



Energía solar

Fotovoltaica

Boletín Técnico N° 5  
Conceptos básicos de la  
generación solar de  
energía eléctrica

ENERGÍA SOLAR



## ***Introducción***

Nuestro planeta recibe del sol una cantidad de energía anual de aproximadamente 1,6 millones de kWh, de los cuales sólo un 40% es aprovechable, una cifra que representa varios cientos de veces la energía que se consume actualmente en forma mundial; es una fuente de energía descentralizada, limpia e inagotable.

El aprovechamiento energético está entonces condicionado por la intensidad de radiación solar recibida por la tierra, los ciclos diarios y anuales a los que está sometida y las condiciones climatológicas del lugar.

Se define energía solar a aquella que mediante conversión a calor o electricidad se aprovecha de la radiación proveniente del sol; otra forma de aprovechamiento asociado considera la posibilidad de hacer uso de la iluminación natural y las condiciones climatológicas de cada emplazamiento en la construcción de edificios mediante lo que se denomina arquitectura bioclimática.



## ***Procesos de conversión***

Como habíamos dicho el aprovechamiento de la energía solar requiere de la utilización de dispositivos que capten la energía proveniente del sol y la transformen en otra forma de energía compatible con la demanda que se pretende satisfacer. Existen dos alternativas posibles para realizar estas transformaciones: la conversión fototérmica y la conversión fotovoltaica.

### ***Energía solar fotovoltaica.***

La tecnología fotovoltaica busca convertir directamente la radiación solar en electricidad. Basada en el efecto fotoeléctrico, en el proceso emplea unos dispositivos denominados celdas fotovoltaicas, los cuales son semiconductores sensibles a la luz solar; de manera que cuando se expone a esta, se produce en la celda una circulación de corriente eléctrica entre sus dos caras.

Los componentes de una sistema fotovoltaico dependen del tipo de aplicación que se considera (conectada o no a la red) y de las características de la instalación. Una instalación fotovoltaica aislada está formada por los equipos destinados a producir, regular, acumular y transformar la energía eléctrica. Y que son los siguientes:

### ***Celdas fotovoltaicas***

Es dónde se produce la conversión fotovoltaica, las más empleadas son las realizadas con silicio cristalino. La incidencia de la radiación luminosa sobre la celda crea una diferencia de potencial y una corriente aprovechable. Fabricadas a partir del silicio, las celdas fotovoltaicas cobraron auge a partir de los años 50, cuando comenzaron a ser utilizadas para el abastecimiento energético de los satélites.

### ***Placas fotovoltaicas***

Son un conjunto de celdas fotovoltaicas conectadas entre sí, que generan electricidad en corriente continua. Para su mejor aprovechamiento se busca orientarlas (teniendo en cuenta la ubicación y latitud) con el fin de obtener un mayor rendimiento.



### **Regulador de carga**

Tiene por función proteger a la batería contra las sobrecargas y contra las descargas. Además se emplea para proteger a las cargas en condiciones extremas de operación, y para proporcionar información al usuario.

### **Baterías**

Son el almacén de la energía eléctrica generada. En este tipo de aplicaciones normalmente se utilizan baterías estacionarias, las que tienen como característica de operación más importante al ciclado; durante un ciclo diario, la batería se carga durante el día y se descarga durante la noche; sobrepuesto al ciclado diario hay un ciclo estacional, que está asociado a períodos de reducida disponibilidad de radiación.

### **Ondulador o Inversor**

Transforma la corriente continua (de 12, 24 o 48 V) generada por las placas fotovoltaicas y acumulada en las baterías a corriente alterna (a 230 V y 50 Hz).

El dimensionamiento de una instalación aislada requiere disponer de información relativa al consumo previsto de energía del lugar que se ha de electrificar y de la disponibilidad media de radiación solar a lo largo del año. Debido a los costos que actualmente maneja esta tecnología se recomienda el uso de aparatos de bajo consumo, el sobre costo que estos a veces pueden tener, se compensa por la reducción en el costo de la instalación fotovoltaica.

Con respecto, a los elementos de los sistemas conectados a la red, los módulos fotovoltaicos son los mismos que se emplean en instalaciones aisladas. Debido a que la energía producida va directamente a la red, la diferencia fundamental de estas instalaciones radica en la ausencia de acumuladores y de regulador de carga. Respecto al tipo de ondulador empleado, normalmente se usan aparatos de mayor potencia que incluyen controladores de fase para adecuar la corriente alterna a la que circula por la red.



### **Consumo de electricidad eficiente y no eficiente en un hogar**

EFICIENTE		INEFICIENTE	
Aparato	Consumo (Wh/día)	Aparato	Consumo (Wh/día)
Lámpara fluorescente	150	Lámpara incandescente	600
Lavarropas eficiente (programa de lavado con agua caliente)	300	Lavarropas (programa de lavado con agua caliente)	1800
Heladera eficiente (145 l)	500	Heladera normal (145 l)	1000
Diversos	340	Diversos	340

### **Energía solar térmica**

Con respecto a la tecnología solar térmica que convierte la energía radiactiva en calor, su principal componente es el captador, por el cual circula un fluido que absorbe la energía radiada del sol. De acuerdo a la temperatura de aprovechamiento se puede clasificar el aprovechamiento en de alta, media y baja, siendo sus límites:

- \* *Hasta 100° C: de baja temperatura;*
- \* *Desde 100° C y hasta 300° C: de mediana temperatura;*
- \* *Mayores a 300° C: de alta temperatura.*

Los sistemas solares térmicos de alta temperatura hacen referencia a grandes instalaciones donde el principal elemento es una torre paraboloide, o un campo de helióstatos que concentran la radiación solar en una torre central, que puede alcanzar temperaturas superiores a los 4000° C; normalmente se tratan de sistemas con una caldera central de la que se obtiene vapor a alta temperatura para usos térmicos o producción de electricidad.

En cuanto a las aplicaciones de mediana temperatura, normalmente se utilizan colectores parabólicos, los que concentran la radiación solar en un tubo colector encargado de recibir y transmitir el calor, alcanzando valores de temperatura de hasta 300° C.



El principal parámetro que caracteriza la eficiencia de cualquier captador solar es la curva de rendimiento. En general, se define el rendimiento de un captador como la relación entre el flujo energético que llega a la superficie de este y la energía útil que se transmite al fluido; de esta forma, el rendimiento instantáneo de un captador varía en función de la radiación, la temperatura del agua que entra al captador, la temperatura ambiente, la temperatura de la placa y los materiales empleados en la construcción.

### **Aprovechamientos**

La tecnología fotovoltaica actualmente ya es competitiva para electrificar emplazamientos alejados de las líneas eléctricas como, por ejemplo, viviendas rurales, bombeo de agua, señalización, alumbrado público, equipos de emergencia, etcétera.

### **Sus principales ventajas son:**

- \* *Evitar un costoso mantenimiento de líneas eléctricas en zonas de difícil acceso*
- \* *Eliminar los costos ecológicos y estéticos de la instalación de líneas en esas condiciones*
- \* *Contribuir a evitar el despoblamiento progresivo de determinadas zonas*
- \* *Es una energía descentralizada que puede ser captada y utilizada en todo el territorio*
- \* *Una vez instalada tiene un costo energético nulo*
- \* *Mantenimiento y riesgo de avería muy bajo*
- \* *Tipo de instalación fácilmente modulable, con lo que se puede aumentar o reducir la potencia instalada fácilmente según las necesidades*
- \* *No produce contaminación de ningún tipo*
- \* *Se trata de una tecnología en rápido desarrollo que tiende a reducir el costo y aumentar el rendimiento.*

Los sistemas fotovoltaicos se pueden clasificar en dos grandes grupos de acuerdo a si están conectados a la red o no.

Los que no están conectados a la red suelen cubrir pequeños consumos eléctricos en el mismo lugar en el que se produce la demanda, por ejemplo para electrificación de hogares alejados de la red eléctrica, alumbrado público, aplicaciones agrícola – ganaderas, señalización y comunicaciones, sistemas de depuración de aguas. A



diferencia de estos, los sistemas conectados a la red se ubican en forma de centrales fotovoltaicas o en sistemas integrados en edificios.

### **Comparación de diferentes instalaciones solares térmicas.**

Aplicación	Superficie de colectores (m <sup>2</sup> )	Volumen de acumulación (litros)	Producción solar anual (kWh/año)	Fración solar (%)
ACS de vivienda unifamiliar	2.5	175	1700	67
ACS + calefacción de vivienda unifamiliar	12.5	800		
ACS de un hotel (100 plazas)	30	2000	16700	64
ACS de un hotel (250 plazas)	90	6000	60000	62
ACS + calefacción Hospital	150	10000	96000	30
ACS + calentamiento de piscina de centro deportivo	140	9000	138000	39

La energía solar térmica de acuerdo a su uso final, se puede clasificar en función de la temperatura del aprovechamiento, esto dependerá en distintos usos finales ya sea como calefacción, secado, destilación de agua, cocción de alimentos. Su empleo abarca todos los sectores tanto doméstico como industrial. Las aplicaciones a baja temperatura se emplean principalmente para la obtención de agua caliente para uso sanitario o para calefacción de recintos. Estas aplicaciones se pueden clasificar en función del fluido que calientan los captadores (agua o aire), o bien en función del tipo de captador empleado. Estos generalmente suelen emplear agua y se suelen clasificar en captadores planos vitrificados (con y sin cubierta) y los captadores de techo.

La arquitectura bioclimática, también denominada arquitectura solar pasiva, hace referencia a las formas en que la energía solar se capta, se almacena y se distribuye en la estructura, se trata en definitiva del diseño y aporte de soluciones constructivas que permitan que un determinado edificio capte o refleje la energía solar según la época del año a fin de reducir las necesidades de calefacción, refrigeración o iluminación. Los principales elementos que combina la arquitectura bioclimática son conceptos relativos a:

- \* *El entorno climático;*
- \* *La forma, orientación y distribución de los edificios;*
- \* *Los techos, el aislamiento y la inercia térmica.*

A diferencia de la tecnología fotovoltaica, el aprovechamiento mediante las técnicas térmicas, está basado en principios termodinámicos. La misma nos dice que la



energía fluye del foco caliente al frío, en base a esto y de acuerdo al tipo de aplicación que se quiera lograr.

Dentro de la actualización permanente de las bases de información encontramos que, con el apoyo del Programa de Energía y Transporte de la Dirección Nacional de Programas y Proyectos Especiales de la Secretaría de Ciencia y Tecnología (hoy Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva) y del Departamento de Ciencias Básicas de la Universidad de Luján, se ha publicado un Atlas de Energía Solar de la República Argentina. El mismo presenta un conjunto de cartas con la distribución mensual de los promedios diarios de la irradiación solar global y de las horas de brillo solar; además incorpora una descripción del instrumental de medición que se utiliza y sus errores, como así también una extensa bibliografía.

### PERMER

Argentina posee un elevado porcentaje de electrificación (95%), pero una proporción importante de su población rural (30%) carece de servicio eléctrico. El Proyecto de Energías Renovables en Mercados Rurales (PERMER) está destinado a mejorar la calidad de vida de los pobladores rurales y disminuir su emigración hacia zonas urbanas, a través del manejo sustentable de recursos energéticos ambientalmente sanos, proveyendo electricidad y calor a instituciones y habitantes fuera del alcance de los centros de distribución de energía.

La iniciativa ha permitido, hasta ahora, el suministro eléctrico mediante energías renovables a 3260 viviendas, 540, escuelas y 76 servicios públicos (salas de emergencia médica, destacamentos policiales y de gendarmería, etc.). En proceso de instalación se hallan, además, 1049 sistemas en escuelas, 3100 en viviendas y 200 servicios públicos adicionales. Otros aspectos del proyecto involucran la instalación, en curso, de cocinas, hornos y calefones solares, además de sistemas de generación híbridos (solares- diésel, eólico-diésel, hidro-diesel, etc.), eólicos, solares, mediante micro turbinas hidráulicas o diésel y de sus instalaciones de distribución de energía, en pequeñas localidades rurales alejadas de la red eléctrica convencional. En particular, se ha desarrollado un Proyecto Piloto Eólico en la Provincia de Chubut, a partir del cual se han instalado 115 equipos de generación eólica individual y se están instalando 1500 más, con sus correspondientes equipos de medición.

El Proyecto ha firmado acuerdos con todas las provincias y sólo está inactivo aún en Santa Fe. En la actualidad se está en las últimas etapas de la gestión de financiación adicional que permitirá mantener la actividad del Proyecto sin solución de continuidad.





## Protocolo de Kioto - Mecanismos de Desarrollo Limpio

El Protocolo de Kioto establece para los países Anexo I, reducir el total de sus emisiones de GEI a un nivel inferior en no menos de 5% al de 1990 en el período de compromiso, comprendido entre el año 2008 y el 2012.

Para cumplir con el mismo se establecieron además de las reducciones de emisiones de gases de efecto invernadero en cada país, y del comercio de emisiones, otros mecanismos como la Aplicación Conjunta (AC) y el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL).

Tras la ratificación por parte de Rusia en septiembre de 2004 el Protocolo de Kioto se convierte en Ley internacional. Este mecanismo ofrece a los gobiernos y a las empresas privadas de los países industrializados la posibilidad de transferir tecnologías limpias a países en desarrollo, mediante inversiones en proyectos de reducción de emisiones o sumideros, recibiendo de esta forma certificados de emisión que servirán como suplemento a sus reducciones internas.

Un proyecto en el marco del Mecanismo para un Desarrollo Limpio (MDL o CDM en inglés) es un proyecto de reducción de emisiones o secuestro de carbono que se lleva a cabo en un país en desarrollo, como ser la Argentina. Los proyectos MDL generan CERs o Bonos de Carbono, que pueden ser comercializados en el mercado de carbono. 1 CER equivale a 1 Tn de CO<sub>2</sub> reducida. Los beneficios de los MDL, pueden hacer más atractivo un proyecto desde el punto de vista económico financiero, a tal punto que solo puede ser viable si cuenta con ellos.

### **Legislación**

La Ley 26190 establece el “Régimen de fomento nacional para el uso de fuentes renovables de energía destinada a la producción de energía eléctrica “. La ley declara de interés nacional la generación de energía eléctrica a partir del uso de fuentes de energía renovables con destino a la prestación de servicio público como así también la investigación para el desarrollo tecnológico y fabricación de equipos con esa finalidad. Establece como objetivo del presente régimen, lograr la contribución de las fuentes de energía renovables hasta alcanzar el OCHO POR CIENTO (8%) del consumo de energía eléctrica nacional en el plazo de DIEZ (10) años a partir de la puesta en vigencia del presente régimen.