

ESTUDIO COMPARATIVO DE UN SISTEMA DE EXTRACCION DE AGUA PARA UNA POBLACION DISPERSA EN LA REGION DE VILLA MERCEDES (SAN LUIS)

Ricardo MONASTEROLO*, Sergio RIBOTTA*, Víctor RODRIGO*, Amilcar FASULO#

*Universidad Nacional de San Luis – Facultad de Ingeniería y Ciencias Económico Sociales
Avenida 25 de Mayo 385 - (5730) V. Mercedes (San Luis) – Tel.: (02657) 430954/430980 Fax (02657) 430790
e-mail monaster@fices.unsl.edu.ar sribotta@fices.unsl.edu.ar rodrigo@fices.unsl.edu.ar

#Universidad Nacional de San Luis – Chacabuco y Pedernera – (5700) San Luis
Tel./Fax: (02652) 430224 e-mail: solar@unsl.edu.ar

RESUMEN

El presente trabajo está basado sobre dos notas técnicas presentadas anteriormente, una de las cuales fue la determinación de los recursos solares para una determinada región del país (V. Mercedes - San Luis)[1], y la segunda, la utilización un novedoso sistema de extracción de agua subterránea mediante la aplicación de una bomba neumática [2].

La finalidad de este trabajo es poder evaluar en conjunto esta alternativa para el suministro de agua potable específicamente aplicada a una zona aislada, basada principalmente en la utilización de energías renovables, como por ejemplo la energía solar.

Además se efectúa una comparación técnica-económica con otros tipos de energías y sistemas tradicionales, de manera de ofrecer a potenciales usuarios, una herramienta que les ayude a tomar decisiones sobre la conveniencia o no de un sistema adoptado para el abastecimiento de agua.

INTRODUCCIÓN

Las compañías que deben suministrar energía eléctrica a nuevos consumidores, específicamente a aquellos ubicados en zonas rurales, enfrentan una situación bastante problemática debido básicamente a una limitada capacidad de distribución de la red eléctrica existente. Esta problemática se acentúa mucho más en las zonas rurales o en aquellas zonas comprendidas dentro del programa de abastecimiento eléctrico de la población rural dispersa [3], en las cuales la demanda o la densidad poblacional es muy reducida.

Es por ello que se trata de hallar una alternativa para el suministro de energía eléctrica que sea posible desde el punto de vista económico y técnico, surgiendo entre una de ellas, la provisión de energía a través de la energía solar.

El primer paso fue conocer los recursos solares disponibles, se determinó para ello la radiación solar global y difusa en valores horarios sobre una superficie inclinada, luego en función de las necesidades de consumo previstas y de los recursos energéticos se determinó el sistema fotovoltaico necesario, estimando sus costos y posteriormente se realizó la comparación con distintas variantes o alternativas indicando las ventajas y desventajas técnico-económicas para cada caso.

METODOLOGÍA

Los valores de radiación solar para la región fueron extraídos de nota técnica publicada en ASADES 1998 Vol. 2 Nro. 2 Pág. 11.41 [1]. Ellos se obtuvieron para una superficie inclinada a partir de una base de datos que cubre dos décadas de valores medios mensuales de radiación solar horizontal y radiación solar difusa para V. Mercedes empleando para ello datos de radiación registrados en la zona durante dos años por la red Solarimétrica Nacional y datos de heliofanía relativa durante veinte años provistos por el Servicio Meteorológico Nacional. A partir de ello, se generó la radiación horizontal horaria y la radiación horizontal difusa horaria ambas expresadas en valores medios mensuales. Luego se obtuvo la radiación directa horizontal a partir de las dos anteriormente deducidas y calculando el ángulo zenital horario determinamos la radiación solar directa normal. Con estos datos se estimó la radiación que recibiría un colector plano, a lo largo del año, inclinado a 45°.

Los datos correspondientes a la radiación global sobre un plano inclinado a 45 grados expresados en KW-h/m², son los que se muestran en la Tabla Nro. 1

Radiación Global sobre una superficie inclinada a 45° en V. Mercedes (S. Luis)											
[KW-h/m ²]											
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
6.14	6.12	5.61	5.2	4.32	4.05	4.34	4.87	5.46	5.71	5.88	5.95

TABLA Nro. 1

En donde el valor de la radiación promedio mensual para la región es de 5,3 KW-h/m² por día, tomando como valores promedios para el periodo de invierno de 4,7 KW-h/m² y para el periodo de verano de 5,7 KW-h/m².

DEMANDA ENERGETICA

Sobre la base de los datos propios de diseño de la bomba, los consumos aproximados de la misma en función de la profundidad y del caudal son los indicados en la Tabla Nro. 2 (estos valores están actualizados sobre la base de datos publicados en ASADES 1998 Vol. 2 Nro. 2 Pág. 06.37 [2])

Profundidad H [m]	Presión de Trabajo P [atm]	Caudal C [litro/hora]	Energía por ciclo E _c [W-h]	Energía por Litro E _l [W-h/l]
1	0,8	630	0,09	0,24
1	1,2	684	0,09	0,28
1	1,5	720	0,10	0,30
1	2,0	804	0,12	0,32
6,4	1,2	684	0,14	0,40
6,4	2,0	760	0,17	0,46
6,4	3,0	804	0,20	0,52
6,4	4,0	977	0,18	0,53
13	2,0	567	0,22	0,58
13	3,0	652	0,27	0,71
13	4,0	720	0,31	0,81
20	4,0	594	0,28	0,75
30	6,0	559	0,37	0,98

TABLA Nro. 2

En base a los datos proporcionados por un ganadero tipo, perteneciente a un establecimiento pequeño, en donde el recurso energético será dirigido a la extracción y provisión de agua la cual será destinada a la crianza de aproximadamente 100 bovinos más el riego de una quinta correspondiente al casero.

Consumo aproximado promedio = 3000 litros/día

Profundidad de extracción = 13 mts

Con los datos de consumo y profundidad entramos en la Tabla Nro. 2 y extraemos los siguientes datos provistos por la tabla de especificaciones correspondiente a la bomba neumática:

Presión de trabajo = 2 kg/m²

Caudal = 567 litros/hora

Tiempo total por ciclo: 2,5 seg

Energía por litro = 0,58 Watt-hora/litro

El tiempo de funcionamiento del sistema de extracción de agua lo hallamos teniendo en cuenta la necesidad del productor y el caudal entregado por la bomba, por lo tanto

Tiempo de funcionamiento por día = (3000 litros/día)/(567 litros/hora) = 5,3 horas/día

Potencia necesaria por día = (0,58 Watt-hora/litro) x (3000 litros/día) = 1740 Watt-hora/día

Potencia necesaria por hora (por día) = 1740 (Watt-hora/día)/(5,3 horas/día) = 328 Watt

DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

1. Parámetro de diseño:

Uso: alimentación de sistema de extracción de agua

Ubicación geográfica: Villa Mercedes (San Luis)

Consumo: 328 Wp en 220 Vca
 Autonomía: 4 días al 70 %
 Tensión de trabajo: 12 Vcc del generador solar
 Factor de seguridad: 15%

2. Descripción del suministro

Un generador eléctrico de 400 Wp solar formado por:

5 módulos fotovoltaicos de 80 Wp

1 regulador de carga de batería

1 estructura soporte, tipo columna construida en caño de 4"

1 inversor 12 Vcc a 220 Vca 50 Hz (1500 VA)

El banco de baterías se determinó para acumuladores tipo estacionario de plomo-ácido de 12 V 220 A-h, para una autonomía de 4 días.

La transferencia de la energía desde el campo de módulos fotovoltaicos a las baterías es totalmente automática, y se realiza con controladores de carga de uso comercial de características acordes al caso establecido.

EVALUACION Y COMPARACION DE ALTERNATIVAS

En la Tabla Nro. 3 se muestra un estudio comparativo de diferentes sistemas o alternativas para la obtención de agua potable aplicables (no significa ello que sean los únicos) en una zona aislada.

Dato básico para el cálculo: 3000 litros/día

Profundidad de extracción: 13 metros

Fuente Provedora de energía	Costo básico de Instalación	Costo de manutención y de funcionamiento	Ventajas	Desventajas
Energía Solar (paneles fotovoltaicos + bomba neumática) <u>Incluye:</u> - Perforación (M.O.+ Mat.) - Bomba neumática - Compresor - Instalación eléctrica (PLC, paneles solares, regulador, baterías, inversor) - Instalación mecánica	\$13000,00	\$/mes 3,00	- Mínimo mantenimiento - No consume combustible - Posee pocas piezas en movimiento - No contamina el ambiente - Instalación modular permitiendo aumentar en forma gradual a la potencia instalada - No sufre ningún tipo de desgaste (a excepción del compresor de aire) - Presenta una excelente resistencia a las condiciones climáticas - Posibilidad de destinar la generación de energía eléctrica para otro beneficio - Vida útil generador fotovoltaico: 15/20 años - Vida útil bomba neumática: 10 años	- Alto costo - Dependiente de las condiciones climáticas (se compensa con una cierta autonomía brindada por el banco de baterías) - Período de amortización elevado - Vida útil baterías: 5 años - Vida útil compresor: 3 años
Energía eólica (molino a viento) <u>Incluye:</u> - Perforación (M.O.+ Mat.) - Molino - Instalación - Tanque de almacenamiento	\$ 7500,00	\$/mes 2,00	- No consume combustible - Es relativamente silencioso - No contamina el ambiente - Bajo costo - Vida útil torre: 30 años	- Dependiente de las condiciones climáticas (se compensa con una cierta autonomía brindada con un tanque de almacenamiento) - Regular mantenimiento - Poseen piezas en movimiento - Posee desgaste - Vida útil bomba: 5 años - Mantenimiento personal especializado

Energía química (Grupo electrógeno + electrobomba) <u>Incluye:</u> - Perforación (M.O.+ Mat.) - Generador - Bomba neumática - Instalación eléctrica - Instalación mecánica	\$ 4271,30	\$/mes 100,00	- Disponibilidad de energía a cualquier hora del día y bajo cualquier condición climática - Bajo costo - Posibilidad de destinar la generación de energía eléctrica para otro beneficio	- Contaminante - Mantenimiento medio - Produce ruido - Consume combustible - Posee piezas en movimiento - Posee desgaste - Involucra la compra y almacenamiento de combustible - Vida útil grupo: 3 años - Vida útil electrobomba: 5 años
Energía química (Grupo electrógeno + bomba neumática) <u>Incluye:</u> - Perforación (M.O.+ Mat.) - Generador - Bomba neumática - Instalación eléctrica - Instalación mecánica	\$ 4755,30	\$/mes 300,00	- Disponibilidad de energía a cualquier hora del día y bajo cualquier condición climática - Bajo costo - Posibilidad de destinar la generación de energía eléctrica para otro beneficio - Vida útil bomba neumática: 10 años	- Contaminante - Mantenimiento medio - Produce ruido - Consume combustible - Posee piezas en movimiento - Posee desgaste - Involucra la compra y almacenamiento de combustible - Vida útil grupo: 3 años
Energía eléctrica (línea comercial) <u>Incluye:</u> - Perforación (M.O.+ Mat.) - Compresor/Bomba neumática ó electrobomba - Instalación eléctrica - Instalación mecánica	Hasta 500 metros de la línea de distribución vale \$18,00 el metro lineal con una SETA monofásica 3KVA	\$/mes 30,00	- Disponibilidad de energía a cualquier hora del día y bajo cualquier condición climática. - No posee piezas en movimiento - Posibilidad de destinar la generación de energía eléctrica para otro beneficio - Vida línea eléctrica: 25 años	- Alto costo para grandes distancias de la línea de distribución - Mantenimiento medio - Mantenimiento con personal especializado

TABLA Nro. 3

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos, mostrados en Tabla Nro. 3, se observa que bajo los actuales sistemas de provisión de energía, los sistemas fotovoltaicos no son económicamente viables. La adopción de esta tecnología se verá favorecida indudablemente mediante una mayor implementación de incentivos económicos o programas provenientes ya sea de los gobiernos provinciales como de la nación y acompañado además de una reducción en los costos de producción de los elementos constituyentes de los sistemas fotovoltaicos debido a un crecimiento tecnológico y a una mayor demanda.

Por el momento, el énfasis no debe ponerse solamente en los aspectos puramente económicos de cada sistema en sí, sino en los beneficios adicionales, tales como la contribución al mejoramiento de la capacidad de distribución y transmisión de la red eléctrica actual, la reducción del impacto ambiental debido a la generación eléctrica mediante fuentes no contaminantes y cuidadosas con el medio ambiente. Esto es también hablar de energía gratuita, inagotable, superabundante y de libre disponibilidad, de tecnología relativamente simple, de bajo costo de instalación y libre de mantenimiento.

BIBLIOGRAFIA

- [1] R. Monasterolo, S. Ribotta, A. Fasulo - Determinación de la distribución horaria de la radiación aplicada a colectores planos ubicados en la ciudad de Villa Mercedes (San Luis) – ASADES 1998 Vol. 2 Nro. 2 Pág. 11.41
- [2] Jorge Di Gennaro, Víctor Rodrigo, Adrián Bachiller, Rafael Rodrigo - Bomba de aire comprimido para la extracción de aguas subterráneas en la zona de Villa Mercedes (San Luis) – ASADES 1998 Vol. 2 Nro. 2 Pág. 06.37
- [3] Ministerio de Economía – Secretaría de energía <http://www.mecon.ar/energia>
 - M. Iqbal, An introduction to Solar radiation – Academic Press
 - J. Duffie, W. Beckman - Solar Engineering of thermal processes – John Willey & Sons, Inc