



ENERGÍA SOLAR PARA BOMBEO DE AGUA
Experiencias Con Ranchos Sustentables En Baja California Sur



Ing. Jaime Rochín Garcés, Ing. Simón Ortiz Gurrola
Fideicomiso de Riesgo Compartido
La Paz, Baja California Sur

Ing. Abraham Ellis Saldaña
Instituto de Desarrollo Tecnológico del Suroeste (SWTDI)
Las Cruces, New Mexico

Introducción

La energía es de vital importancia para el desarrollo rural en cualquier país. Con ella es posible llevar a cabo los trabajos que el hombre por sí solo es incapaz de hacer. Existen diversas fuentes de energía, entre ellas están los combustibles fósiles y las fuentes de energía renovable como el sol y el viento. La energía solar fotovoltaica (FV) y eólica se denominan renovables debido a que trata de un recurso limpio, abundante e inagotable. Las aplicaciones más comunes que utilizan la tecnología de renovables en el sector agropecuario son bombeo de agua, cercos eléctricos, aereación de estanques y sistemas de secado de productos agrícolas. Las renovables tienen mucha utilidad especialmente en el medio rural donde no hay suministro de energía eléctrica convencional y el transporte de combustibles es difícil y costoso.

Desde 1995, el Fideicomiso de Riesgo Compartido ha llevado a cabo un proyecto demostrativo de bombeo de agua mediante energía solar en el estado de Baja California Sur. Desde entonces, 46 sistemas han sido instalados en el estado con mucho éxito. Este trabajo es un resumen breve de la tecnología solar para bombeo de agua y contiene algunas experiencias obtenidas en el transcurso del programa demostrativo.

Bombeo de agua con energía solar fotovoltaica

Actualmente hay miles de sistemas de bombeo con energía fotovoltaica (FV) en operación en ranchos ganaderos y agrícolas alrededor del mundo. Los primeros sistemas se instalaron hace 30 años. Hoy, los sistemas son confiables y económicamente competitivos para el productor rural.

Los sistemas solares de bombeo pueden satisfacer un amplio rango de necesidades que van desde 1,000 litros diarios para abrevar pequeños hatos o para consumo humano, hasta 50,000 litros diarios para abrevar hatos más grandes e irrigación de pequeñas parcelas. Estos sistemas son sencillos, confiables, requieren de poco mantenimiento y no usan combustible. Otra ventaja es que los sistemas son modulares, de manera que pueden optimizarse para las características específicas de cada

proyecto. Sin embargo, su costo inicial es alto comparado con sistemas de bombeo a base de motores de combustión. Por consiguiente, el proyectista o usuario debe considerar cuidadosamente las ventajas y desventajas de la opción solar antes de tomar una decisión.

Un sistema solar de bombeo es similar a los sistemas convencionales excepto por la fuente de potencia. Su operación es muy sencilla, como se muestra en la Figura 1. Los componentes principales que lo constituyen son: un arreglo de módulos FV, un controlador, un motor acoplado a una bomba y un tanque de almacenamiento.

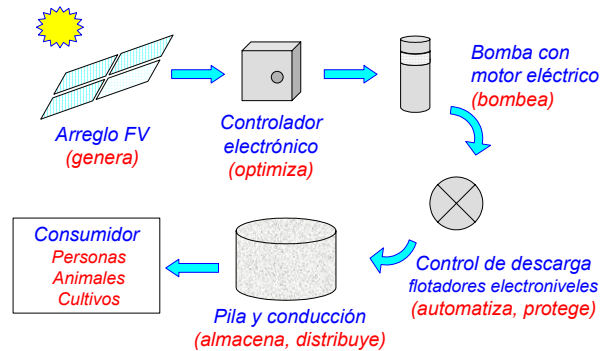


Figura 1. Componentes y operación de un sistema fotovoltaico de bombeo de agua



Figura 2: Sistema fotovoltaico de Bombeo de Agua en el Rancho Agua Blanca, BCS (no se muestra la pila)

Las necesidades de agua para consumo humano y de animales requieren del uso de un tanque de almacenamiento. Se recomienda almacenar el agua para tres días de abasto. Almacenar agua en tanques es mucho más económico que almacenar energía en baterías. Después de algunos años de uso, las baterías necesitan reemplazarse, mientras que la vida útil de un tanque de almacenamiento bien construido es de varias décadas. En general no se recomienda utilizar baterías en los sistemas solares de bombeo.

Equipo de bombeo fotovoltaico disponible

La potencia que producen los módulos FV es directamente proporcional a la intensidad del sol. Es decir, a medida que varía la intensidad solar durante el día, también cambia la disponibilidad de potencia para la bomba. Fabricantes tales como Grundfos, Solarjack, A.Y. McDonald, Dankoff, Shurflo, entre otros, fabrican equipos para bombeo solar diseñados especialmente para trabajar en estas condiciones de potencia variable. Cada fabricante suministra el motor, la bomba y los controles necesarios. Aparte de los controles, las bombas son muy similares a las bombas convencionales. Hay equipos de bombeo solar con bombas centrífugas y volumétricas, sumergibles y no sumergibles. A continuación se mencionan algunas características de cada tipo.

Las bombas centrífugas superficiales tienen la ventaja de fácil acceso para reparaciones y mantenimiento. Sin embargo, están limitadas en términos de capacidad de succión (7 metros máximo). Son de bajo costo, larga durabilidad y toleran cierta cantidad de arena y otros sedimentos. Se recomiendan para aplicaciones que requieran grandes volúmenes de agua (20,000 a 40,000 litros por día) a baja carga dinámica total (1 a 10 metros).

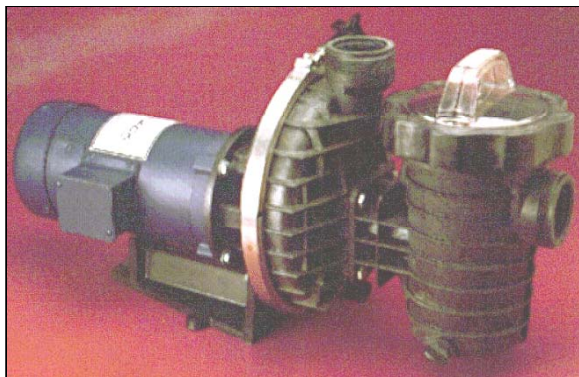


Figura 3. Bomba centrífuga superficial (Solarjack)

Las bombas centrífugas sumergibles son las más comunes en sistemas de bombeo FV. Hay una gran

variedad de modelos. Generalmente tienen varios impulsores y por ello, se les conoce como bombas de paso múltiple. Estas bombas no deben operarse en seco porque sufren daños por sobrecalentamiento. La mayoría son muy confiables y pueden durar más de 10 años en servicio continuo, aunque su costo inicial es mayor que las bombas superficiales. Se recomiendan para bombear cantidades moderadas de agua (5,000 a 20,000 litros por día) a carga dinámica total media (20 a 35 metros).



Figura 4. Bomba centrífuga sumergible (Grundfos)

Las bombas volumétricas o de desplazamiento positivo son adecuadas para el bombeo de bajas cantidades de agua (1,000 a 5,000 litros por día). Son más eficientes que las bombas centrífugas, especialmente mayor carga dinámica total. Algunas de estas bombas usan un cilindro y un pistón para mover el agua (bombas de gimbalette); otras utilizan diafragmas. Este tipo de bombas son menos resistentes a la arena. Los diafragmas y sellos se desgastan y deben ser reemplazados periódicamente. Existen modelos sumergibles y no sumergibles.



Figura 5. Bomba de diafragma no sumergible (Shurflo)

Selección de la bomba

Cada fabricante ofrece varios modelos de bombas y cada una tiene un rango óptimo de operación. El proceso de selección de la bomba se complica debido a la gran variedad de marcas disponibles. La Figura 6 indica a grandes rasgos el tipo de bomba que se recomienda según la carga dinámica total del sistema de bombeo y el volumen de agua que se requiere. En cada caso particular, es necesario consultar las recomendaciones de los fabricantes.

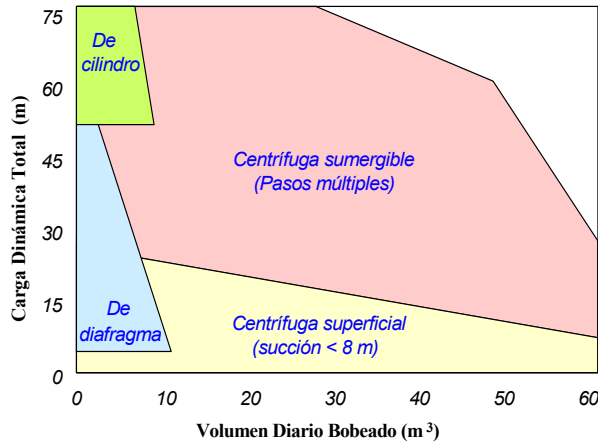


Figura 6: Tipo de bomba recomendada según la carga dinámica total y el volumen diario requerido

Factibilidad y costo de los sistemas

Los sistemas fotovoltaicos son competitivos con respecto a los sistemas convencionales cuando:

- se requieren cantidades pequeñas de energía
- el lugar es remoto o de difícil acceso
- se prefiere alta confiabilidad y bajo mantenimiento
- se dispone de recurso solar suficiente
- se prefiere bajo impacto ambiental

Debido a su bajo costo de operación y mantenimiento, los sistemas fotovoltaicos de bombeo pueden ser económicamente más costeados a largo plazo que los sistemas de combustión interna, a pesar de su alto costo inicial. Sin embargo, no todos los proyectos son factibles o recomendables desde el punto de vista económico. Como mínimo, el usuario o proyectista debe considerar la distancia a la red convencional, el ciclo hidráulico requerido y la disponibilidad del recurso solar en el lugar (Figura 7). En los estados del norte de México, incluyendo BCS, el recurso solar es excelente. Como referencia, en el verano, se obtienen 6 a 8 kW-h/m² en promedio.

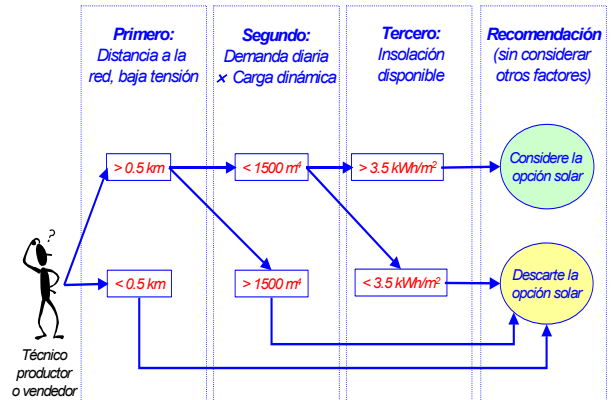


Figura 7. Factibilidad del bombeo solar

El costo de un sistema de bombeo solar depende de muchos factores. El factor más importante es la cantidad de energía hidráulica o ciclo hidráulico que se requiere, que es la carga dinámica total multiplicada por el volumen diario bombeado. La figura 8 muestra los rangos reales de costos para sistemas solares de bombeo instalados recientemente en México. El costo de un sistema particular varía de acuerdo a la calidad del equipo, el lugar de la instalación, el recurso solar del sitio y el costo de los servicios de post-venta.

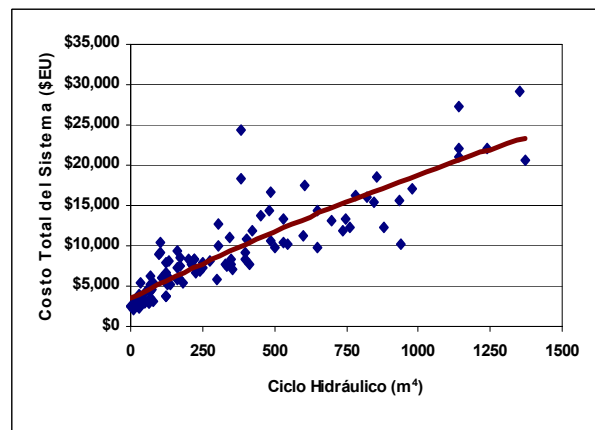


Figura 8. Costo promedio de sistemas fotovoltaicos de bombeo en función del ciclo hidráulico diario

Rancho Sustentable San Isidro del Bosque, BCS

El proyecto Rancho San Isidro del Bosque se instaló en Febrero del presente año. El rancho cuenta con 100 cabezas de ganado que utilizan aproximadamente 200 hectáreas de agostadero del rancho y parte del agostadero libre del Ejido San Pedro. Para aprovechar al máximo la inversión, se implementó una parcela de ¼ de hectárea con riego por goteo para producción de forraje, dos silos para almacenaje y un bordo de captación de agua. Las figuras 9 a 12 muestran las

acciones que se han realizado en el proyecto. El equipo se diseñó para suministrar 12,000 litros de agua por día a una carga dinámica total de 23 metros. Esto requirió un arreglo fotovoltaico de 600 watts y una bomba de 1 h.p.



Figura 9: Sistema solar de bombeo con la parcela de riego al fondo



Figura 10: Silos para almacenaje con capacidad para 40 toneladas de forraje cada uno

El costo total de la inversión es de \$189,000 pesos. La porción del sistema solar de bombeo es \$79,400 pesos, de los cuales el programa Alianza para el Campo contribuye el 50%, Sandia National Laboratories contribuye 25% y el productor contribuye el 25%.

Como parte de este proyecto, el productor rehabilitará toda la infraestructura productiva como cercos, corrales y pila de almacenamiento. En resumen, este proyecto tiene los siguientes objetivos:

- Incrementar la productividad del hato
- Hacer un uso racional de los recursos del rancho
- Mejorar la calidad de los animales y reducir el número de cabezas de ganado



Figura 11: Parcela de cultivos (sorgo forrajero) después de 4 semanas desarrollo

Al lograrse estas metas, el rancho se convierte en una actividad económicamente rentable y sustentable desde el punto de vista ecológico. Este es el concepto de rancho sustentable que el FIRCO ha estado promoviendo en los últimos años como alternativa viable dada las condiciones del Estado. Hay aproximadamente 20 sistemas en el BCS que han estado trabajando con este concepto y han tenido el éxito esperado.

Conclusiones

La opción solar para bombeo de agua es factible para muchos productores del campo. Los equipos disponibles en el mercado son confiables, duraderos y fáciles de operar. El costo inicial es relativamente alto comparado con otras opciones tradicionales, pero pueden ser más económicos a largo plazo debido a su bajo costo de operación y mantenimiento.

El beneficio esta tecnología de bombeo tiene mayor impacto cuando va acompañado de un mejoramiento integral de la explotación agrícola. En BCS, hay experiencias exitosas en la implementación de ranchos sustentables de este tipo.

Referencia

Guía para el Desarrollo de Proyectos de Bombeo de Agua con Energía Fotovoltaica, Volúmenes 1 y 2, Programa de Energía Renovable en México, FIRCO/UNAM/SWTDI/Sandia National Laboratories, 2000.