

# LA ENERGIA SOLAR

## Una alternativa interesante

No merece la pena ya insistir en la posible crisis energética en la cual nos hallamos sumidos; por todos los medios se aconseja el ahorro de energía, atemorizados por los continuos incrementos de precios e incluso con la amenaza de posibles restricciones. Estas dificultades energéticas alcanzan aún mayor relieve a nivel nacional en muchas islas del archipiélago canario por su escasez de agua, lo que imposibilita la obtención de energía hidráulica y en consecuencia ocurre que para abastecer todas las necesidades energéticas sociales (electricidad, potabilización del agua, alumbrado, etc...) haya que acudir a los derivados del petróleo, con el consiguiente encarecimiento del proceso.

Es creciente el interés en el estudio de nuevas fuentes energéticas naturales, como la solar, eólica, maremotriz, biomasas, etc., que lleven a disminuir la dependencia con el consumo de productos derivados del petróleo, lo que repercutiría, sin duda, en una mayor economía en el costo de los bienes de consumo sociales primarios (electricidad, agua, etc.) por los ciudadanos y en una disminución de la pérdida de divisas por el país.

Sin lugar a dudas son las energías solar y eólica (1) las dos alternativas más inmediatas, si bien hay que tener presente que no pretendemos presentar estas energías como la solución ideal al problema energético, sino como alternativas válidas con un número creciente de aplicaciones, entre las que destaca la electrificación doméstica, bien individual o colectiva, que permite

disponer en cualquier lugar desde alumbrado eléctrico a prácticamente todas las comodidades actuales. En dicha electrificación se emplean con éxito total y creciente las células solares fotovoltaicas (lo que se puede comprobar observando las terrazas de muchos edificios en nuestra capital), cuya primera aplicación se realizó como alimentación de los satélites artificiales (las más antiguas siguen aún en servicio).

### Ventaja de la energía solar

El uso de la energía solar presenta mayor simplicidad y economía que el de la energía eólica, cuya posibilidad en Canarias se ha analizado en una publicación anterior (1). Dado que este artículo pretende ser eminentemente práctico, pasamos a continuación a exponer algunas de las muchas ventajas de la energía solar:

- una vez realizada su instalación, no se origina ningún gasto posterior, es decir, el consumo de energía eléctrica es totalmente gratuito (sin recibos, averías, cortes, etc.);
- por su composición modular puede adaptarse perfectamente a las exigencias del consumo, aumentando el número de paneles sin necesidad de la intervención de especialistas;
- las dimensiones de los paneles son muy reducidas, pudiéndose instalar fácilmente sobre el tejado de cada vivienda con la única precaución de que reciban la luz solar directamente y sin sombras durante todo el día;

- dicha electricidad se obtiene en corriente continua y a 12 voltios, con lo que se elimina el riesgo de accidentes peligrosos en las tensiones usuales en las poblaciones;
- la energía solar no produce desechos, ni residuos, basuras, humos, polvo, vapores, ruidos, olores, etc. Al ser una energía natural no contamina a la naturaleza ni descompone el paisaje con torres, postes y líneas de transporte;
- no necesita transformadores ni canalizadores subterráneos, ni redes de distribución a través de las calles, pues la energía se produce en el mismo lugar donde se consume evitándose así toda pérdida en el transporte.

Las aplicaciones básicas se centran en casas aisladas (chalets, villas, torres, cortijos, caseríos, etc.), urbanizaciones, caravanas, casetas de obras, casas de guardas, refugios, campings, bodegas, garajes, hangares, silos, pistas deportivas, restaurantes de carreteras, estaciones de servicios, elevación de aguas para riego, gallineros, invernaderos, granjas, pequeñas industrias, faros, boyas marinas, señalización de aeropuertos en lugares remotos, protección catódica contra la corrosión, repetidores de radio y TV, fuentes decorativas, ordeñadores eléctricos, pastores electrónicos para la protección del ganado, etc...

### Breve reseña teórica

Son dos los mecanismos en los que se basa el aprovechamiento de la energía del sol, y en función de la forma de obtención de energía a partir de la radiación solar podemos clasificar la energía solar en dos grupos:

- Energía solar fototérmica, y
- energía solar fotovoltaica.

La primera aprovecha la energía térmica de la radiación solar acumulándola en agua a presión o en materiales sólidos con propiedades características. Este tipo de energía solar fototérmica se emplea generalmente en la calefacción de viviendas, bien para obtener agua o aire caliente, o para calentar piscinas, invernaderos, granjas, etc...

La energía solar fotovoltaica se basa en las propiedades cuánticas de la radiación solar. La radiación solar está formada por pequeños corpúsculos, llamados fotones, que transportan energía. Las células fotovoltaicas o solares son semiconductores en forma de paneles que transforman directamente parte de la energía solar que reciben en energía eléctrica continua. Estos paneles están formados por una capa de silicio de una décima de milímetro de gro-

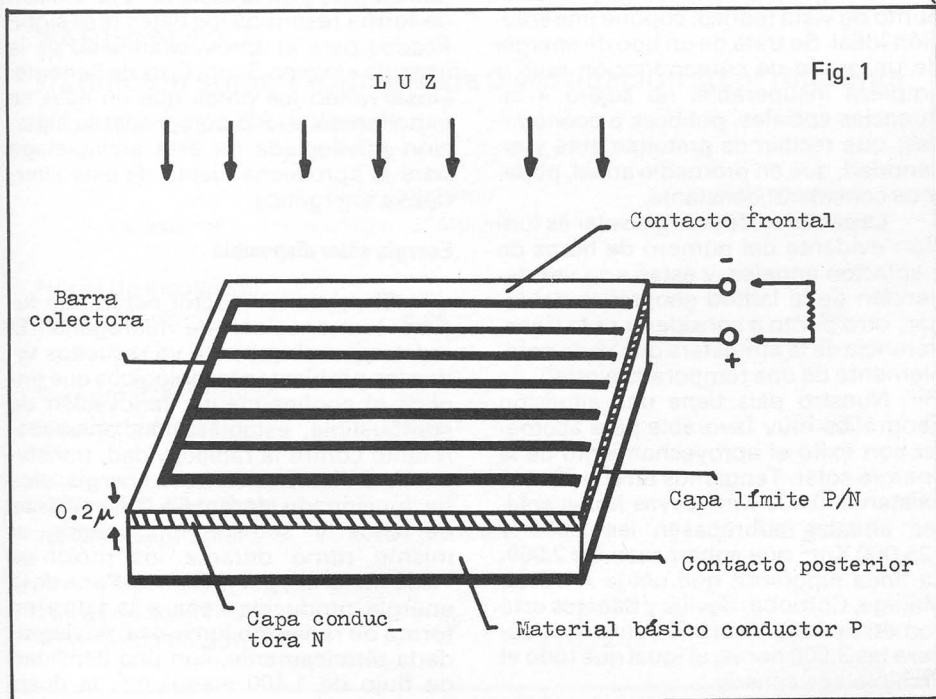


Fig. 1



Fig. 2 - Planta de energía solar

sor y, según la aplicación que se les vaya a dar, de una superficie de varios centímetros cuadrados (fig. n.º 1). Al material básico de silicio, conductor p, se le difunde por un lado una capa conductora, capa n, de un grosor aproximado de 0.2 micras. Por la parte posterior se aplica a toda la superficie un contacto metálico, mientras que el lado frontal expuesto a la luz está provisto de una estructura metálica, encapsulados en vidrio templado, con baja proporción de hierro y alta transmisión de luz, con una duración prácticamente indefinida, a través de esta superficie penetra la luz solar a los elementos semiconductores. La superficie de vidrio templado, además de reducir pérdidas de reflexión, proporciona al panel la capacidad de resistir ambientes salinos, tormentas de arena y granizo, ataques de pájaros y alimañas, además de evitar una degradación mínima del rendimiento eléctrico de las células a través del tiempo, consiguiendo un aislamiento perfecto de ésta. Una vez que estos fotones incidentes llegan al material semiconductor, se produce una ruptura de enlaces generando movimiento de cargas (electrones) que es en lo que consiste la corriente eléctrica.

Estas células fotovoltaicas tienen mayor aplicabilidad y, por tanto, mayor interés que las fototérmicas, permitiendo utilizar directamente la energía eléctrica producida o bien su almacenaje en baterías (generalmente de plomo y calcio), las cuales se pueden emplear para distintos fines: en alumbrado, en electrodomésticos y demás aparatos electrónicos de la casa, extractores de aire, locomoción, etc.; en la actualidad sus aplicaciones han sobre-

pasado los límites esperados; son muchos los satélites espaciales que obtienen su energía del sol gracias al empleo de estas células, y se espera que en un futuro sea una fuente energética a emplear en los viajes espaciales, lo que resume la esperanza en las posibilidades de aprovechamiento energético de estas células.

#### Aprovechamiento de la energía solar en nuestro país

El aprovechamiento de la energía solar aporta al campo de la utilización de la energía una variante que, desde el punto de vista teórico, supone una solución ideal. Se trata de un tipo de energía de un grado de contaminación nulo y limpieza insuperable, no sujeto a influencias sociales, políticas o económicas; que recibimos gratuitamente y en cantidad, que en promedio anual, podemos considerar constante.

La cantidad de energía solar es función evidente del número de horas de insolación anuales, y éstas a su vez dependen de la latitud geográfica del lugar; otro punto a considerar es la transparencia de la atmósfera que varía notablemente de una temporada a otra.

Nuestro país tiene una situación geográfica muy favorable para acometer con éxito el aprovechamiento de la energía solar. Tengamos en cuenta que existen 280.000 Km<sup>2</sup> cuyas horas solares anuales sobrepasan las 2.860 y 125.000 Km<sup>2</sup> que sobrepasan las 2.950. La línea hipotética que uniría Almería, Málaga, Córdoba, Sevilla y Cáceres está sometida a una insolación anual que supera las 3.000 horas, al igual que todo el archipiélago canario.

La radiación solar incidente en España sobre 1 m<sup>2</sup> de superficie plana horizontal teniendo en cuenta todos los meses del año, en promedio la podemos cifrar en unas 2.800 Kcal/m<sup>2</sup> - día en regiones del interior de la península; 3.200 Kcal/m<sup>2</sup> - día en regiones costeras; 3.500 Kcal/m<sup>2</sup> - día en Baleares; correspondiendo las cantidades más elevadas a las Islas Canarias, las cuales oscilan entre 3.800 a 4.750 Kcal/m<sup>2</sup> - día. En la tabla n.º 1 se indican detalladamente los datos más importantes para el aprovechamiento de la energía solar referente al observatorio de Arrecife (Lanzarote) y en la tabla n.º 2 se indican de forma resumida los datos más significados para el aprovechamiento de la energía solar en Santa Cruz de Tenerife. Observando los datos que en ellas se exponen se puede comprobar la situación privilegiada de este archipiélago para el aprovechamiento de esta alternativa energética.

#### Energía solar disponible

El sol es un reactor natural de fusión termonuclear de hidrógeno. El reactor, en el que está ya resueltos todos los problemas tecnológicos que implica el confinamiento, renovación de combustible, estabilización, apantallamiento contra la radiactividad, transferencia y distribución de la energía, etc., ha funcionado durante 5.000 millones de años y seguirá funcionando al mismo ritmo durante los próximos 1.000 millones, por lo menos. Parte de la energía producida llega a la tierra en forma de radiación luminosa, no degradada térmicamente, con una densidad de flujo de 1.400 vatios/m<sup>2</sup>, la dosis

Tabla N.º 1.—

Observatorio: ARRECIFE (Lanzarote)

Radiación solar: Programa de Investigación Solar del Patronato Juan de la Cierva.

Estadística de 30 años.

Meses	Días efectivos insolación	Promedio Horas de mes	Sol día	Radiación Superficie plana Kcal/m <sup>2</sup> - día	Temperaturas medias		
					Mín.	Máxima	Mensual
Enero	25	204	8.16	2.610	13	20	16
Febrero	24	214	8.91	3.230	13	21	17
Marzo	27	245	9.07	4.520	13	23	18
Abril	26	265	10.19	5.370	14	23	19
Mayo	25	302	12.08	6.530	15	22	20
Junio	28	300	10.71	6.570	17	26	22
Julio	30	314	10.46	7.480	18	30	23
Agosto	29	303	10.44	6.600	19	29	24
Septiembre	28	265	9.46	5.270	18	29	23
Octubre	26	247	9.50	4.040	17	27	22
Noviembre	25	192	7.68	2.570	16	24	20
Diciembre	27	198	7.33	2.220	14	22	18
Total Año:	26.6	3.049	9.49	4.750	15.58	24.66	20.16

TABLA N.º 2.—

Radiación solar. Programa de Investigación solar referente a Santa Cruz de Tenerife.

Parámetros	Ciclo de invierno	Ciclo de verano
	(1.º Oct. - 31 Marzo)	(1.º Abril - 30 Sept.)
Horas de insolación, media diaria	8.44	10.55
Temperat. exteriores, media de medias	18.50	21.83
Días efect. de trabajo de Sist. Cap. Solar	154 (85.5%)	166 (89.7%)
Horas de sol - año	3.049	
Rad. anual (Kcal/m <sup>2</sup> )	1.43 x 10 <sup>6</sup>	

precisa para mantener la vida sobre el planeta.

La inclinación con la que los rayos solares inciden sobre la superficie horizontal, la absorción atmosférica y la alternancia del día y la noche reducen considerablemente la energía media aprovechable por m<sup>2</sup> y día. Así, para la longitud geográfica de las Islas Canarias, de acuerdo con los datos meteorológicos y radiotérmicos disponibles (2) y (3) se obtienen valores aproximados de la radiación total media anual comprendidos entre 5.5 y 5.4 Kwh/día - m<sup>2</sup> dependiendo del microclima particular. Los correspondientes valores máximos en julio oscilan entre 8.7 y 6.0 Kwh/día - m<sup>2</sup> y los mínimos, en enero, entre 3.1 y 2.6 Kwh/día - m<sup>2</sup>. Los recursos energéticos totales están limitados únicamente por la superficie máxima que se pueda o desee destinar a los colectores.

Generalmente, se estima que la superficie cubierta por las edificaciones (tejados) será suficiente para captar la energía que se va a consumir en éstas, por lo que, en un principio, no es necesario habilitar nuevos grandes espacios de terreno para captadores. Incluso en el caso extremo de las proyectadas grandes solares del tipo de concentración (fig. 2) que requerirían espacios de unos 8 x 2 Km. para una potencia de 100 Megawattios el terreno adyacente y subyacente podrá ser aprovechado para otros usos, incluida la agricultura y ganadería. La energía eléctrica producida anualmente por este tipo de central, como las situadas en Andalucía, se estima en 5 x 10<sup>6</sup> Kwh/año, energía suficiente para abastecer muchas poblaciones del archipiélago.

#### Posibles aplicaciones de la energía solar en las Islas Canarias

Dadas las características geográficas y climáticas particulares de las Islas Canarias la producción de energía eléctrica de origen solar se distribuye de forma bastante uniforme a lo largo del año, pudiéndose aprovechar con ventaja el mayor aporte de energía térmica en el verano, con un incremento de producción de las plantas potabilizadoras asociadas. Aunque el variado microclima insular es un importante factor local a tener en cuenta, en todo caso en la mayoría de las islas existen siempre zonas de fuerte insolación típica, especialmente adecuadas para la instalación de colectores solares, que favorecerían sin duda un incremento en la demanda energética acompañado de una mayor economía en el costo de los productos energéticos y derivados. En la figura 3 se indica un esquema de una planta potabilizadora de agua obtenida a partir de energía solar, análoga a la empleada en Almería. Es interesante indicar que el coste del agua en aquella provincia es más de cinco veces inferior al de la obtenida por la potabilizadora de Las Palmas de Gran Canaria (cuya fuente de energía es el fuel-oil), si a esto añadimos la multiplicidad de usos y transformación que tiene ésta, algunas de sus muchas aplicaciones se enumeraron anteriormente, comprenderemos la importancia de esta fuente.



En el caso de las Islas Canarias el interés de la explotación de la energía solar se basa en los siguientes factores:

- Abundancia de la fuente primaria de energía: valores elevados de la insolación media anual del orden de los 5 Kw/h - día.
- No existencia de otros recursos propios exceptuando la energía eólica y la geotérmica, cuya explotación a nivel general ofrece mayor dificultad.
- Escasez de recursos hidráulicos y necesidad de grandes cantidades de energía térmica para desalación del agua del mar.
- Geografía dispersa que dificulta la producción centralizada y distribución de la energía. La explotación de la energía solar descentralizada es la que mejor se adapta a las condiciones insulares y al tipo de consumo, muy disperso y poco polarizado a la industria.
- Importancia especial del factor ecológico en atención a la Agricultura y al Turismo.
- Nivel tecnológico relativamente bajo en la mayor parte de los dispositivos de captación solar, compati-

ble por su instalación para abastecimiento de industrias locales. Abundancia de mano de obra para instalación y mantenimiento. Posibilidades de exportación de tecnología hacia mercados africanos.

- Posibilidad de una financiación gradual y expansión progresiva de la producción a medida que aumenta el consumo de energía. La descentralización reduce la necesidad de grandes inversiones públicas y de créditos a largo plazo.

#### La planta de energía solar de Montaña Rajada (Tenerife)

A continuación exponemos uno de los logros más importantes en este sentido que ha conseguido el archipiélago canario en el que se puede contrastar la realidad económica de esta alternativa. Nos referimos a la planta de energía solar que alimenta la estación repetidora de Montaña Rajada en Tenerife, la primera de España y la mayor de las existentes en Europa.

La estación repetidora de Montaña Rajada perteneciente al radioenlace Santa Cruz de Tenerife-Parador Nacional de Las Cañadas del Teide, ha estado

funcionando desde su inauguración en 1966 a base de dos grupos electrógenos Diesel, uno reserva del otro, debido a la carencia de líneas eléctricas a distancia razonable en el entorno de la estación. Estos grupos proporcionan energía de corriente alterna a 220 voltios monofásica, que posteriormente es rectificadora a 24 voltios corriente continua para alimentar el radioenlace y mantener en flotación las baterías de emergencia.

A finales de 1978 se planteó la necesidad de sustituir dichos grupos electrógenos debido a sus muchas horas de servicio, o instalar un equipo de energía solar de 24 voltios, adoptándose finalmente esta última solución, con lo cual además de satisfacer una necesidad real de la compañía se ahorra energía y se adquiere una experiencia en el proyecto y funcionamiento de una nueva fuente de energía, con vista a un futuro más o menos próximo en que la disminución del precio de las células solares y del consumo de los nuevos tipos de radioenlaces aconsejen normalizar su instalación en dichas plantas. Para alimentar la estación se utilizaron paneles solares de 840 vatios de potencia nominal, a 24 voltios, montados sobre una estructura calculada para soportar vientos de 250 Km/h que a veces se dan en la zona, dichos paneles van acompañados de regulador, batería, cuadro de maniobra y control, registrador de carga y descarga, y cuadro de alarmas. El regulador actúa como un zener de gran potencia limitando la tensión máxima alcanzada por la batería a 28 voltios, siendo capaz de disipar la corriente sobrante producida por las células hasta un máximo de 30 amperios. La batería, formada por plomo y calcio, está preparada para atender el consumo de la estación durante un periodo de 15 días sin sol. La instalación se ha dotado de las siguientes alarmas: tensión de batería baja, fallo de paneles que detecta si los paneles dan una densidad inferior a la correspondiente según el nivel de iluminación y fallo de regulador, detectado por una salida anormalmente alta.

El coste de la instalación de la planta de energía solar ha sido el siguiente:

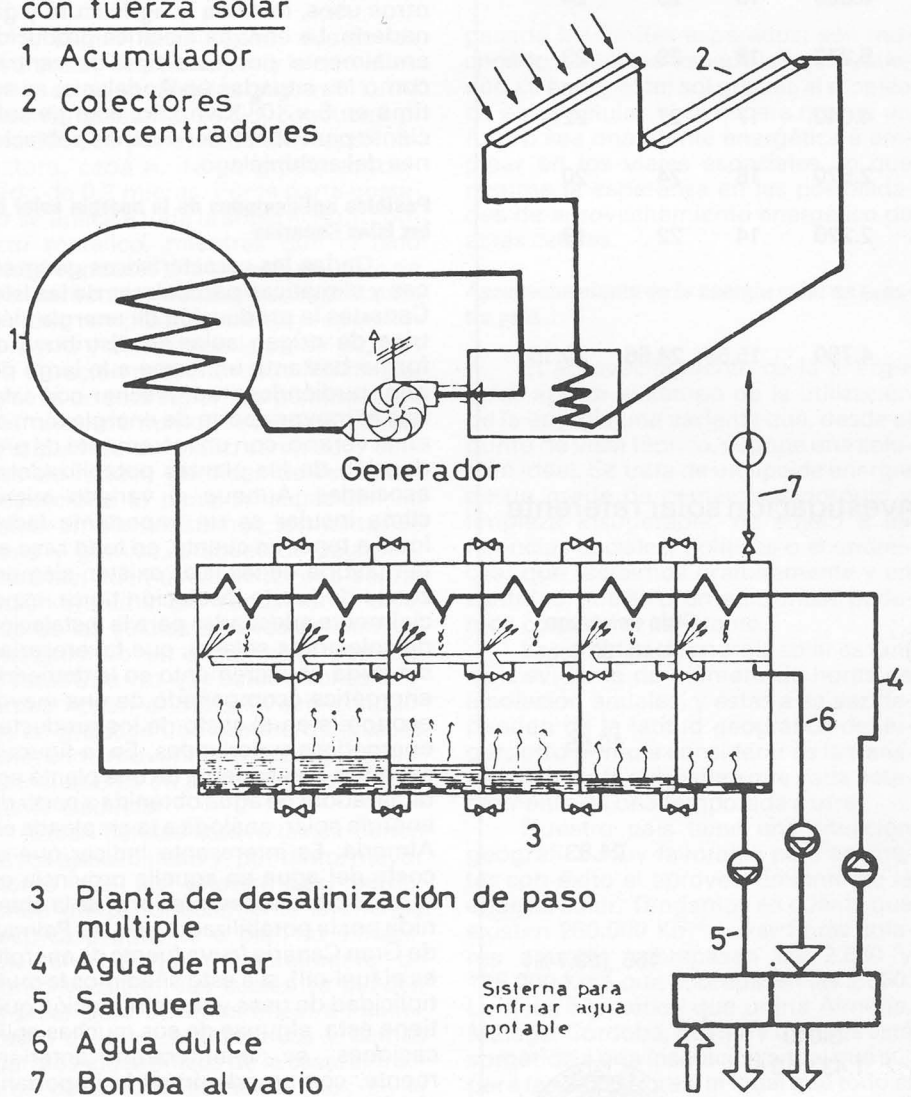
Paneles solares .....	1.112.456	ptas.
Batería .....	635.324	»
Regulador .....	81.248	»
Equipo de medida .....	278.815	»
Paneles de control .....	27.981	»
Sistema de alarma .....	12.917	»
Estructura y obra civil .....	137.587	»
Portes, seguros y		
derecho Cabildo .....	201.960	»
Instalación y despla-		
zamiento .....	241.050	»
Varios e imprevistos .....	272.937	»
<b>Total .....</b>	<b>3.002.311</b>	<b>ptas.</b>

asignando en un estudio económico aproximado un coste de mantenimiento anual de 20.000 ptas./año correspondiente a dos visitas para observación y limpieza, y una vida útil de la instalación de 20 años siendo los costos anuales de explotación 170.000 ptas./año (mantenimiento más amortización).

#### Cuadro de una planta de desalinización con fuerza solar

Fig. 3

- 1 Acumulador
- 2 Colectores concentradores



- 3 Planta de desalinización de paso múltiple
- 4 Agua de mar
- 5 Salmuera
- 6 Agua dulce
- 7 Bomba al vacío

Sistema para entrar agua potable

## Nuevo número de la revista "El Museo Canario"

Es un homenaje al médico e historiador Juan Bosch Millares

Por su parte, el costo de instalación de la solución alternativa de sustituir los grupos electrógenos por unos nuevos asciende a 2.132.671 ptas., cifrándose el costo de mantenimiento anual en 250.000 ptas. El tiempo de vida útil de los grupos electrógenos se estima en 10 años, siendo los costos de explotación 463.000 ptas./año.

Como se puede observar la energía solar resulta mucho más rentable que la solución clásica, y ello a pesar del coste extra que supone el equipo de medida que normalmente no suele instalarse y que se ha montado en este caso por ser la primera instalación de este tipo.

Desde otro punto de vista y teniendo en cuenta que la instalación debe producir 1.829 Kwh/año y su vida útil es de 20 años se obtiene un costo de 82 ptas./Kwh, aceptable para un equipo de alimentación autónomo y permanente de corriente continua. Si se considera únicamente a los paneles solares como un generador no autónomo ni permanente de energía (éste sería el caso cuando haya que cambiar los actuales por otros nuevos), su costo instalado sería de:

Paneles solares: .....	1.112.456 ptas.
Estructura y obra civil .....	137.587 »
Instalación .....	120.525 »
<b>Total .....</b>	<b>1.370.568 ptas.</b>

En este caso el Kw-h. solar sería de 37 ptas.

### Conclusiones

Dadas las características de las Islas Canarias y el desarrollo actual y previsible a corto plazo de la tecnología de la energía solar, se considera imprescindible el tener en cuenta esta fuente como recurso energético primario en la planificación general e hidrológica de las islas.

El desarrollo de una tecnología propia de la energía solar puede conducir a una holgada independencia energética, a la producción económica de aguas potables, incluso para usos agrícolas, y contribuir al desarrollo económico e industrial sin perturbar en lo más mínimo el equilibrio ecológico de la región.

**JUAN SANCHEZ BALLESTEROS  
MARIA DOLORES RODRIGUEZ HERNANDEZ  
JAVIER DOMINGUEZ GARCIA**

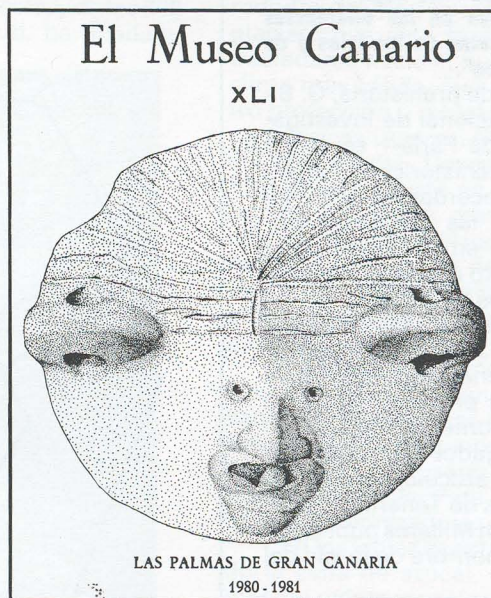
### Bibliografía citada

- (1) J. VAZQUEZ GUTIERREZ y J. SANCHEZ BALLESTEROS: "Energía eólica: Una posibilidad de nuestra isla". Aguayro, N.º 140, pág. 24 (1982).
- (2) Informe sobre la radiación solar en España. Instituto Nacional de Meteorología. Pub. D-34. Madrid.
- (3) F. RAMOS y D. TINANT: "Mapas de radiación solar". Instituto Optico. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid.

**A**caba de publicarse un nuevo número (1980-81) de "El Museo Canario", revista científica de dicha Institución de Las Palmas de Gran Canaria. Esta publicación cuenta con más de un siglo de fecunda trayectoria —su primer número se publicó en marzo de 1880— y un merecido prestigio en el mundo científico. El presente número testimonia el homenaje del Museo a don Juan Bosch Millares, médico e historiador isleño, que fue director de aquella Institución durante cuarenta años y presidente durante cuatro. Nacido en Las Palmas de Gran Canaria, el doctor Bosch Millares es una de las figu-

lismo, linfedema congénito, retinopatía y polidactilia, síndrome de Gardner-Bosch, enfermedad de Takayasu, etc.).

Junto a su dedicación a la Medicina, don Juan Bosch ha desempeñado una intensa actividad en otros dos campos por los que manifestó el mismo amor vocacional: la vida del Museo Canario y la investigación de la prehistoria y la historia canarias. El Museo va íntimamente unido a su vida, tanto en el desempeño de funciones directivas como en las largas horas pasadas en sus mesas de investigación. El doctor Bosch Millares cultivó especialmente



ras relevantes del siglo XX en nuestras islas. Estudió en el colegio de San Agustín de dicha ciudad y después cursó la carrera de Medicina en Madrid, licenciándose, asimismo, en Ciencias Naturales. Desde 1919 formó parte del cuadro médico del Hospital de San Martín, del que llegó a ser director por un período de nueve años, conllevando este puesto con la dirección de la Sección de Medicina Interna. Durante el ejercicio de tal responsabilidad, promovió necesarias e importantes reformas en el centro y llevó al ánimo de las autoridades locales la exigencia de crear un nuevo y moderno hospital que atendiera a las necesidades de la isla: el actual Hospital Insular. En la vertiente de la relación médico-enfermo de don Juan Bosch desplegó una profunda humanidad, acompañada de su simpatía y de su sapiencia profesional que siempre inspiró confianza al paciente; y en la vertiente científica, fue un estudioso investigador, siempre ávido en renovar y ampliar sus conocimientos en trabajo de descripción de enfermedades y síndromes poco frecuentes o tenidos por inexistentes en el área geográfica canaria (amebiasis intestinal, síndrome de infanti-

dos áreas temáticas relacionadas con su profesión: la paleopatología de la población aborigen y la historia de la medicina en Canarias. La paleopatología ósea de los antiguos habitantes de las islas fue estudiada en varios trabajos: "Paleopatología craneana de los primitivos habitantes de las Islas Canarias" (aportación al simposio internacional conmemorativo del descubrimiento de Cro-Magnon, celebrado en Canarias), "Problemas de paleopatología ósea de los indígenas prehistóricos de Canarias. Su similitud con casos americanos", "Las cauterizaciones craneales de los primitivos pobladores de Canarias"; la historia de la medicina fue objeto de publicaciones como "El Hospital de San Martín", "La medicina canaria en época prehistórica" y su más extensa aportación, la "Historia de la Medicina en Gran Canaria". Su vena literaria fue canalizada, también, a través de otras publicaciones: "Nostalgia y dolor del pasado" y "Cuentos de médicos canarios". Este merecidísimo homenaje que "El Museo Canario" le rinde ahora será, sin duda, recibido con la más profunda alegría por don Juan Bosch Millares.

El sumario de este número se co-