

BOMBA DE AIRE COMPRIMIDO PARA LA EXTRACCIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN LA ZONA DE VILLA MERCEDES (SAN LUIS)

Jorge Di Gennaro, Victor Rodrigo, Sergio Ribotta, Ricardo Monasterolo

*Universidad Nacional de San Luis - Facultad de Ingeniería y Ciencias Económico Sociales
Avenida 25 de Mayo 384 (5730) V.Mercedes - San Luis - Tel. (02657)-430954/430980 - Fax (02657)-430790
E-mail rodrigo@fices.unsl.edu.ar monaster@fices.unsl.edu.ar sribotta@fices.unsl.edu.ar

#Universidad Nacional de San Luis, Chacabuco y Pedermera (5700) San Luis - E-mail solar@unsl.edu.ar

RESUMEN

Se continúa con la Bomba de Aire Comprimido presentada en ASADES 1997 y ASADES 1998, donde se describió su estructura, se explicó su teoría y funcionamiento, se destacaron sus ventajas con respecto a sistemas convencionales de extracción de agua, y se presentaron los resultados obtenidos con los ensayos realizados con un Prototipo. Presentaremos a continuación tablas de ensayos practicados con niveles de agua, por encima de la parte superior del prototipo (cotas 0,00 – 0,50 – 1,00 – 1,50 – 1,75 metros), con profundidades hasta 30 metros y 60 metros con sistema de repetición a 30 metros para poder trabajar con presiones de aire comprimido menores a 6 Kg/cm². Además se presentará en trabajo aparte (dentro del mismo equipo de investigación) el correspondiente estudio económico para que la extracción de agua a través de aire comprimido se realice con Energía Eléctrica generada con Energía Solar. Todos estos estudios correspondientes a la bomba de aire comprimido y los ensayos practicados, están dirigidos para formar un equipo de Paneles Solares, (para la generación de Energía Eléctrica) Baterías (para almacenamiento de Energía Eléctrica), Conversor, (para convertir la Energía Eléctrica continua en Energía Eléctrica Alternada y su vez elevar el voltaje de la misma fuente) Compresor, (para generar aire comprimido para la extracción de agua) y un PLC para comandar los tiempos de carga y de descarga del dispositivo.-

PROTOTIPO

Se construyeron dos Prototipos, para profundidades entre 1 y 60 metros aproximadamente, de modo de hacer ensayos, mediciones y observar el funcionamiento de los tiempos de carga y descarga del dispositivo en función del nivel estático de la perforación para poder introducir el mismo a niveles 0,00 – 0,50 – 1,00 – 1,50 – 1,75 metros por arriba del nivel superior del prototipo, con ello se encontró que los tiempos de carga para los distintos parámetros fueron los siguientes;

*Nivel 1 cota 0,00 metros (medido por encima de la parte superior del dispositivo) - tiempo de carga 3,00 segundos.

*Nivel 2 cota 0,50 metros (medido por encima de la parte superior del dispositivo) - tiempo de carga 2,50 segundos.

*Nivel 3 cota 1,00 metros (medido por encima de la parte superior del dispositivo) - tiempo de carga 1,20 segundos.

*Nivel 4 cota 1,50 metros (medido por encima de la parte superior del dispositivo) - tiempo de carga 1,00 segundos.

*Nivel 5 cota 1,75 metros (medido por encima de la parte superior del dispositivo) - tiempo de carga 0,90 segundos.

Con estos valores se encontró una disminución considerable (**de 2,5 segundos** tiempo de carga para cota N°2 con 0,50 metros por encima del nivel superior, a **1,00 segundos** tiempo de carga para una cota de 1,50 metros de agua por encima del dispositivo) Se comenzó a trabajar con el Nivel 4 con cota a 1,50 metros con un tiempo de carga de 1,00 segundos y a alturas de extracción entre 1 metro y 30 metros encontrándose, para la misma presión de extracción, aumento en el caudal de extracción entre un 70 % a un 90% obteniéndose caudales alrededor de los 750 – 850 litros de agua por hora con un dispositivo de 38 cc (la misma capacidad del anterior). Este aumento en el caudal de extracción de agua por hora se debe a la disminución en los tiempos totales de expulsión, tanto de carga como de descarga, ya que con la cota 0,50 metros nivel N°2 para el ensayo N°9, altura 13 metros presión de extracción 2 Kg/cm², tiempo total de extracción 4 segundos y caudal 334 litros por hora, y para el mismo ensayo, la misma profundidad y la misma presión de trabajo pero a cota 1,50 metros el tiempo total fue de 2,50 segundos y con un aumento de caudal del 70 % a 567 litros por hora. Con estos valores de tiempos de carga en función del nivel estático de la perforación se diseñó un nuevo dispositivo con la misma capacidad del que va introducido en el agua y colocado a 30 metros por arriba del anterior y luego poder elevar el agua otros 30 metros mas haciendo un total de 60 metros de extracción de agua. Es necesario conocer con exactitud el tiempo de carga del dispositivo que esta introducido en el agua de la perforación como así también el tiempo de expulsión del mismo, aunque este dependerá en buena medida de la presión de aire comprimido que se le este inyectando. Con estos valores se puede programar el PLC para que comande los tiempos de carga y de descarga tanto del dispositivo que esta introducido en el agua como el otro que esta a 30 metros de elevación por arriba de este, ambos colocados dentro de la perforación de 6" de diametro y a 70 metros de profundidad, con un nivel estático del agua de 60 metros. -

El tiempo de impulsión del dispositivo (1) es el mismo tiempo de carga del dispositivo (2) y el tiempo de carga del dispositivo (1) es el tiempo de impulsión del dispositivo (2), todo esto combinado con el PLC de 6 entradas y 4 salidas, regulando y programando los distintos tiempos.

El tiempo de impulsión del dispositivo (1) es el mismo tiempo de carga del dispositivo (2) y el tiempo de carga del dispositivo (1) es el tiempo de impulsión del dispositivo (2), todo esto combinado con el PLC de 6 entradas y 4 salidas, regulando y programando los distintos tiempos. De esta forma trabajamos con menor presión de impulsión, (entre 4 a 6 Kg/cm²) ya que para extraer agua a 60 metros de profundidad necesitaríamos entre 8 a 10 Kg/cm² de presión de aire comprimido, lo que dificulta enormemente desde el punto de vista de la generación de aire comprimido como así también el manejo a través de las cañerías y tuberías. Todo estas experiencias se están realizando con simuladores de profundidad a través de distintas válvulas de escapes previamente calibradas y seleccionadas para poder así controlar los distintos tiempos de impulsión y de carga de ambos dispositivos como también regular las presiones de trabajo, para que con todos estos datos encontrar la Potencia Eléctrica necesaria para la extracción de agua a distintas profundidades.

DIMENSIONES

Ambos dispositivos se construyeron con elementos comunes que se encuentran en el mercado y de polipropileno K8 como se cito en REVISTA DE LA ASOCIACION ARGENTINA DE ENERGIA SOLAR Volumen 2 N°2 Año 1998 pagina 06-37.-

Lt = 520 mm – Longitud total del dispositivo N°1 y N°2.

Lc = 370 mm – Longitud de la cámara para el dispositivo N°1 y N°2. -

L = 250 mm – Diferencia de altura entre los niveles superior e inferior en la cámara de ambos dispositivos.-

D = 48 mm – Diametro interior de la cámaras.-

D1 = 19 mm – Diametro de la tubería de elevación de agua de ambos dispositivos.-

Vc = 0,38 l – Volumen de las cámaras entre los niveles superior e inferior.-

Vo = 0,00 l – Volúmenes de las tuberías de aire entre las válvulas y los dispositivos (se conectaron las dos electroválvulas de aire comprimido muy próximas a los dispositivos.-

ENSAYOS

Con uno solo de los dispositivos, se realizaron 13 Ensayos, en los cuales, para distintos valores de (hasta 30 metros de profundidad máxima, no consta en la siguiente tabla los valores de 60 metros de profundidad por estar en estudio y experimentación);

H (m) = Profundidad.

Pt (atm) = Presión de trabajo (relativa).

C l/h N2 = Caudal Nivel 2 a 0.50 metros cota.

C l/h N4 = Caudal Nivel 4 a 1.50 metros cota.

Ec (Wh) = Energía por ciclo.

El (Wh/l) = Energía por litro.

T seg. N2 = Tiempo total del ciclo a nivel 2.

T seg. N4 = Tiempo total del ciclo a nivel 4.

Ta (seg.) = Tiempo activo de cada ciclo (se entrega agua).

% A = Porcentaje de aumento de agua de extracción.

RESULTADOS

13 experiencias a nivel N°2 y N°4

	H m	Pt atm	C l/h N2	C l/h N4	% A	El Wh/l	El Wh/l	T seg. N2	T seg. N4	Ta seg.
1	1	0,8	372	630	70 %	0,09	0,24	3,70	2.20	1,20
2	1	1,2	384	684	78 %	0,09	0,28	3,50	2.00	1,00
3	1	1,5	398	720	80 %	0,10	0,3	3,40	1.90	0,90
4	1	2	420	804	91 %	0,12	0,32	3,20	1.70	0,70
5	6,4	1,2	327	684	102 %	0,14	0,4	3,50	2.00	1,00
6	6,4	2	410	760	85 %	0,17	0,46	3,30	1.80	0,80
7	6,4	3	415	804	93 %	0,20	0,52	3,20	1.70	0,70
8	6,4	4	427	977	128 %	0,18	0,53	2,90	1.40	0,40
9	13	2	334	567	70 %	0,22	0,58	4,00	2.50	1,50
10	13	3	384	652	70 %	0,27	0,71	3,60	2.20	1,10
11	13	4	404	720	78 %	0,31	0,81	3,40	1.90	0,90
12	20	4	330	594	80 %	0,28	0,75	3,80	2.30	1,30
13	30	6	320	559	74 %	0,37	0,98	3,95	2.45	1,45

GRAFICOS

Con la Tabla de Resultados, se trazaron los siguientes Gráficos, en donde en:
 Abscisas va indicado las distintas pruebas (13) que se realizaron.,

Ordenadas se indican, para el gráfico N° 1

H-m Altura de elevación del agua,(profundidad de extracción).

Pt atm Presión de aire comprimido.

C l/hN2 Caudal de agua por hora Nivel 2.

C l/h N4Caudal de agua por hora Nivel 4.

Para el gráfico N° 2

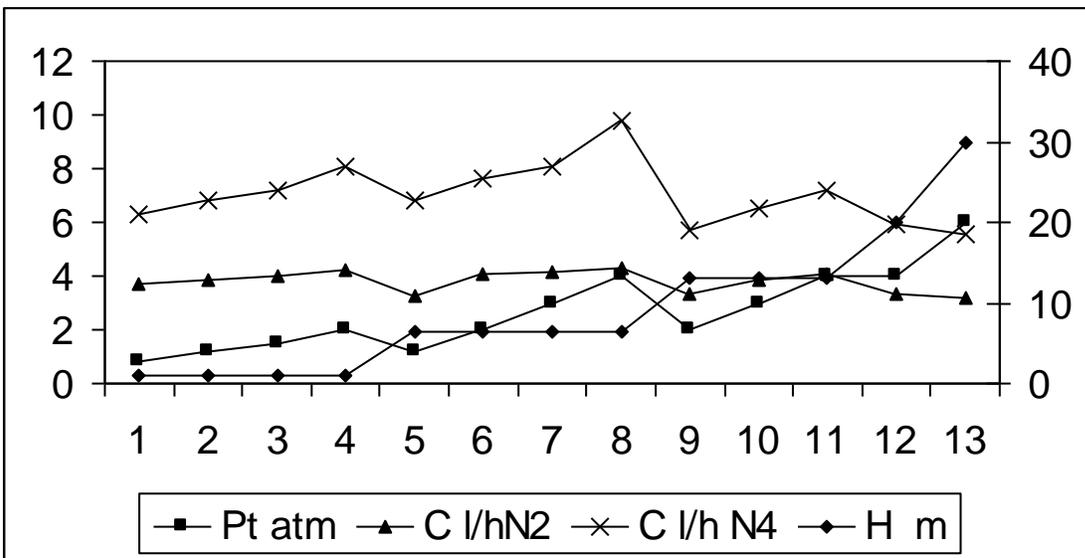
H m Altura de elevación del agua (profundidad de extracción).

El Wh/l Energía consumida.

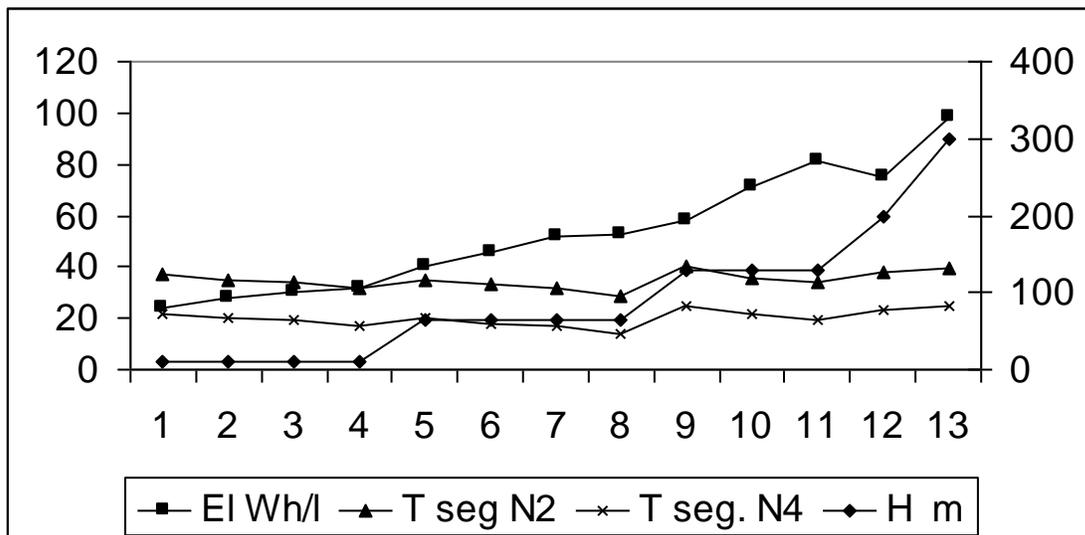
T seg. N2 Tiempo total extracción nivel 2.

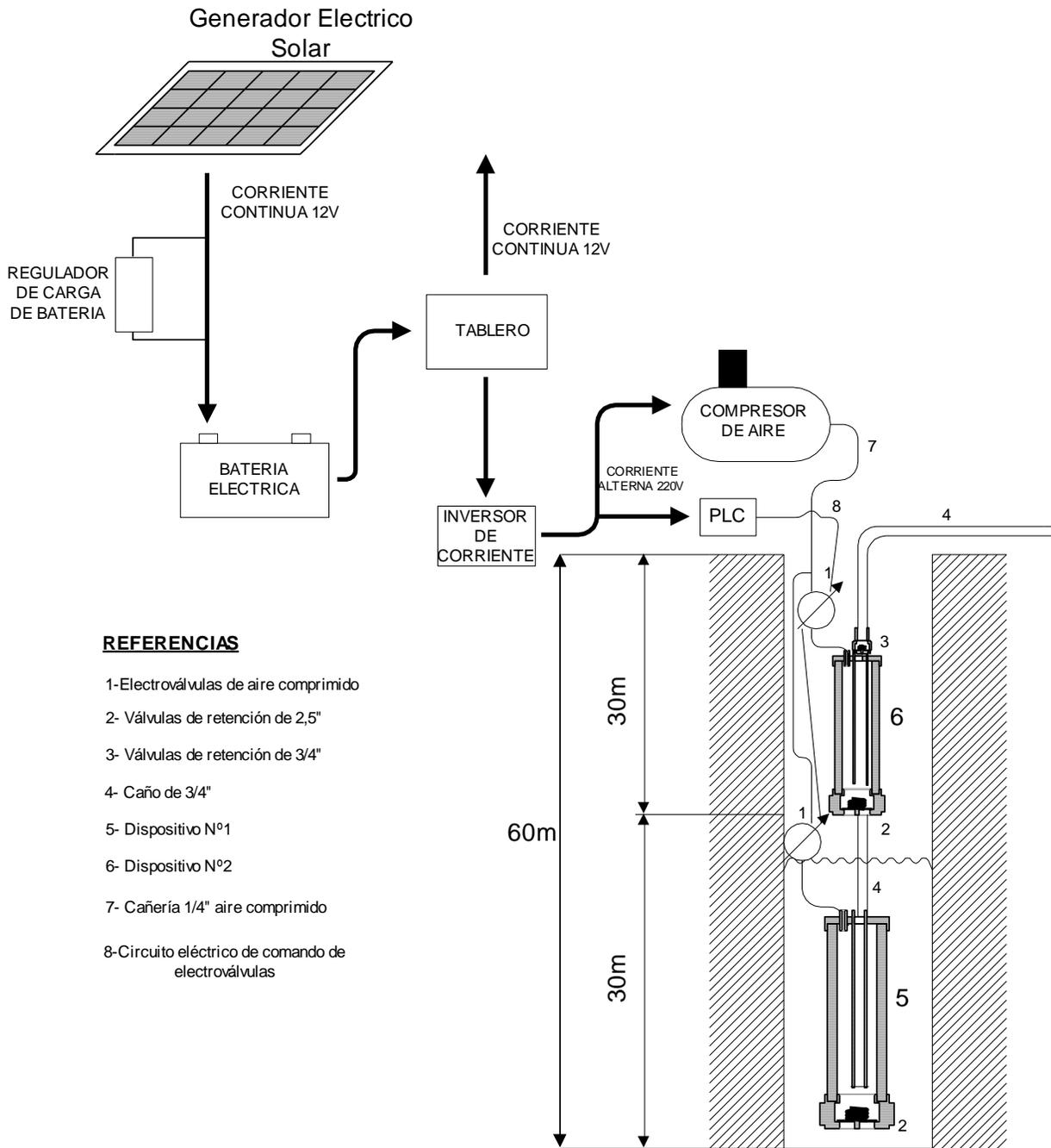
T seg. N4 Tiempo total extracción nivel 4.

GRAFICO N°1



GRAFICON°2





Este es un esquema global para la extracción de agua a profundidad. Generación de Energía Eléctrica, a través de paneles Solares, para cargar baterías a través de un regulador de voltaje, luego con un conversor de corriente y elevador de tensión generamos aire comprimido y le damos tensión a un PLC (marca SIEMENS LOGO 230RC 6 entradas 4 salidas) para comandar las dos válvulas de aire comprimido, de apertura y cierre, (Ref. 1) una ubicada a 60 metros de profundidad en el dispositivo (Ref. 5) y la otra ubicada a 30 metros en el segundo dispositivo (Ref.6).

La secuencia de ambos dispositivos es la siguiente:

* Cuando el dispositivo (Ref. 5) se encuentra sumergido dentro del agua, 1,50 metros por debajo de la misma, tarda 1 segundo en cargarse de dicho elemento, en ese mismo instante el dispositivo (Ref.6) a través del PLC y de la electroválvula (Ref.1) le inyecta una cierta cantidad de aire comprimido a una presión de 6 Kg/cm² y expulsa el agua a la superficie.

* Luego de un segundo el PLC corta la energía de la electroválvula del dispositivo (Ref.6) y energiza la electroválvula del dispositivo (Ref.5) inyectando aire comprimido al mismo a la misma presión, de este modo se carga el dispositivo (Ref. 6) y luego corta la energía a la electroválvula y energiza la otra y así sucesivamente