

## BOMBEO SOLAR PARA RIEGO: FACTIBILIDAD ECONÓMICA PARA UN EMPRENDIMIENTO ARROCERO DE ENTRE RÍOS

Marcelo F. Moyano\* <sup>(1)</sup>; Diego M. Ferreyra <sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Energía de Entre Ríos, Sociedad Anónima (ENERSA). Buenos Aires 87. Paraná, Entre Ríos

<sup>(2)</sup> Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Francisco (UTN-FRSFCO).

Av. de la Universidad 501. San Francisco, Córdoba

\*E-mail del autor de contacto: mmoyano@enersa.com.ar

### INTRODUCCIÓN

La producción de arroz cáscara en el país, del orden de 1 500 000 tn anuales, se concentra en el litoral argentino, donde Entre Ríos genera un 36 % de ese volumen. Cerca de la mitad de la producción nacional se exporta, lo que implica una participación del 0,4 % en las exportaciones totales de Argentina y un puesto 15 en el ranking de exportación mundial (Ministerio de Hacienda, 2017).

Lo particular de este cultivo es que requiere agua de riego, que en nuestro país se suele aplicar por inundación, sistema que favorece un uso eficiente de los insumos. Ya sea con aguas superficiales, profundas o de represa, el riego es el rubro de mayor impacto en el costo de producción, con una incidencia del 30 % al 45 %. Adicionalmente, el bombeo de agua de pozo con motor eléctrico solía ser mucho más económico que con motor diésel pero, en unos 10 años, el bombeo con energía eléctrica ha perdido gran parte de esa ventaja (AACREA, 2018) (INTA, 2016).

Dada esta situación y el actual impulso de las energías renovables en el país, en este trabajo se evalúa la factibilidad económica de implementar generación solar fotovoltaica para accionar la bomba de riego de un emprendimiento arrocero de unas 80-90 ha en Entre Ríos, a una latitud aproximada de 31° 34'.

### MÉTODOS

Se evaluó la normativa y el cuadro tarifario aplicables a este emprendimiento arrocero como usuario de la distribuidora de energía ENERSA. Por la marcada estacionalidad del consumo para riego (cuatro meses al año) y la imposibilidad de adherir a la modalidad de pequeño generador en este caso (demanda mayor a 50 kW), se orientó el análisis a un sistema que permita conmutar la alimentación de la bomba entre la generación solar y la red disponible (Provincia de Entre Ríos, 2016) (EPRE, 2019).

Con los registros de consumo eléctrico, los datos de la bomba instalada (Fig. 1 y Tabla 1), y los antecedentes y referencias regionales de cálculo fotovoltaico, se seleccionaron los paneles fotovoltaicos necesarios y un convertidor electrónico apto para bombeo solar (Ferreyra et ál, 2017), (Ferreyra et ál, 2018) (WEG SA, 2019).



Fig. 1. Equipo de bombeo instalado actualmente.

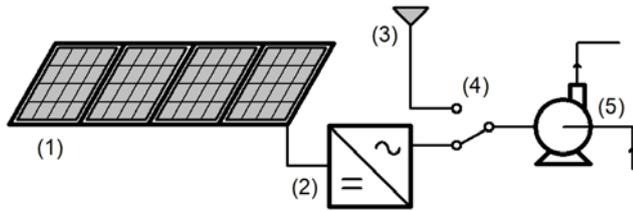
Tabla 1. Datos nominales del equipo de bombeo

Potencia nominal motor [kW]	90
Velocidad nominal motor [min-1]	1485
Transmisión	A correa
Características de la bomba	Centrífuga multietapa
Profundidad del pozo [m]	25-30
Capacidad de bombeo [L/h]	400 000-500 000

Con estas referencias, se realizó el cómputo y presupuesto completo de obra para un sistema solar que permita energizar el equipo de bombeo alternadamente con la red. Con el cálculo de la inversión total necesaria y el ahorro de energía previsto, se determinaron el valor actualizado neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR).

### RESULTADOS

Se adopta la configuración de la Fig 2, que permite conmutar la alimentación entre el convertidor y la red.



(1) Paneles fotovoltaicos. (2) Convertidor de frecuencia. (3) Red eléctrica. (4) Conmutador (incorporado en el convertidor). (5) Equipo de bombeo.

**Fig. 2.** Configuración de bombeo solar adoptada.

Con los cálculos realizados, se determinaron las características detalladas en la Tabla 2. Para el proyecto de inversión, se obtuvieron los resultados de la Tabla 3, para una vida útil de 25 años del sistema y una tasa de interés anual del 12 %. Por el actual nivel inflacionario del país, se registraron los valores en moneda estadounidense (USD).

**Tabla 2.** Características de paneles y convertidor

Paneles	
Potencia nominal unitaria [W]	340
Cantidad total de paneles [und.]	450
Potencia nominal total [kW]	153
Convertidor	
Modelo	CFW700E0180T4
Potencia nominal de motor [kW]	90
Corriente nominal de salida [A]	180

**Tabla 3.** Resumen del proyecto de inversión

Ítem	Resultado
Monto aprox. de la inversión [USD]	150 000
Ahorro anual aprox. [USD]	1800
VAN [USD]	-135 000
TIR [%]	-7,53

Los cálculos detallados se encuentran en el Trabajo Final Integrador de la Especialización en Energía Eléctrica elevado en 2020 por Marcelo Moyano a la UTN Fac. Reg. Santa Fe: “Abastecimiento eléctrico para riego arrocero mediante utilización de paneles solares fotovoltaicos”.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La implementación del proyecto técnico es factible con elementos comerciales, pero los resultados negativos del VAN y la TIR demuestran que el proyecto de inversión no es rentable. Esto es esperable por lo estacional de la actividad y la restricción de acceso al régimen de pequeño generador. La seria dificultad financiera mostrada indica la necesidad de evaluar alternativas para reducir la incidencia del costo de la energía sobre esta actividad.

Un paliativo sería que ENERSA admita al régimen de pequeño generador a estos emprendimientos, cuya demanda es mayor a 50 kW. Otra posibilidad sería implementar medidas de apoyo adicionales financieras o impositivas que favorezcan estos proyectos de inversión

específicos. Para este fin, el valor de la TIR obtenida puede ser un insumo de utilidad.

Como trabajo a futuro, podrían analizarse también otras alternativas técnicas de racionalización:

- verificación de desempeño del motor y del sistema mecánico de bombeo en su rango de funcionamiento
- bombeo fraccionado en varias unidades menores, para que cada conexión de menos de 50 kW funcione en la modalidad de pequeño generador (análisis de factibilidad según las potencias habituales de estos equipos de bombeo)
- posibilidad de acumular o aprovechar en otras aplicaciones la energía excedente o el agua bombeada (análisis de factibilidad según las distancias y otras demandas de energía)

## AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer al Ing. Guillermo Muller, a la empresa WEG Equipamientos Eléctricos SA, y a su firma representante en Paraná, Noro Raffaelli SA, por la amplia información técnica y comercial facilitada.

## REFERENCIAS

- AACREA (2018), *Informe macroeconómico nro. 249*. Buenos Aires: AACREA
- Ente Provincial Regulador de la Energía (EPRE) de Entre Ríos (2019), *Resolución nro. 262/2019*. Paraná: EPRE
- Ferreira, D. M., Bertossi, M. L.; Rocchia, N. J.; Szwarc, G. D., “Energía solar fotovoltaica con conexión a red en la zona central de Argentina”, *CLADI 2017. Congreso Latinoamericano de Ingeniería*, Paraná, Argentina, 994-997 (2017)
- Ferreira, D. M.; Sarmiento, A. C.; Szwarc, G. D.; Rocchia, N. J., “Experiencia en la implementación, operación y divulgación de una instalación solar fotovoltaica piloto en Argentina”, *Tecnología y Ciencia*, **16**, nro. 31, 163-172 (2018)
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) Centro Regional Corrientes (2016). *Guía de Buenas Prácticas Agrícolas para el cultivo de Arroz en Corrientes*. Corrientes: INTA
- Ministerio de Hacienda. Subsecretaría de Programación Microeconómica (2017). *Informes de cadena de valor. Año 2. Nro. 33. Noviembre 2017. Arroz*. Buenos Aires: Presidencia de la Nación
- Provincia de Entre Ríos (2016). *Decreto 4315/16 MPIyS. Anexo: Reglamento de las condiciones para que las pequeñas generaciones puedan incorporarse a la red eléctrica de distribución en baja tensión e inyectar sus excedentes*. Paraná: Gobierno de Entre Ríos
- WEG SA (2019). *Solar Pump Drive CFW700. Manual de aplicación*. San Francisco: WEG SA