

EXTRACCION DE AGUAS A PROFUNDIDAD MEDIANTE ENERGIAS ALTERNATIVAS (SOLAR Y EOLICA)

RODRIGO, Víctor - **DIGENNARO**, Jorge - **RIBOTTA**, Sergio - **MONASTEROLO**, Ricardo
Universidad Nacional de San Luis - Facultad de Ingeniería y Ciencias Económico Sociales
Tel.: +54 - 2657 430954/430980 – Fax: +54 - 2657 433790 e-mail: rodrigo@fices.unsl.edu.ar
Avenida 25 de Mayo 384 (5730) V. Mercedes - San Luis – ARGENTINA

RESUMEN

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 o aislada, 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 de ellas, la provisión de energía a través del recurso solar.

En la región de influencia de Villa Mercedes, dedicada a los cultivos extensivos y a la ganadería se requiere extraer aguas subterráneas, para el consumo del ganado y de los propios habitantes rurales. Esta se encuentra a una profundidad promedio de unos 60-80 metros. Los actuales procedimientos empleados, bombas para la extracción sumergidas en la perforación, cilindros con pistones y juntas de cuero, varillas extremadamente largas para mover dichos pistones etc., tienen por estas características, importantes desventajas que se suscitan a la hora de efectuar su reparación o mantenimiento. El costo es en consecuencia elevado y esto trae como resultado numerosos casos de abandono de la instalación y con ello de la actividad. Por esta causa se pensó en desarrollar un dispositivo que no tuviera partes móviles para que los costos de mantenimiento y reparación se redujeran notablemente, además de permitir que el mismo obrero rural sea el que lleve a cabo las tareas.

El sistema de extracción de agua mediante una bomba de aire comprimido reúne estas condiciones y el aire comprimido provisto por un compresor es accionado mediante paneles fotovoltaicos reduciendo así los gastos en combustible y acarreo de este. Además, es de hacer notar, la simpleza en la construcción del dispositivo.

En resumen, la finalidad de este trabajo es presentar en conjunto una 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 y la utilización de un novedoso sistema de extracción de agua subterránea mediante la aplicación de una bomba neumática.

Este trabajo de investigación es un proyecto joven iniciado a mediados de 1997. El mismo tiene como fuente de financiación únicamente los recursos provistos por la Secretaría de

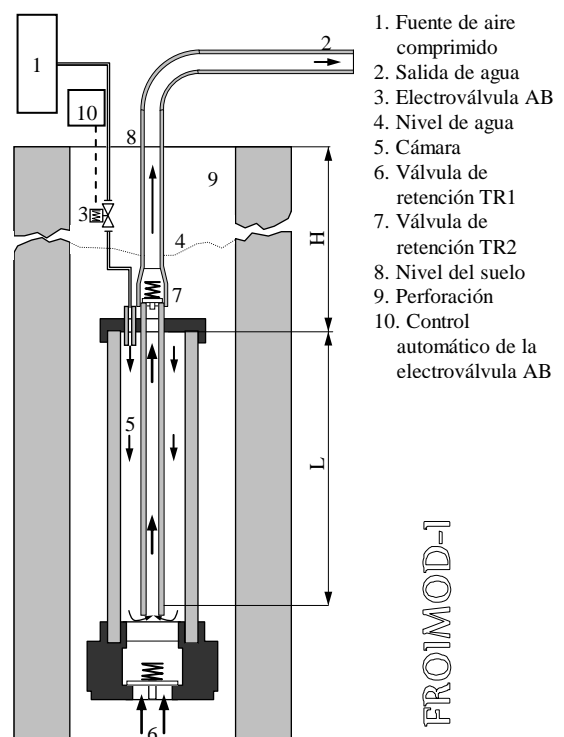


Figura 1

Croquis esquemático de la bomba neumática simple indicando las partes principales y los componentes de la misma.

Ciencia y Técnica (F.I.C.E.S. - U.N.S.L.). A la fecha se han presentado diez trabajos en congresos nacionales e internacionales (con referato) y cuatro patentes de invención. De manera paralela y conjunta nuestro proyecto de investigación realiza el estudio sobre:

1. **El sistema de bombeo neumático**, el cual a sido desarrollado íntegramente en esta Universidad, desde la etapa de investigación, diseño, prueba, y ejecución completa del sistema. Se llevan a cabo continuos desarrollos y modificaciones que permiten ir mejorando notablemente la eficiencia y

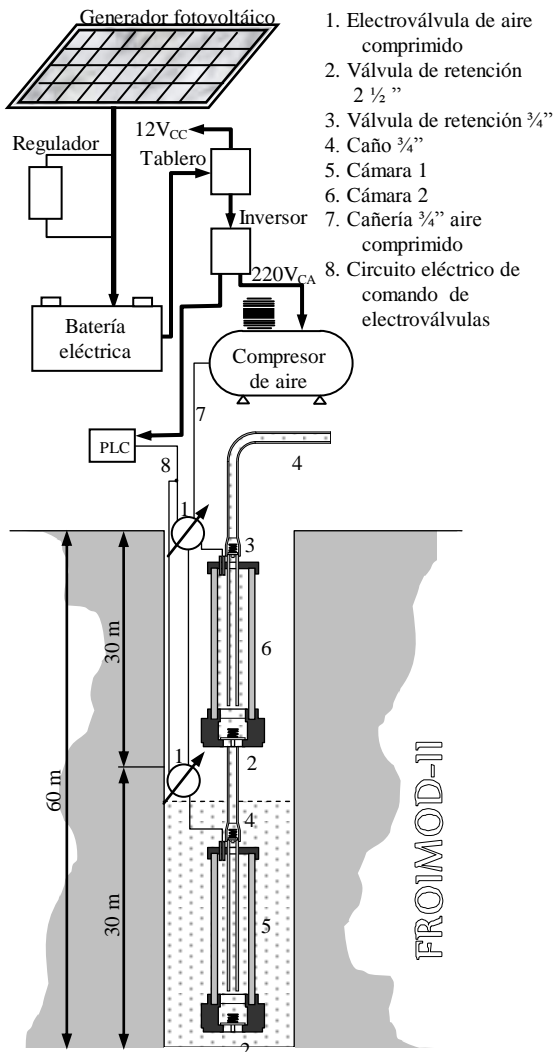


Figura 2

Corte esquemático del sistema de bombeo de agua mediante aire comprimido de dos etapas (bombas en serie) integrado con la parte de generación eléctrica a través de energía solar.

el alcance de este sistema de extracción de agua a profundidad. Partimos de un prototipo simple cuyos tiempos de carga y descarga eran comandados a través de contactos sumergidos, le siguió el FROMOD-I (figura 1) sin contactos con

tiempos de carga y descarga a través de un PLC, luego el FROMOD-II (figura 2) para perforaciones las cuales superan los 30 metros y después el FROMOD-III (figura 3) para mayores caudales y lograr una continuidad en el abastecimiento del agua.

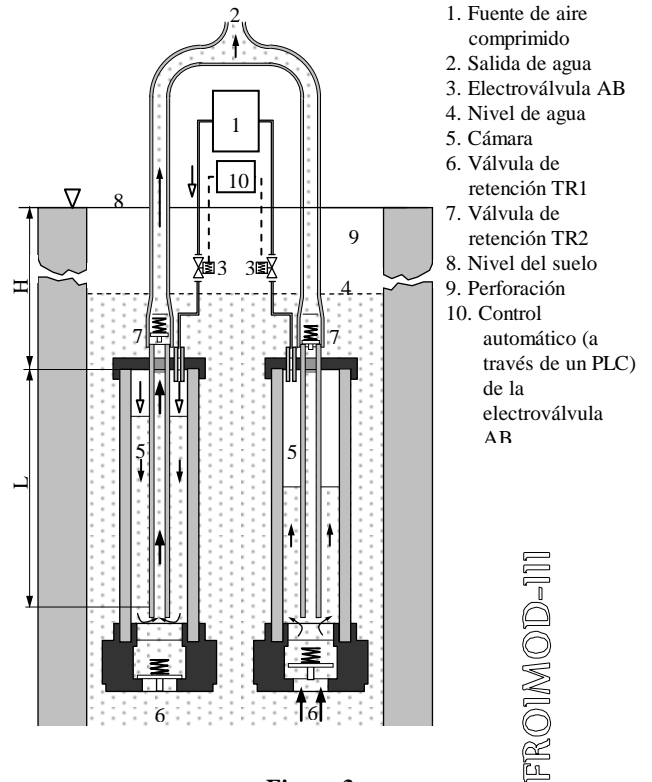


Figura 3

Croquis esquemático de la bomba neumática (dos en paralelo) indicando las partes principales y los componentes de la misma. La finalidad de esta disposición es evitar que el flujo de agua sea intermitente, transformándolo prácticamente en continuo,

2. **El recurso solar disponible en la zona**, se determinaron las correlaciones matemáticas a través de datos estadísticos que nos permiten conocer la irradiación solar global y difusa en valores horarios y medios mensuales sobre una superficie. Estos valores actualmente se están comparando con los valores obtenidos por medición directa, satelitalmente y diversas gráficas de irradiación existentes.
3. **El sistema fotovoltaico necesario** (figura 2), se determinó en función de las necesidades de consumo previstas (punto 1) y de los recursos energéticos (punto 2), estimando sus costos y

posteriormente se realizó la comparación con distintas variantes o alternativas indicando las ventajas y desventajas técnico-económicas para cada caso.

EXTRACCION DE AGUAS A PROFUNDIDAD MEDIANTE ENERGIAS ALTERNATIVAS (SOLAR Y EOLICA)

- RODRIGO V., MONASTEROLO R., RIBOTTA S., FASULO A. (1997) - **“Determinación de la distribución horaria de la radiación para la ciudad de V. Mercedes”** - Asociación Física Argentina (AFA) - 82^a Reunión Nacional de Física – Vol. 1 Pág. 256 - SAN LUIS
Sobre una base de datos que cubre una década de valores medios mensuales de radiación solar horizontal construida a partir de datos registrados en la zona durante dos años y datos de heliofanía relativa; generamos los valores medios mensuales de la radiación horaria horizontal y difusa. Luego, obtuvimos 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 estimamos la radiación que recibirían distintos tipos de concentradores solares con y sin seguidor solar.
- DIGENNARO J., RODRIGO V., ROSSI A. (1997) - **“Bomba de aire comprimido para la extracción de aguas subterráneas en la zona de V. Mercedes (S.L.)”** - XIX Reunión de Trabajo Asociación Argentina de Energías Renovables y Ambiente (ASADES) - V Encuentro Asociación Internacional para la Educación en Energía Solar – Vol. 1 Núm. 2 Pág. 189 - RIO IV
En este trabajo se formula una propuesta para extraer aguas subterráneas mediante un dispositivo que opera con aire comprimido. Se describen las características y etapas de operación del dispositivo, energía requerida, potencia y caudales posibles de obtener. Se evalúa su costo y las ventajas sobre otros dispositivos existentes.
- RODRIGO V., MONASTEROLO R., RIBOTTA S., FASULO A. (1997) - **“Determinación de la radiación global y difusa par V. Mercedes”** - XIX Reunión de Trabajo Asociación Argentina de Energías Renovables y Ambiente (ASADES) - V Encuentro Asociación Internacional para la Educación en Energía Solar – Vol. 1 Núm. 1 Pág. 217 - RIO IV CORDOBA
A partir de los datos de radiación solar tomados en un plano horizontal y de heliofanía, se genera una base de datos de radiación solar difusa. Luego, esta base es ampliada a 10 años con los datos de heliofanía relativa generados por el S.M.N.. Para ello, empleando la base mencionada al principio, se deducen los coeficientes de la correlación de Angstrom-Page que permiten convertir heliofanía en radiación.
- MONASTEROLO R., RIBOTTA S., FASULO A. (1998) - **“Determinación de la distribución horaria de la radiación para la ciudad de V. Mercedes”**- XX Reunión de Trabajo Asociación Argentina de Energías Renovables y Ambiente (ASADES) VI Encuentro Asociación Internacional para la Educación en Energía Solar - Vol. 2 Núm. 2 Pág. 11.41 - SALTA
En referencia a la base de datos obtenidas por datos registrados y por generación propia de los valores mensuales de radiación solar horizontal, datos de heliofanía relativa, valores medios mensuales de la radiación solar horaria horizontal y difusa, directa horizontal y directa normal (calculando el ángulo zenital horario); evaluamos la radiación que recibiría un colector plano con seguidor solar, un colector plano fijo inclinado 45° al Norte y un colector plano inclinado 45° al Norte con seguidor solar.
- DIGENNARO J., RODRIGO V., BACHILLER, A., RODRIGO R. (1998) **“Bomba de aire comprimido para la extracción de aguas subterráneas en la zona de V. Mercedes (S.L.)”** - XX Reunión de Trabajo Asociación Argentina de Energías Renovables y Ambiente (ASADES) VI Encuentro Asociación Internacional para la Educación en Energía Solar - Vol. 2 Núm. 2 Pág. 06.37 - SALTA
En este trabajo se continua con la experimentación sobre la bomba de aire comprimido, se explica su teoría y su funcionamiento y se destacan sus ventajas con respecto a sistemas convencionales de extracción de agua. Se presentan los resultados obtenidos con los ensayos realizados con el prototipo.
- RODRIGO V., Di’GENNARO J., MONASTEROLO R., RIBOTTA S. (1999) - **“Bomba de aire comprimido para la extracción de aguas subterráneas en la zona de V. Mercedes (S.L.)”** - XXI Reunión de Trabajo Asociación Argentina de Energías Renovables y Ambiente (ASADES) - VII Encuentro Asociación Internacional para la Educación en Energía Solar – Vol. 3 Núm. 2 Pág. 07.33 - TUCUMAN

Se presentan nuevos ensayos realizados con el prototipo. Tablas de valores de ensayos practicados con niveles de agua, por encima de la parte superior de la cámara (cotas 0,00 – 0,50 – 1,00 – 1,50 – 1,75 metros) con profundidades hasta 30 metros.

- RODRIGO V., MONASTEROLO R., RIBOTTA S., FASULO A. (1999) - **“Estudio comparativo de un sistema de extracción de agua para una población dispersa en la región de V. Mercedes (S.L.)”** -XXI Reunión de Trabajo Asociación Argentina de Energías Renovables y Ambiente (ASADES) - VII Encuentro Asociación Internacional para la Educación en Energía Solar – Vol. 3 Núm. 2 Pág. 02.45 - TUCUMAN

El presente trabajo está basado sobre dos notas técnicas anteriores, una de las cuales fue la determinación de los recursos solares, y la segunda, la utilización un novedoso sistema de extracción de agua subterránea mediante la aplicación de una bomba neumática. La finalidad de este trabajo es poder evaluar en conjunto esta alternativa para el suministro de agua potable aplicada a una zona aislada, basada en la utilización de 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.

- RODRIGO V., Di'GENNARO J., MONASTEROLO R., RIBOTTA S. (2000) - **“Bomba de aire comprimido para la extracción de aguas subterráneas en la zona de V. Mercedes (S.L.)”** - XXII Reunión de Trabajo Asociación Argentina de Energías Renovables y Ambiente (ASADES) - VIII Encuentro Asociación Internacional para la Educación en Energía Solar (Trabajo aprobado para su publicación) - CHACO

En este trabajo presentamos una nueva variante en la bomba neumática, que ha diferencia de las anteriores, en donde la extracción de agua es discontinua, el servicio ahora es continuo. Presentamos tablas de los ensayos practicados con niveles de agua, por encima de la parte superior del prototipo nuevo FROIMOD-III, con profundidades hasta 30 metros y las diferencias entre caudal del prototipo anterior y el nuevo. Además se presenta un plano del nuevo prototipo. Todos estos ensayos practicados al anterior y al nuevo prototipo FROIMOD-III están funcionando en conjunto con un sistema PFV, compresor y un PLC.

- RODRIGO V., DIGENNARO J., RIBOTTA S., MONASTEROLO, R. (2000) - **“Bomba de aire comprimido accionada con energía solar”** - 9º Congreso Chileno de Ingeniería Mecánica (COCIM) - IV Congreso Nacional de Energía (CONAE) (Trabajo aprobado para su publicación) - CHILE

En este trabajo se presentó en conjunto una alternativa para el suministro de agua potable, basada principalmente en la utilización de energía solar y la utilización de un sistema de extracción de agua subterránea mediante la aplicación de una bomba neumática. Se presenta ahora la alternativa de extracción de agua para profundidades mayores a los 30 metros (prototipo, ensayos y tabla de valores).

- RODRIGO V., DIGENNARO J., RIBOTTA S., MONASTEROLO R. (2000) - **“Provisión de agua mediante bomba neumática accionada con energía solar a una población rural dispersa”** - X Congreso Internacional de Innovación Tecnológica (INNOVA) - V Jornadas Internacionales de Innovación Tecnológica - IV Feria Internacional de Innovación Tecnológica – (Trabajo presentado) - MENDOZA

Se trata de hallar una alternativa para el suministro de energía eléctrica que sea posible desde el punto de vista económico y técnico, surgiendo de ellas, la provisión de energía a través del recurso solar. Se evalúa en conjunto esta alternativa con el suministro de agua potable a través del sistema de bomba neumática, ofreciendo para ello las diferentes versiones del modelo (bomba única, bomba serie y bomba paralelo). Se efectúa una comparación técnica-económica con otros sistemas tradicionales de provisión de energía y agua.

- **PATENTES** (Solicitud de patentes presentadas en el INPI)

P19980104484 *Bomba neumática con control de tiempos de carga y descarga mediante contactos eléctricos ubicados en el interior de la bomba.*

P19990105643 *Bomba neumática con control de tiempos de carga y descarga a través de un PLC.*

P20000104844 *Bomba neumática en serie para extracción a profundidades mayores a 30 metros.*

P20000104845 *Bomba neumática en paralelo para un mayor caudal y continuidad en la extracción de agua.*