNIE), incluyéndose también un acumulador de piedras de 240 toneladas, sistema que alimenta los tres secadores ya instalados. La eficiencia promedio del mismo es de aproximadamente 40 %, con temperatura del aire de aproximadamente 70°C. El mismo grupo, junto con el de la U.N. de Catamarca, estudia intercambiadores agua-aire a fin de usar colectores planos de agua y pozas solares para el secado; las experiencias se realizarán con una poza de 600 m<sup>2</sup> que se encuentra en su etapa final de construcción. Con un grupo de la U.N. de Tucumán inició estudios referente al secado de bagazo.

El grupo de energía solar de la U.N. de Rosario ha concentrado sus esfuerzos en el desarrollo de sistemas para secado de productos del agro (maíz, sorgo, trigo y soja) con el fin de disminuir las pérdidas de tipo germinativo o

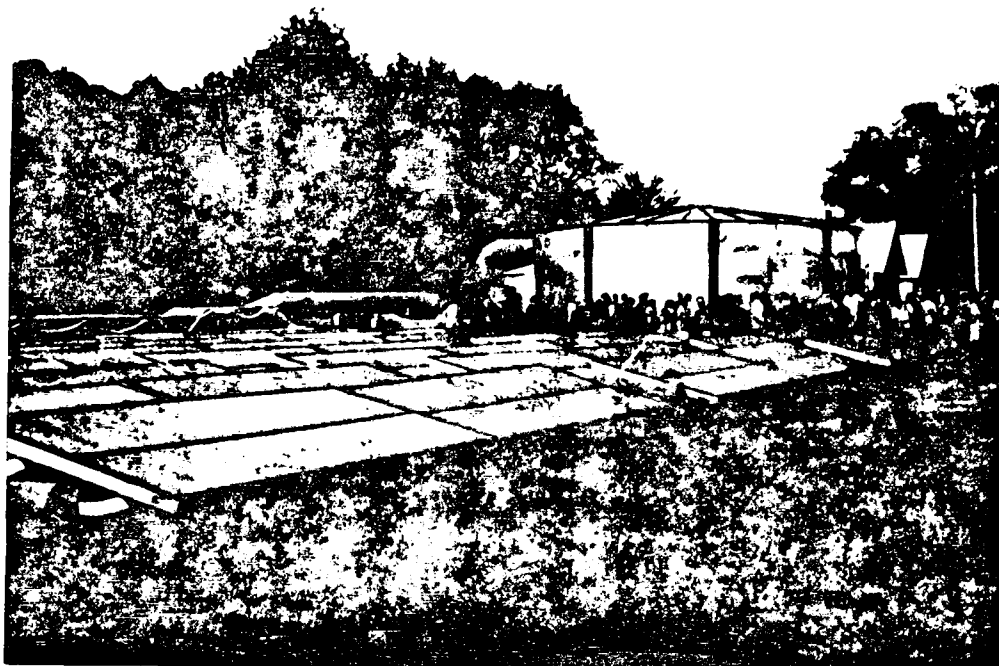


Fig. 6:

*Sistema de secado de tabaco Virginia con colectores para calentamiento de aire construidos una parte por la U.N. de Salta y otra por la industria alemana. Diseñado y operado por la U.N. de Salta.*

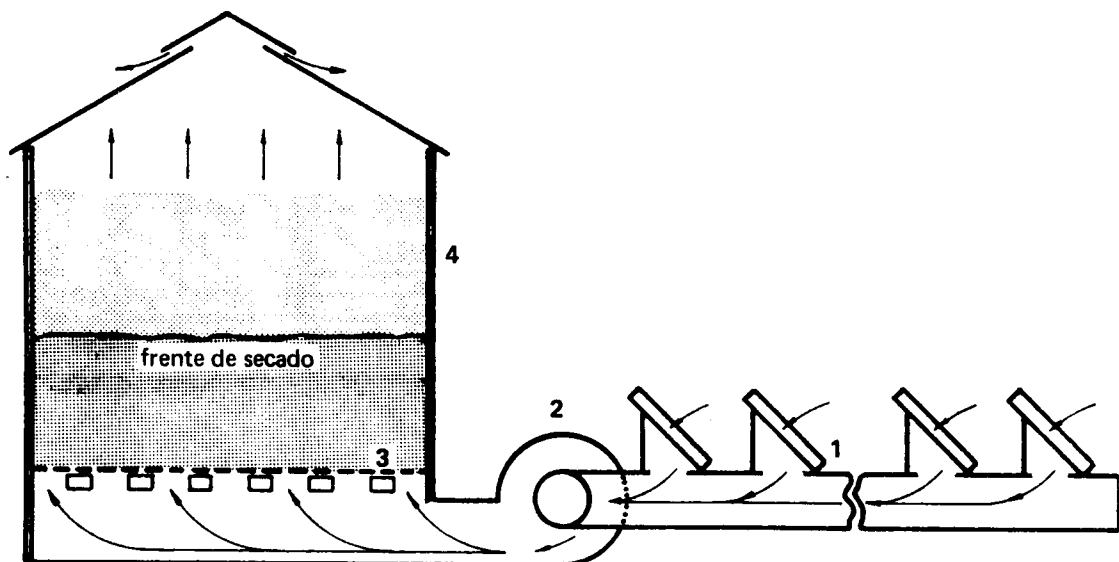


Fig. 7: Esquema del sistema de secado desarrollado por la U.N. de Rosario y obtenible comercialmente en plaza. 1) Colectores para calentamiento de aire; 2) Motoventilador; 3) Piso perforado; 4) Silo secador.

proteico cuando los mismos son secados para su posterior almacenaje en silos, especialmente cuando su uso final es el de semillas. Construyó un sistema con colectores metálicos muy simples, dado que sólo es necesario elevar la temperatura en  $10^{\circ}\text{C}$  sobre la ambiente, el cual recientemente fue industrializado por una empresa privada del medio (ver Fig. 7).

La CNIE desarrolló un sistema para secado de fruta y hortalizas. El colector de PVC de  $30\text{ m}^2$  y la cámara, de características semi-industrial, permiten secar durante el período de máxima insolación hasta  $250\text{ kg}$  de durazno en un plazo de 4 a 5 días, a una temperatura de alrededor de  $60^{\circ}\text{C}$ . Un sistema mayor, con  $400\text{ m}^2$  de colector será utilizado en un proyecto prototipo para el secado de pimientos en Cachi, provincia de Salta.

#### g) Potabilización de agua

En El Cebollar, provincia de La Rioja, la CNIE, junto con OSN, instaló un destilador de agua (ver Fig. 8) que en su fase inicial provee  $350$  litros de agua destilada por día. El área actual de destiladores es de  $100\text{ m}^2$ , estando la infraestructura preparada para un total de  $400\text{ m}^2$ . En el futuro la Dirección Provincial de Servicios Sanitarios se encargará de la operación y mantenimiento de la planta.

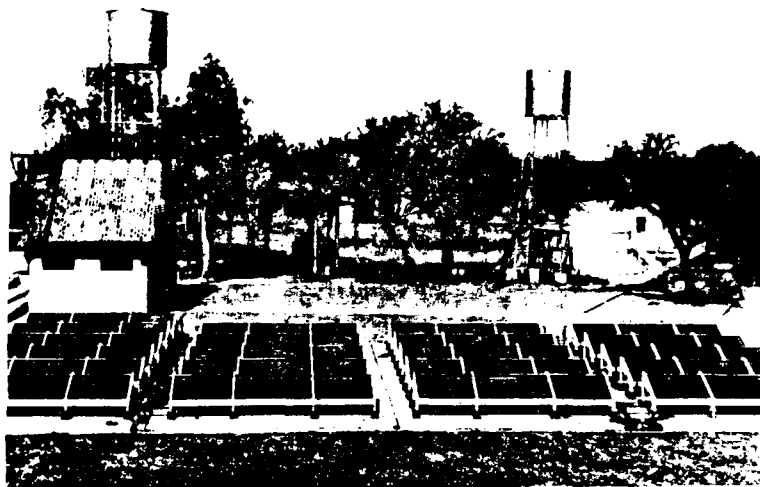


Fig. 8: Sistema de potabilización de agua en El Cebollar, La Rioja, diseñado y construido por la CNIE y OSN.

hasta 350°C, los cuales se pueden usar para accionar bombas o turbinas. El grupo diseñó, construyó y tiene en prueba un prototipo de laboratorio de concentrador fijo a espejo facetado de 4,8 m<sup>2</sup> de abertura (ver Fig. 9). Además está diseñando un prototipo industrial de concentrador cilíndrico parabólico y realiza estudios teóricos de diversos concentradores con foco lineal.

La U.N. de Salta tiene proyectado generar electricidad usando pozas solares, las que permiten obtener temperaturas de 50 a 60°C, la cual es suficiente para evaporar un fluido orgánico y accionar motores o turbinas. Si bien el sistema tiene baja eficiencia dada la temperatura a la cual opera, presenta la ventaja de que el colector tiene incluido el sistema de acumulación, pudiendo

*h) Generación de energía mecánica y eléctrica*

En nuestro país se está trabajando en dos líneas diferentes en lo que se denomina conversión termodinámica de energía solar en energía mecánica o eléctrica.

Los concentradores en desarrollo por el grupo de la CNEA, mencionados en el punto b), permiten calentar fluidos a temperaturas de

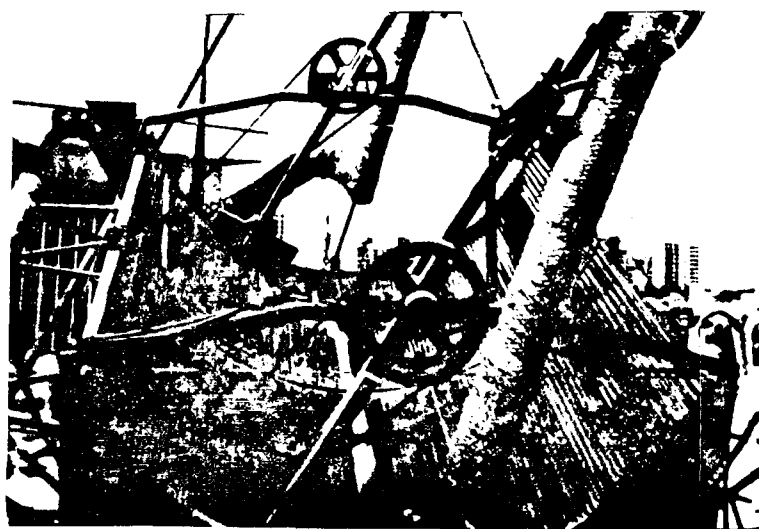


Fig. 9: Prototipo de laboratorio de concentrador de radiación solar con plano de abertura de 5 m<sup>2</sup>, diseñado y construido por la CNEA, Buenos Aires.

el conjunto llegar a ser económicamente competitivo.

Los estudios en marcha, tanto en la CNEA con concentradores cuanto en la U.N. de Salta con pozas solares, están encaminados a obtener a mediados de la última década del siglo suficiente experiencia para la construcción de centrales de potencia del orden de cientos de  $MW_e$ .

### *i) Conversión fotovoltaica*

La conversión directa de energía solar en electricidad mediante el proceso fotovoltaico es un tema en el cual se están iniciando tareas en la Argentina. En 1975 se construyeron en el Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas de las Fuerzas Armadas (CITEFA), en un lapso de pocas semanas, algunas celdas de  $CdS/Cu_xS$  que, si bien tuvieron eficiencia muy baja, cumplieron con el objetivo de demostrar la factibilidad del desarrollo de este tipo de tareas en nuestro país. Recientemente, en el Instituto de Desarrollo Tecnológico para la Industria Química (INTEC), de Santa Fe, se iniciaron estudios básicos de capas delgadas destinadas a la producción de celdas de silicio amorfo y policristalino. Para ello se adquirieron equipos especializados en apreciable cantidad, algunos de los cuales aún están en etapa de montaje y puesta a punto mientras que con otros, ya en funcionamiento, se efectuaron los primeros depósitos de ensayo de Si en capas delgadas. El grupo, asimismo, trabaja en teoría de celdas fotovoltaicas. La U.N. de Salta, la CNIE y la CNEA iniciaron tareas en el diseño y montaje de sistemas y la última también en teoría de semiconductores orientada a conversión fotovoltaica.

Las instalaciones efectuadas en el país superan los 9 kW de potencia pico, entendiéndose por tal la potencia que es capaz de entregar un panel fotovoltaico expuesto a una radiación solar de  $1 \text{ kW/m}^2$ ; posiblemente, el total se acerque a 12 kW-pico. Las instalaciones principales son dos paneles de  $1 \text{ kW}_p$  cada uno (AEG-Telefunken y Arco Solar), instalados respectivamente en la CNIE, con fines experimentales (ver Fig. 10), y en el aeropuerto de Río Gallegos, para un sistema de aterrizaje. Otras instalaciones de potencia menor consisten en las alimentaciones para torres de retransmisión de microondas operadas por ENTEL en provincias del interior, radioteléfonos, boyas en los canales de acceso al puerto de Buenos Aires, sensores de la red solarimétrica nacional y para mediciones en instalaciones petroleras, relojes eléctricos en varias ciudades, electrificación de alambrados rurales, etc.. Próximamente, la CNIE, junto con organismos provinciales, instalará dos bombeadores fotovoltaicos de,

respectivamente 2 y 4 kW<sub>p</sub> cada uno en La Rioja y en San Juan, con el objeto de satisfacer necesidades reales y ampliar su experiencia en estos sistemas.

En la plaza local existen actualmente alrededor de 10 empresas importadoras de paneles fotovoltaicos (no se construyen en el país), siendo su costo de aproximadamente 20 U\$S/kW<sub>p</sub>, lo cual es cerca del doble del precio f.o.b. en los países de origen. Los demás componentes de los sistemas son de fabricación nacional o importados según los casos.

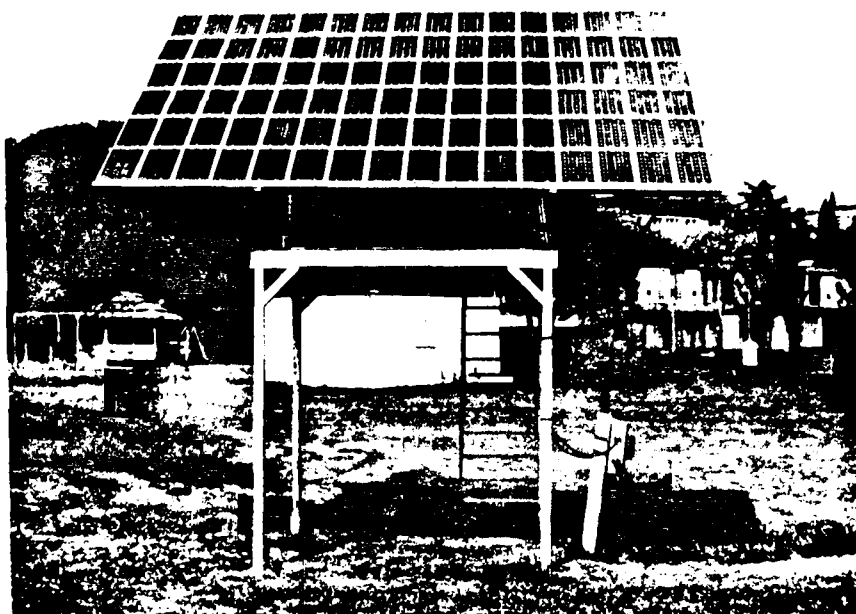


Fig. 10:

*Panel fotovoltaico de 1 kW<sub>p</sub> de fabricación alemana, en operación en la CNIE (San Miguel, Prov. de Bs.As.).*

#### 5.4 Superficies selectivas

El grupo de la U.N. de San Luis trabaja en la obtención de superficies selectivas de níquel negro y cromo negro para temperaturas menores de 100°C (colectores planos y con bajo factor de concentración), las que se caracterizan por tener elevada absorbancia para el espectro solar y baja emitancia en la zona del infrarrojo.

El Departamento de Química de la CNEA empezó este año a encarar la obtención de superficies selectivas para temperaturas de aproximadamente 250°C, a ser usadas en los concentradores que desarrolla esa institución.

## 5.5 Acumulación

En relación con el almacenaje de energía para los períodos sin sol, los principales trabajos que se llevan a cabo en la Argentina son los siguientes: a) la U.N. de Salta trabaja en acumulación en lecho de piedra, cambio de fase, muros colectores, acumuladores y pozas solares; b) la U.N. de Catamarca estudia acumulación por cambio de fase usando agua-bentonita-parafina; c) CITEFA trabaja en baterías de alta potencia, habiendo realizado recientemente, bajo contrato con la CNEA, un estudio de acumulación de energía térmica en el intervalo de temperaturas de 200 a 400°C; d) la Facultad de Ingeniería Química de Santa Fe inició actividades en el campo, comenzando con acumulación de energía térmica a temperatura media (~ 300°C).

## 6. CONCLUSIONES

El conjunto de casos presentados muestra claramente que el uso y desarrollo de los aprovechamientos de la energía solar ya constituye una realidad en nuestro país. Es necesario, sin embargo, incrementar el apoyo que están otorgando las esferas oficiales, tanto en las tareas de desarrollo cuanto en lo referente al apoyo de la incipiente industria solar. Es de gran importancia realizar proyectos de demostración en las diferentes aplicaciones a fin de que, por un lado, las actividades privada y estatal obtengan información técnica directa del nuevo campo de aplicación que esta fuente de energía ofrece y, por otro, se posibilite una real evaluación de los costos de construcción, mantenimiento y operación de los sistemas solares. Es importante, además, establecer una política que fomente el uso de la energía solar mediante un redimensionamiento del crédito que permita la financiación de inversiones energéticas descentralizadas. Todo esto debe ir acompañado con un estricto control de la calidad de los equipos de aprovechamiento solar a fin de evitar la introducción en el mercado de equipos de mala calidad que desprestigien el uso de esta fuente de energía.

## AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen la cuidadosa tarea de Susana E. Lires, quien mecanografió el original de este trabajo.

TABLA III: TAREAS DE APROVECHAMIENTO DE LA ENERGIA  
SOLAR EN EJECUCION EN LA ARGENTINA

Al final de cada tema específico, se listan, entre paréntesis, los principales grupos activos en el mismo; las abreviaturas usadas se aclaran al pie de la tabla, adicionando las direcciones correspondientes.

1. EVALUACION DEL RECURSO
  - Montaje y operación de la red nacional de mediciones solarimétricas. (Primera parte: 42 estaciones, entre Salta y la Antártida). (CNIE).
  - Cálculos de radiación solar: (a) para condiciones experimentales distintas a las reinantes durante las mediciones; (b) a partir de datos medidos en ciertas zonas, para otras de las cuales no existen mediciones. (Diversos grupos).
  - Calibración de equipos de medición. (CNIE, SMN).
  
2. NORMALIZACION Y EVALUACION DE EQUIPOS
  - Operación de bancos de prueba para colectores solares, con líquidos o aire como fluido intermediario. (CNIE, industria privada).
  - Confección de Normas IRAM para determinación de rendimiento térmico de colectores solares planos y de calefones solares. (IRAM con industria e institutos de investigación y desarrollo).
  
3. DESGRAVACIONES IMPOSITIVAS Y ASPECTOS LEGALES
  - Análisis de las posibilidades de legislación (SE, CAENCO) y propuestas (U.Mendoza, IDA).
  
4. FORMACION DE RECURSOS HUMANOS Y DIVULGACION
  - Cursos, conferencias, becas, viajes de capacitación al exterior, campañas de divulgación. (ASADES, CAENCO, IADIZA, IAS, ISABA, SCA, SubCYT, U.N.Rosario, U.N.Salta, otros).
  
5. PROVISION DE AGUA Y AIRE CALIENTE PARA EDIFICIOS
  - Diseño, construcción y operación de equipos y sistemas para usos domiciliarios y edificios públicos. (Industria privada, institutos de investigación y desarrollo, asesorías privadas).
  
6. PROVISION DE FLUIDOS CALIENTES PARA USO INDUSTRIAL
  - Diseño, construcción y operación de colectores planos, pozas solares y concentradores de radiación para usos industriales. (Industria privada, U.N.Salta, CNEA).

7. REFRIGERACION - Diseño, construcción y operación de equipos y sistemas para climatización de edificios y de cámaras para conservación de productos perecederos. (Asesorías privadas, U.N.Salta, U.N.San Luis).
8. ARQUITECTURA SOLAR - Diseño, construcción y operación de prototipos de viviendas uni- y multi-familiares y de edificios públicos; estudios de materiales; mediciones y modelos numéricos de condiciones termodinámicas de edificios. (IADIZA, IAS, INTI, U.N.Rosario, U.N.Salta, U.N.Tucumán, U.N.Córdoba, asesorías privadas, otros).
9. SECADO - Construcción de sistemas para secado de tabaco, granos, pimiento, frutas, hortalizas y bagazo. (U.N.Salta-INTA, U.N.Rosario, CNIE, U.N.Catamarca, U.N.Tucumán).
10. POTABILIZACION DE AGUA - Diseño, construcción y operación de un sistema para una comunidad aislada (aproximadamente 5 litros diarios por habitante). (CNIE-OSN-DPSS). Emprendimientos menores.(U.N.La Pampa).
11. PRODUCCION DE ENERGIA MECANICA Y ELECTRICA (Conversión termodinámica) - Diseño y construcción de equipos y sistemas para comunidades aisladas y aplicaciones rurales e industriales. (CNEA, U.N.Salta, U.N.San Juan).
12. PRODUCCION DE ENERGIA ELECTRICA (Conversión fotovoltaica) - Diseño y operación de sistemas fotovoltaicos. (CNIE, U.N.Salta, CNEA, industria privada). Construcción de celdas fotovoltaicas (etapa inicial). (INTEC). Teoría celdas fotovoltaicas (etapa inicial).(INTEC, CNEA).
13. ESTUDIO DE SUPERFICIES SELECTIVAS - Diseño y ensayo de superficies selectivas para operación a  $T \leq 100^{\circ}\text{C}$  (U.N.San Luis) y (etapa inicial) para  $T \sim 250^{\circ}\text{C}$  (CNEA).
14. ALMACENAJE DE ENERGIA TERMICA Y ELECTRICA - Ensayo de sistemas aptos para ser utilizados en conjunción con las aplicaciones 5 a 12. (U.N. Salta, U.N.Catamarca, U.N.Litoral, CITEFA).

ASADES: *Asociación Argentina de Energía Solar.*

*C.C. Nº 13, Sucursal Pte. Saavedra, 1602-Florida (Bs.As.).*

- CAENCO: *Cámara Argentina de Energía Solar y No Convencional.*  
Yerbal 79; 1405-Buenos Aires  
TE: 99-8932
- CITEFA: *Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas de las FF.AA.-*  
Dpto. Química Aplicada.  
Zufriátegui y Varela  
1603-Villa Martelli (Bs.As.)  
TE: 761-0031/0191/0231/0431/0931
- CNEA: *Comisión Nacional de Energía Atómica-División Energía Solar.*  
Av. del Libertador 8250; 1429-Buenos Aires  
TE: 701-2431; 70-0020/7711/4182, Télex 21388 APREAT AR
- CNIE: *Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales-Departamento Energía Solar.*  
Av. Mitre 3100  
1667-San Miguel (Bs.As.)  
TE: 667-1272/2691/3044
- DPSS: *Dirección Provincial de Servicios Sanitarios.*  
Joaquín V. González 9  
5300-La Rioja
- IADIZA: *Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Áridas-Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda.*  
Bajada del Cerro de la Gloria, Parque Gral. San Martín  
Casilla Correo Nº 507, 5500-Mendoza  
TE: 241995/241797, Télex 55267 MENDOZ AR
- IAS: *Instituto Arquitectura Solar.*  
Diagonal 79, Nº 526  
1900-La Plata (Bs.As.)  
TE: 36005
- IDA: *Instituto de Derecho Aeronáutico y Espacial, Facultad de Derecho y Ciencias Sociales, U.N. de Córdoba.*  
Obispo Trejo 241  
5000-Córdoba
- INTA: *Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.*  
Estación Agropecuaria Experimental Cerrillo  
Cerrillo, 4400-Salta

INTEC: *Instituto de Desarrollo Tecnológico para la Industria Química, U.N. del Litoral.*

*Guemes 3450; 3000-Santa Fé*

*TE: 20023/20024/31602/36379/37605, Télex 48186 INTEC AR*

INTI: *Instituto Nacional de Tecnología Industrial- División Habitabilidad.*

*Av. Gral. Paz e/Albarellos y Constituyentes*

*C.C. Nº 157; 1650-San Martín (Bs.As.)*

*TE: 752-5152/5701/5805/0196/3165; 755-6161*

IRAM: *Instituto Argentino de Racionalización de Materiales-Comisión de Energía Solar.*

*Chile 1192; 1098-Buenos Aires*

*TE: 37-4103*

ISABA: *Instituto Solar Arquitectura Buenos Aires.*

*Yerbal 79; 1405-Buenos Aires*

*TE: 99-8932*

OSN: *Obras Sanitarias de la Nación.*

*Marcelo T. de Alvear 1840; 1129-Buenos Aires*

SCA: *Sociedad Central de Arquitectos.*

*Montevideo 942; 1019-Buenos Aires*

*TE: 44-3986*

SE: *Secretaría de Energía-Dirección Nacional de Conservación de la Energía.*

*Av. Julio A. Roca 651, Piso 7º; 1322-Buenos Aires*

*TE: 30-1317*

SMN: *Servicio Meteorológico Nacional.*

*Av. de los Constituyentes 3453; 1427-Buenos Aires*

*TE: 52-1122*

SUBCYT: *Subsecretaría de Ciencia y Tecnología-Programa Nacional de Energía No Convencional.*

*Av. Córdoba 831; 1054-Buenos Aires*

*TE: 312-4142; 311-7890/9650/7613*

SUBSEDUV: *Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda-Dirección Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico Habitacional y Urbano.*

*Defensa 120; 1345-Buenos Aires*

*TE: 30-4010*

- U.N.Catamarca: *Depto. Ciencias Agrarias-Grupo de Energía Solar.  
República 350; C.C. Nº 189; 4700-Catamarca  
TE: 4099*
- U.N.Córdoba: *Fac. de Arquitectura y Urbanismo - Gabinete de Investigación  
Tecnológica.  
Av. Vélez Sarsfield 264; 5000-Córdoba.*
- U.N.La Pampa: *Fac. de Ciencias Exactas y Naturales.  
Av. Uruguay 151-157; 6300-Santa Rosa  
TE: 5079/2026*
- U.N.Litoral: *Fac. de Ingeniería Química-Comisión de Estudios de la Energía.  
Sgo. del Estero 2829; 3000-Santa Fe  
TE: 45030/38860, Télex 48-153 INLIT AR*
- U.N.Rosario: *Fac. de Ciencias Exactas e Ingeniería-Instituto de Física-  
Grupo Energía Solar.  
Av. Pellegrini 250; 2000-Rosario  
TE: 63451*
- U.N.Salta: *Instituto de Energía No Convencional (INENCO) y Departamento de  
Ciencias Exactas.  
Buenos Aires 177; 4400-Salta  
TE: 220-790/533/500*
- U.N.San Juan: *Fac. de Ingeniería y Arquitectura-Grupo Energía Solar del  
Instituto de Ingeniería Química e Instituto de Energía Mecánica.  
Av. del Libertador Gral. San Martín 1109(Oeste); 5400-San Juan*
- U.N.San Luis: *Fac. de Ciencias Físico-Matemáticas y Naturales-Depto. de Física.  
Chacabuco y Pedernera  
5700-San Luis  
TE: 25-882*
- U.N.Tucumán: *Fac. de Arquitectura y Urbanismo.  
Av. Roca 1800; 4000-S.M. de Tucumán  
TE: 34155*
- U. Mendoza: *Fac. de Derecho-Universidad Privada de Mendoza.  
Dag Hammar skjöld 750; 5500-Mendoza*

TABLA IV: ALGUNOS PROVEEDORES LOCALES DE COLECTORES PLANOS

FABRICANTES ARGENTINOS

CALESOL

Mendoza 881 Sur - 5400-San Juan - T.E.28530 - Contacto: Ing. Mario Díaz Terrado

EMEGE S.A.I.C.I.F.

Avellaneda 1333 - 1045-Buenos Aires - T.E.431-4044 - Contactos: Sres. René H Herédia y Pablo A. Gak.

ENERGIA SOLAR S.A.

Ventas: Cerrito 36 - Piso 6° E - 1010-Buenos Aires - T.E. 37-9918 - Fábrica: Llerena 3156 - 1427-Buenos Aires - T.E. 51-5501/52-0554/52-0637 - Contacto: Sr. Manuel Corchón.

INGENIERIA SOLAR S.R.L.

Crámer 1060 - 1426-Buenos Aires - T.E. 552-2186/2205/2420

INGEN S.A.

Piedras 113 - 4°- Of.8 - 1070 - Bs. As. - T.E.34-1610 - Contacto: Lic. Fernández

SOLAR S.A.

R.B. Díaz 2938 - 5700-San Luis - Contacto: Lic. Jorge A. Follari

TOMECO S.R.L.

Casilla de Correo 57 - 5501-Godoy Cruz (Mendoza) - T.E. 23-2707 - Contacto: Ing. Juan E. Furlán.

Representante en Buenos Aires: H.Yrigoyen 636 - Piso 7° A - T.E. 33-4952 - Contacto: Ing. Angel Romanelli.

VADEMARCO S.A.

Darragueira 538/50 - 1822-Valentín Alsina (Buenos Aires) - T.E. 208-8398/5149/6001/3120 - Contacto: Sres. Juan José Varrone y Arturo M. Zaffirio.

IMPORTADORES

CADESOL (colectores israelíes LORDAN)

25 de Mayo 347 - Ofic.408 - 1002-Buenos Aires - T.E. 32-9975 - Contacto: Sr. M.Mann

EMEGE S.A.I.C.I.F.

(Ver dirección en "Fabricantes Argentinos")

ESSMA S.A. (colectores israelíes AMCOR)

Avda. Mosconi 2734 - 1419-Buenos Aires - T.E. 571-4056/7340/5269 - Contacto: Sra. M.Ater y Sr. J. Sultani.

INGEN S.A. (colectores japoneses SANYO)

(Ver dirección en "Fabricantes Argentinos")

OSTRIMET S.A. (Colectores americanos RAYPAK)

Ferré 1680 - 1437-Buenos Aires - T.E. 923-3031/3033/4408/4480

TABLA V: ALGUNOS PROVEEDORES LOCALES DE COMPONENTES PARA SISTEMAS FOTOVOLTAICOS<sup>a)</sup>

FABRICANTE DE PANELES	PROVEEDORES LOCALES
<p>AEG-TELEFUNKEN Neue Technologien Industriestrasse 29 2000 Wedel República Federal Alemana</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. AEG-TELEFUNKEN ARGENTINA S.A.I.C. Bernardo de Irigoyen 308; 1379 - Bs.Aires TE: 37-4445 al 49 Contacto: Sr. Osvaldo J. ARIAS</li> <li>. ENERGIA SOLAR S.A. Cerrito 36, piso 6° "E"; 1010 -- Bs.Aires TE: 37-9918 52-0637 Contacto: Sr. Manuel CORCHON</li> </ul>
<p>ARCO SOLAR Inc. 20554 Plummar Street Chatswort, California 91311 EE.UU. de N.A.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. OMEGA ELECTRONICA S.A. Juan B. Ambrosetti 491; 1405 - Bs.Aires TE: 981-1080/1180/1280 Contactos: Sres. Ricardo A. PETRELLA y Emilio MENENDEZ</li> <li>. VADEMARCO S.A. Darregueira 538; 1822 - Valentín Alsina (Bs.As.) TE: 208-8398/6001/3120/5149 Contacto: Sr. Juan J. VARRONE</li> </ul>
<p>LUCAS BP SOLAR SYSTEMS LIMITED Windmill Road Haddenham, Aylesbury Buckinghamshire HP 17 8JB Reino Unido</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. PRO FUAR S.A. Fitz Roy 2492, piso 7° "A"; 1425 - Bs.Aires TE: 774-9821/3852 Contacto: Sr. Miguel CHASELON</li> </ul>
<p>SIEMENS A.G. Energietechnik Werner v. Siemensstrasse 50 Erlangen República Federal Alemana</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. SIEMENS S.A. - EQUITEL S.A. Av. J.A.Roca 516; 1067 - Bs.Aires TE: 30-0411/0744/5938 (Int. 2518 y 2385) Contactos: Sres. Oscar PAREDES, Pedro GAUERKE y Carlos A. CARLINI</li> </ul>
<p>SOLAREX CORPORATION 1335 Piccard Drive Rockville, Maryland 20850 EE.UU. de N.A.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. MAGENTA AUTOMATIZACION Gavilán 4850; 1419 - Bs.Aires TE: 572-7040 Contacto: Sr. Alberto HERMIDA</li> <li>. RAYO ELECTRONICA S.R.L. Belgrano 990, piso 6°; 1092 - Bs.Aires TE: 38-1779 37-9476/9890 Contacto: Sr. Rubén A. ROZENBLUM</li> </ul>
<p>VARIOS</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. SOLARTEC S.A. Carlos Pellegrini 767, piso 9°; 1009 - Bs.Aires TE: 393-7663 Contacto: Sr. José E. SALGADO</li> </ul>

a) No se incluyen: (i) firmas que, no suministrando paneles, proveen otros dispositivos requeridos en sistemas fotovoltaicos (acumuladores, reguladores, etc.); (ii) proveedores de sistemas fotovoltaicos para usos específicos (p.e. electrificadores para alambrados).

## REFERENCIAS

- 1) Martín B. Crespi. "Energía para 1.400 millones de habitantes", Energía 2001, año 1, N° 5, pág. 34, Buenos Aires (1982).
- 2) Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. "Requerimientos futuros de fuentes no convencionales de energía en América Latina", síntesis preparada por el conjunto PNUD-OLADE, de un estudio elaborado por la Fundación Bariloche (Argentina), Quito, Ecuador (1979).
- 3) Martín B. Crespi. "La energía solar en el futuro energético", Signos Universitarios (Revista de la Universidad del Salvador), año 1, N° 2, pág. 49, Buenos Aires (1979) y "Panorama y opciones energéticas", Actas de las Jornadas Nacionales de Energía, pág. 69, Santa Fé (1980).
- 4) J.A.Moragues y W.Scheuer. "Conversión de energía solar en electricidad. Estudio de evaluación", Publicación Técnica CNEA-NT 23/77 de la Comisión Nacional de Energía Atómica, Buenos Aires (1977).
- 5) Wolfgang Palz. "Solar Electricity, an Economic Approach to Solar Energy", edit. UNESCO, París (1978).
- 6) Hugo Grossi Gallegos y colaboradores. "Red Solarimétrica", publicación semestral de datos de radiación solar registrados en las estaciones de la red solarimétrica nacional, edit. por Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales, San Miguel (1979-1982).
- 7) Secretaría de Estado de Energía. "Programa energético 1980/2000", Buenos Aires (1981).
- 8) Aniceto H. Torrea. "Panorama energético argentino y la contribución de las fuentes de energía no convencionales", Jornada Científico-Empresaria sobre Energía Solar, Subsecretaría de Ciencia y Tecnología, Buenos Aires (1982).

