

IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO

Un sistema de Bombeo Fotovoltaico es aquel que permite extraer agua a partir de una motobomba eléctrica accionada por la energía que proporcionan paneles solares fotovoltaicos. La aportación energética es mayor cuando es más necesaria. En el caso de las instalaciones solares, la demanda hídrica suele estar en sincronía con la disponibilidad del recurso primario (la radiación solar es mayor en los meses de verano). Las fuentes descentralizadas de energía son adecuadas para el recurso hídrico disperso. La dispersión espacial del recurso hídrico (pozos, embalses, depósitos, etc.), así como de la propia demanda (cultivos, núcleos de población), favorece el uso de fuentes descentralizadas de energía.

VISIÓN GLOBAL

PROBLEMÁTICA ASOCIADA

748 millones de personas siguen recurriendo a fuentes de aguas no mejoradas [OMS, 2014]; y en su mayoría viven en zonas rurales. El uso de paneles solares como fuente de energía consigue generar sistemas de bombeo sencillos y no contaminantes. Otras ventajas son su precio reducido (en comparación con otras fuentes de energía), la no necesidad de combustible (que implica independencia y unos costes de operación mínimos), el mantenimiento sencillo, la modularidad de los equipos y la robustez de los mismos.

FUNCIONAMIENTO Y FUNCIONES

Los paneles solares fotovoltaicos captan la radiación solar, que es enviada al motor eléctrico que acciona la bomba. La mayoría de los sistemas de bombeo FV constan de los siguientes componentes:

PANELES: suelen ser de silicio mono o policristalino, con rendimientos en torno al 13%. La potencia y configuración de los paneles se ajusta a la energía que deben suministrar. Normalmente como período de diseño del generador fotovoltaico se usa el mes peor, que normalmente se corresponde con el de menor radiación. Se debe orientar el generador de forma que la energía captada sea máxima en el período de diseño.

INVERSOR: transforma la tensión continua en tensión alterna. Permite el uso de motores AC (no solo CC. Permite trabajar con baja insolación. Puede hacer trabajar al generador en el punto de máxima potencia. Las bombas comunes han sido desarrolladas pensando en que hay una fuente de potencia constante. La potencia que producen los módulos FV es directamente proporcional a la disponibilidad de la radiación solar. A medida que el sol cambia su posición durante el día cambia la disponibilidad de potencia enviada a la bomba. Se suele usar un variador de velocidad.

MOTOBOMBA. Las bombas más usadas en fotovoltaica son las centrífugas y las volumétricas:

- **Centrífugas:** pueden ser sumergibles o de superficie. Se suelen usar para bombear altos caudales y bajas alturas. Su par de arranque es reducido. Cuanta mayor sea la irradiancia solar, mayor es su velocidad de giro y por tanto tendrán mayor caudal, mejor rendimiento (hasta un óptimo) y más mantenimiento. Pueden usarse varias etapas en serie para obtener más altura (hasta 60 m aprox.). Caudal hasta 500 m³/h.
- **Volumétricas:** medias o elevadas alturas de bombeo. El caudal es proporcional a la velocidad. Una vez en marcha el par resistente de la bomba se reduce hasta un valor que permanece prácticamente constante para todo el rango de velocidades. Cuando los motores que las accionan son de corriente alterna necesitan un variador de frecuencia para poder arrancar a par máximo. Consiguen elevaciones del agua de hasta 450 m.

ENSAYOS Y RESULTADOS

Entre los posibles ensayos que sobre un sistema de bombeo fotovoltaico se pueden hacer, destacan dos:

- **Determinación característica Irradianciasolar-Caudal.** En bombeo directo. Sin uso de baterías. Para la altura manométrica fijada de 30 m.c.a. Gracias a este ensayo podríamos conocer qué caudal tendríamos para unas condiciones de luz determinadas. La Potencia de salida del generador fotovoltaico es proporcional a la irradianciasolar, y por lo tanto el caudal crecerá con la irradiancia.

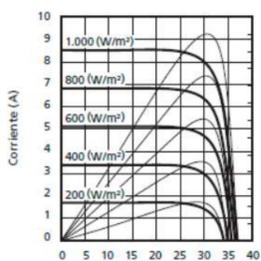


Fig. 1: Curvas de corriente y potencia del generador FV en función de la irradiancia solar.

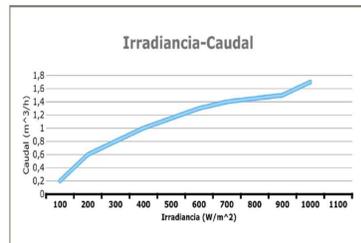


Fig. 2: Curvas de corriente y potencia del generador FV en función de la irradiancia solar.

- **Tiempo de carga de baterías (con la bomba desconectada).** Para diferentes condiciones de luz (meses). Es útil saber el tiempo necesario que se debe esperar desde que se descargan las baterías hasta que se pueden usar otra vez. Dependerá de la temperatura y del tipo de batería usado, normalmente de plomo ácido.

Climatología – Irradiación media diaria	Energía diaria media cargada en batería (Wh/día)	Tiempo de carga estimado
6591 Wh/m ² /día - días de Julio	3847	75h – 3 días aprox.
5484 Wh/m ² /día - días de Abril	3642	77 h – 3 días
4681 Wh/m ² /día - días de Octubre	3454	80,16 h – 3,3 días
3345 Wh/m ² /día - días de Enero	3085	89 h – 3,7 días
2696 Wh/m ² /día - días de Diciembre	2984	92 h – 4 días

Tabla 1: Tiempo de descarga estimado obtenido en el LTA.

TIPOS DE SISTEMAS DE BOMBEO FV

Los sistemas de extracción de agua en zonas aisladas de la red a partir de la energía solar fotovoltaica se clasifican típicamente en:

- Sistemas de pequeña potencia (50-400 Wp) para caudales del orden de 150 m³/da y cuyo motor suele ser de corriente continua.
- Sistemas de mediana potencia (400-1500 Wp), para caudales entre 150 m³/da y 1500 m³/da, cuya bomba es accionada por un motor AC de inducción y un inversor AC/DC de frecuencia variable y con SPMP (Seguimiento del Punto de Máxima Potencia).

Podemos distinguir dos grupos:

- **Bombeo directo:** sistemas sin batería (recomendado). Pueden llevar motores CC o CA. Solo hay impulsión cuando hay suficiente radiación. Llevan depósitos para la acumulación del agua que no se consume en el momento de la extracción (figura).
- **Sistemas con batería.** La batería es un elemento a evitar; solo en casos de existencia de otros usos eléctricos.

En sistemas de regadío se pueden distinguir tres tipos de bombeo solar:

- **Bombeo solar directo a balsa ó tanque.**
- **Bombeo solar con riego directo caudal y presión.**
- **Bombeo a tanque y riego desde tanque con presión constante.**

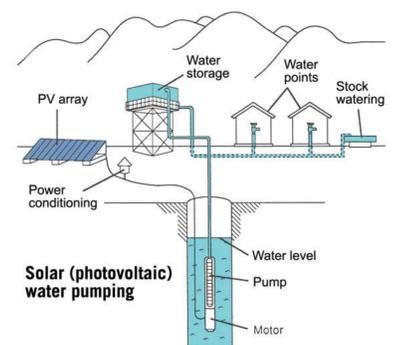


Fig. 3: Esquema de una instalación de bombeo FV.

REQUERIMIENTOS

- Protecciones contra la falta de agua en el pozo y desbordamiento.
- Protección contra la suciedad y los insectos que entran en el pozo y el tanque de almacenamiento.
- Resistencia a 10.000 ciclos de encendido-apagado. Resistencia a condiciones extremas.
- Protecciones contra sobrecargas, sobretensiones y cortocircuito. Puesta a tierra de las masas metálicas. Permanente vigilancia del aislamiento. Aislamiento del inversor de acuerdo con las normas IEC 60439 y IEC 60364.

PROTOTIPO DISPONIBLE EN EL LTA

En el Laboratorio de Tecnologías Apropriadadas de la UC3M se dispone de un prototipo de Bombeo Solar FV alimentado por 450 Wp de paneles. Es posible mover la bomba de 2 modos, ya que tiene un motor de doble funcionamiento, en alterna y en continua:

1. Bombeo directo: alimentándola directamente en CC desde los paneles FV.
2. Carga de baterías: cargando las baterías con los paneles, y moviendo la bomba (motor CA) con un inversor conectado entre las baterías y la bomba.

Básicamente consta de:

1. Generador FV (3 paneles de 150 Wp).
2. Regulador VMS 40A.
3. Sistema de acumulación de energía.
4. Inversor.
5. Bomba sumergible; funciona AC/CC.
6. Depósito (750 l).
7. Tuberías con contador de agua.
8. Conmutación Bomba-Regulador.
9. Manómetro y válvula.



Fig. 4: Generador FV.



Fig. 5: Componentes de la instalación del LTA. Leganés, Marzo de 2015