

APLICACIONES DE LA ENERGÍA SOLAR

ELECTRICIDAD FOTOVOLTAICA: UNA OPCIÓN A NUESTRO ALCANCE

Ing. Civil María Susana Domizio

La gran hazaña de la tecnología en nuestro siglo ha sido poner el uso de distintas formas de energía al alcance de todos. En nuestra vida diaria cada vez que encendemos la televisión, prendemos una estufa, cocinamos o subimos al auto para ir de paseo no nos detenemos ni siquiera un instante a cuestionar de donde proviene la energía que hace que todo funcione, solo presionamos un interruptor, giramos una llave y ya.

Pero a la vez que tenemos una vida mucho más confortable que hace 100 años, la estructura económica y social de nuestra civilización es absolutamente dependiente de la provisión de energía. Nuestras industrial, funcionan a base de nafta, gas oil o electricidad generada ya sea por centrales hidráulicas o centrales térmicas diesel. Vemos entonces que la mayoría utiliza combustibles fósiles como fuente primaria de energía. Si tenemos en cuenta que para que se regeneren esos combustibles fósiles, hacen falta millones de años, ello los hace una fuente no renovable al menos desde nuestro punto de vista y de las necesidades actuales.

Mundialmente la energía que consumimos en porcentual proviene un 88% de combustibles fósiles, un 6% de hidroelectricidad, el 5% de energía nuclear y resta un 1 % proveniente de otras fuentes. Esto nos coloca en un serio problema, ya que se espera que en el siglo XXI se agoten los yacimientos de petróleo.

Por otro lado la distribución del petróleo hace que países como Japón importen el 95% del petróleo que consume desde el Golfo Pérsico (más precisamente desde Kuwait e Irak), mientras que Estados Unidos consume un 25% de la producción mundial con sólo un 4% de reservas propias. No es casual que este sea el país que más invierte en

investigación para el aprovechamiento de otras fuentes primarias de energía.

En la década del setenta, cuando se produce la primera crisis petrolera, se toma conciencia por primera vez, de la dependencia que tenían las grandes economías de la provisión del petróleo desde otros países, para alimentar sus industrias y es entonces cuando se comienza en forma seria la investigación del aprovechamiento de fuentes alternativas de energía, especialmente la solar y la eólica.

La industria aeroespacial comenzó a utilizar paneles solares para alimentar los satélites, y tomando un sólo ejemplo, como el de la sonda VOYAGER lanzada al espacio en 1978 y que aún hoy casi 20 años después, transmite información mientras sale de nuestro sistema solar, es sin duda un ejemplo notable de la eficiencia de las células solares como proveedoras de energía.

Pero para dar energía a los satélites hay pocas alternativas y el costo de los paneles no es significativo frente al equipamiento que ellos tienen. En cambio el uso de células solares para aplicaciones terrestres tiene costos de utilización muy elevados frente a la posibilidad de utilizar otras fuentes de energía con tecnología de aplicación más desarrollada y más barata.

Sin embargo la guerra del Golfo Pérsico vuelve a poner en evidencia la dependencia de la globalidad de la economía mundial, de las reservas pertenecientes a los países exportadores.

Frente a lo expuesto la pregunta es: ¿qué haremos en el siglo venidero si no avanzamos en la utilización de energías renovables?

FUENTES ALTERNATIVAS DE ENERGÍA

Llamamos fuentes alternativas a aquellas fuentes que pueden reemplazar a los combustibles fósiles como proveedores de energía. Si hacemos un resumen de las distintas fuentes conocidas tenemos:

- **energía nuclear:** Las centrales nucleares son actualmente proveedores de energía eléctrica pero aunque su tecnología de aplicación está muy desarrollada tiene un alto costo de instalación.

Su gran desventaja radica en los problemas ecológicos que generan los desechos que produce.

- **Energía hidroeléctrica:** es una de las más utilizadas en todo el mundo pero tiene un alto costo de instalación. La ubicación de la central de generación está supeditada a contar con ríos apropiados, o bien del lugar indicado para hacer un embalse. Como normalmente este lugar no coincide con la ubicación de los centros de consumo, esto obliga a realizar tendido de líneas de transporte de eléctrico hasta los mismos.

Los problemas ecológicos que acarrea son menores y se relacionan con la modificación ambiental del sitio en que se ubica la presa.

- **Energía eólica:** provee electricidad a partir de turbinas que son movidas por el viento las que necesitan vientos regulares de al menos 30 km/h para una generación de energía estable, lo que acota la posibilidad de instalación a zonas ventosas. En nuestro país en la zona patagónica existen emprendimientos de este tipo en funcionamiento.
- **Energía mareomotriz:** las turbinas de una central mareo-motriz funcionan a base de diferencias de altura de agua generada por las mareas. Debe hallarse el emplazamiento propicio para ello y luego hacer tendido de líneas de transporte de energía hasta los centros de consumo.
- **Biomasa:** es una de las más antiguas utilizadas por el hombre, sencillamente consiste en incinerar madera, basura u otros materiales para obtener la energía requerida. En países subdesarrollados llega a representar el 50% de las fuentes de energía utilizadas. Ello acarrea serios problemas de polución y la depredación de bosques naturales.
 - **Energía solar:** La energía del sol puede utilizarse en forma pasiva favoreciendo las ganancias y pérdidas de calor según se requiera, o bien en forma activa obteniendo energía eléctrica a partir de la incidencia de la luz solar en paneles conformados por células fotovoltaicas. Se halla disponible en todos lados, por lo que podemos establecer la central de generación en el lugar preciso en que la necesitamos. Por ello es particularmente apta para abastecer zonas alejadas y aisladas. No contamina ni produce problemas ecológicos

de ningún tipo. Su tecnología de aplicación a avanzado notablemente y en ciertos casos los aprovechamientos solares se hacen más rentables que otros con igual fin y distinta fuente de energía.

Un dato interesante es que **anualmente** sobre cada hogar cae tres veces la cantidad de energía necesaria para abastecer los consumos energéticos del mismo **diariamente** cae sobre la tierra una cantidad de energía equivalente a **mil veces** la utilizada hasta ahora por el hombre.

Por hora cae sobre la tierra una cantidad de energía equivalente a la obtenida por la combustión de 21.000 millones de toneladas de carbón bituminoso (**21.000.000.0001**).

APLICACIONES DE LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

DESCRIPCIÓN DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO

El funcionamiento de estos sistemas se basa en la propiedad que tienen ciertos materiales semiconductores, tal como el silicio, para transformar la luz y el calor del sol en electricidad.

Comercialmente se producen células fotovoltaicas de silicio monocristalino, policristalino, y las más modernas de silicio amorfo, que se conectan entre sí para conformar *paneles*. Estos paneles nos entregan una intensidad de corriente que depende de las condiciones de operación: de la intensidad de la energía solar incidente y de la temperatura.

La corriente obtenida es corriente continua, que se aprovecha directamente en instalaciones pequeñas, cuando el requerimiento de consumo aumenta, conviene transformarla en corriente alterna por medio de inversores de carga.

Por último, dado que el momento en que incide la energía, normalmente no coincide con el momento en que se la consume, deberemos almacenarla y así utilizarla cuando la necesitemos, lo que se hace mediante un banco de *baterías*.

Estos dos: paneles y baterías son los componentes principales (no los únicos) de una instalación solar fotovoltaica.

El objetivo del presente artículo es, que un arquitecto proyectista de una escuela rural, de un club deportivo, de un camping, o bien de un predio rural pueda saber si es viable este tipo de aprovechamiento y estimar las superficies de paneles necesaria, incorporarla al diseño y orientarla adecuadamente.

Sin entrar en temas eléctricos específicos que si bien son necesarios para materializar la instalación, quedarán en manos de especialistas; se pretende mediante un planteo sencillo hacer el predimensionado de la instalación.

DIMENSIONAMIENTO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

1° DETERMINACIÓN DE LOS CONSUMOS

Para ello debemos conocer la/s viviendas que vamos a abastecer, su número de habitaciones y el equipamiento que vamos a instalar.

Analicemos como ejemplo una vivienda rural, donde este tipo, de instalaciones se presenta como una alternativa óptima.

Confeccionamos el siguiente cuadro donde suponemos una familia tipo de 4 personas, con tres habitaciones, bomba para extracción de agua, heladera y comunicación de radio de onda corta.

Se engloba el consumo de elementos pequeños como afeitadoras, radio am/fm, etc. en un consumo de 40wh/d.

Artefactos	Potencia Watt	Uso hs/día	Consumo total W h / Día
iluminación (5 lámparas de 23 w)	115	3	172.5
heladera 14 pies	200	12.5	2500
TV color 14"	80	4	320
radio VHF	50	0.5	25
bomba de agua (1/2 hp)	400	0.75	300
consumos varios	40	1	40
TOTAL			3037.5

En la iluminación hemos tenido en cuenta que si bien tenemos 5 lámparas no todas se hallan prendidas al mismo tiempo, esto se denomina factor de simultaneidad y vale 0.5 para este caso.

Es importante señalar que la iluminación deberá hacerse por medio de lámparas compactas o tubos fluorescentes, dado que las incandescentes desperdician el 70% de la energía consumida en calor y en este tipo de instalaciones deben minimizarse las pérdidas.

No es conveniente diseñar sistemas que provean energía para cocinar y para calefacción por electricidad porque el consumo se hace muy elevado, encarece mucho el costo inicial del sistema existiendo otras alternativas para ello.

2º CÁLCULO DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO

Ahora debemos calcular el generador fotovoltaico, es decir, elegir los paneles que vamos a colocar.

Para ello debemos tener datos de la energía incidente en el lugar, información que será proporcionada por el Servicio Meteorológico Nacional.

Conociendo el lugar de emplazamiento deberemos conocer la cantidad de horas de sol en el mismo, pero para simplificar los cálculos, se da en tablas un valor h que es el número de horas que el *sol pleno* permanece en el lugar en estudio. ¿Qué quiere decir esto?, en realidad el sol no entrega una radiación máxima en todo momento, sino que la misma varía a lo largo de un día, si calculamos la totalidad de la energía incidente y la dividimos por la radiación máxima tendremos un valor del tiempo hipotético en que esa radiación máxima permanece en el lugar. Este factor es mayor en zonas áridas y de clima seco, que en zonas cálidas pero húmedas. Será mínimo en la zona sur del país.

Si confeccionamos una tabla en función de la latitud tenemos la siguiente variación:

LATITUD	H
24	4
30	3.7
32	3
42	2.4
44	2.18
48	2.09

Ahora debemos conocer la energía que nos entrega cada panel.

Los fabricantes nos dan la potencia máxima PM que el panel entrega en condiciones ideales que son: una radiación solar incidente de 1.000 W/m² y funcionando a 25° C de temperatura (y una densidad de masa aérea de 1.5 AM), de manera que la energía que nos entregará el módulo será:

$$W_m = a \cdot h \cdot P_M$$

"a" en este caso es un factor de minoración que tiene en cuenta el envejecimiento del equipo y un rendimiento menor por las condiciones atmosféricas y vale 0.9.

Si vamos ahora a cualquier tabla comercial de paneles tendremos por ejemplo un panel M75 de Siemens o un panel BP275 de BPSOLAR y tenemos que ambos nos entregan 75W

y si consideramos que nuestro lugar de emplazamiento es en la ciudad de Mendoza que se ubica a los 32.5° de latitud sur tendremos la insolación reflejada por el valor $h = 3$ entonces:

$$W = 0.9 \times 75 \times 3 = 202.5 \text{ watt}$$

Si hacemos el cociente entre la energía demandada por consumo y la que obtenemos del panel tendremos el número de paneles a colocar.

$$n^\circ p = W_d / W_m = 3037.5 / 202.5 = 15 \text{ paneles}$$

3° ESTIMACIÓN DEL BANCO DE BATERÍAS

Por último, dado que el momento en que incide la energía, normalmente no coincide con el momento en que se la consume, deberemos almacenarla, y se hace en un banco de baterías.

Este componente del sistema fotovoltaico es el que necesita algún mantenimiento y también del que depende el éxito final del mismo.

Las baterías podrán ser de Plomo duro o níquel - cadmio que tienen una vida útil de 20 años pero son de costo elevado, también las de plomo purificado y plomo con antimonio de menor costo pero también de menor vida útil: 10 y 5 años respectivamente.

Lo que define la batería a colocar es el tiempo de autonomía que necesitamos en la instalación. Para viviendas será de 5 días para un clima como el nuestro y en climas lluviosos de 7 días. Para servicios públicos como repetidoras de televisión o centrales telefónicas el criterio de seguridad exige dependiendo de la zona de emplazamiento entre 10 y 20 días.

Diremos como ejemplo que para una instalación como la de nuestro ejemplo, necesitaremos 6 baterías de 12 V del tipo plomo purificado o plomo con bajo contenido de antimonio.

Este punto específico tiene una serie de consideraciones a tener en cuenta que serán evaluadas por especialistas como la descarga anual esperada, profundidad de descarga, rendimiento lo que asegurará el éxito no solo operativo sino económico del sistema.

CONSIDERACIONES GENERALES

1. Aprovechamiento integral

El sistema se dimensionará para invierno ya que es la época más desfavorable en que la radiación incidente es menor. Esto si bien hace que el mismo se halle sobredimensionado en verano, para zonas áridas como la nuestra permite alimentar bombas de riego de regular consumo.

2. Orientación

Los paneles deberán orientarse hacia el norte verdadero (distinto del norte magnético) lo que permite aprovechar mejor las horas de sol, y tendrán una inclinación igual a la latitud del lugar de emplazamiento más $\pm 10^\circ$. Por ejemplo para Mendoza con 32° latitud sur la inclinación de los paneles podrá variar de 22° a 42°

3. Cantidad de energía

Nuestra provincia, así como todo el noroeste argentino, es un lugar privilegiado para este tipo de instalaciones, si tenemos en cuenta que la energía incidente alcanza valores $6.2 \text{ kw h} / \text{m}^2 / \text{d}$ (kilovatio hora por cada metro cuadrado de superficie de incidencia y por día), superior a la media de nuestro país cuyo valor es de $5,4 \text{ kw h} / \text{m}^2 / \text{d}$ y notablemente superiores a los valores medios de energía de países

Europeos como Alemania por ejemplo, donde la energía incidente asciende a 2,6 kw h / m² / d, siendo éste uno de los países en que mayores proyectos de aprovechamiento fotovoltaico están en uso.

4. Ventajas de un sistema solar fotovoltaico - costo

Si al hecho de que debemos realizar un cambio en nuestras industrias para poder continuar con nuestra forma de vida, sumamos que nuestro país tiene un 15% de su población sin abastecimiento de energía eléctrica y que esa población (aproximadamente 5.000.000 de personas) habitan las zonas rurales de nuestro país, es menester plantear seriamente una solución.

Los países industrializados han solucionado la provisión de energía a sus zonas rurales, pero ello implica la ejecución de grandes obras de infraestructura que no estamos en posición de ejecutar al menos por el momento. Esto nos conduce a dos alternativas: no proveerles energía o bien incursionar en nuevos caminos.

Si bien el costo de la energía eléctrica obtenida a partir de la energía solar (energía fotovoltaica) no es competitivo en zonas abastecidas por sistemas tradicionales, sí lo es cuando para proveerla debemos hacer extensiones de la red existente a más de un kilómetro de distancia, lo que compensa la inversión inicial de la instalación del generador fotovoltaico.

Para dar un ejemplo concreto veamos la instalación ejecutada por Energía Mendoza en el Departamento de Lavalle, en que se denominó el primer "pueblo solar". Allí se instalaron 5 luminarias solares en la única calle del pueblo y se realizó la instalación domiciliaria para luz TV y radio. Esta obra con 32 paneles y baterías costó U\$ 40.000 frente a U\$ 1.500.000 que hubiera costado realizar la extensión de la red eléctrica hasta el pueblo.

Lo mencionado sí es claramente competitivo, y si vemos que en instalaciones domiciliarias convencionales el costo inicial se amortiza en cinco años y además que la energía entregada puede ser medida como en una instalación convencional, vemos que no necesariamente estaríamos subsidiando la misma sino que su costo podría ser devuelto por los usuarios.