

## **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](mailto:rodrigo@fices.unsl.edu.ar) [monaster@fices.unsl.edu.ar](mailto:monaster@fices.unsl.edu.ar) [sribotta@fices.unsl.edu.ar](mailto:sribotta@fices.unsl.edu.ar)

#Universidad Nacional de San Luis, Chacabuco y Pedernera (5700) San Luis - E-mail [solar@unsl.edu.ar](mailto:solar@unsl.edu.ar)

### **RESUMEN**

Se continua 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 de la cámara (cotas 0,00 – 0,50 – 1,00 – 1,50 – 1,75 metros), con profundidades hasta 30 metros. 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 de la cámara.-

### **DIMENSIONES**

La cámara se construyó con elementos comunes que se encuentran en el mercado y de polipropileno K8 .-

Lt = 520 mm – Longitud total de la cámara .

Lc = 370 mm – Longitud de la cámara para la cámara. -

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

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

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

Vc = 0,38 l -- Volumen de la cámara entre los niveles superior e inferior.-

Vo = 0,00 l -- Volúmenes de las tuberías de aire entre la válvula y la cámara.-

### **ENSAYOS Y RESULTADOS**

Con el cámara se realizaron 13 Ensayos, en los cuales, para distintos valores de profundidad hasta 30 metros.

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.

Se construyó un Prototipo, para profundidades entre 1 y 30 metros aproximadamente, de modo de hacer ensayos, mediciones y observar el funcionamiento de los tiempos de carga y descarga de la cámara en función del nivel del agua 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 de la cámara, 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 de la cámara) - tiempo de carga 3,00 segundos.

\*Nivel "2" cota 050 metros (medido por encima de la parte superior de la cámara) - tiempo de carga 2,50 segundos.

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

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

\*Nivel "5" cota 1,75 metros (medido por encima de la parte superior de la cámara) - 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 de la cámara).

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 una cámara 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.

Es necesario conocer con exactitud el tiempo de carga de la cámara que esta introducida 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 del cámara que esta introducido en el agua . –

13 experiencias a nivel “2” y a nivel “4”.

	H m	Pt atm	C l/hN2	<b>C l/h N4</b>	% A	El Wh/l	El Wh/l	T seg. N2	<b>T seg. N4</b>	Ta seg.
1	1	0,8	372	<b>630</b>	70 %	0,09	0,24	3,70	<b>2.20</b>	1,20
2	1	1,2	384	<b>684</b>	78 %	0,09	0,28	3,50	<b>2.00</b>	1.00
3	1	1,5	398	<b>720</b>	80 %	0,10	0,3	3,40	<b>1.90</b>	0,90
4	1	2	420	<b>804</b>	91 %	0,12	0,32	3,20	<b>1.70</b>	0,70
5	6,4	1,2	327	<b>684</b>	102 %	0,14	0,4	3,50	<b>2.00</b>	1.00
6	6,4	2	410	<b>760</b>	85 %	0,17	0,46	3,30	<b>1.80</b>	0,80
7	6,4	3	415	<b>804</b>	93 %	0,20	0,52	3,20	<b>1.70</b>	0,70
8	6,4	4	427	<b>977</b>	128 %	0,18	0,53	2,90	<b>1.40</b>	0,40
9	13	2	334	<b>567</b>	70 %	0,22	0,58	4.00	<b>2.50</b>	1,50
10	13	3	384	<b>652</b>	70 %	0,27	0,71	3,60	<b>2.20</b>	1,10
11	13	4	404	<b>720</b>	78 %	0,31	0,81	3,40	<b>1.90</b>	0,90
12	20	4	330	<b>594</b>	80 %	0,28	0,75	3.80	<b>2.30</b>	1.30
13	30	6	320	<b>559</b>	74 %	0,37	0,98	3.95	<b>2.45</b>	1,45

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,

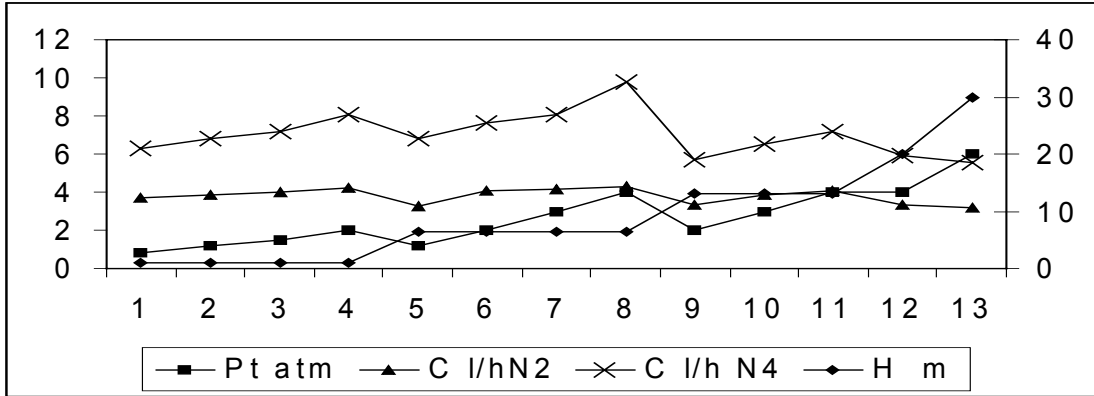
Para el gráfico N° 1

H-m; Altura de elevación del agua,(profundidad de extracción).  
 Pt atm; Presión de aire comprimido.  
 C l/hN 2; Caudal de agua por hora Nivel “2”..  
 C l/h N 4; Caudal de agua por hora Nivel ”4”.

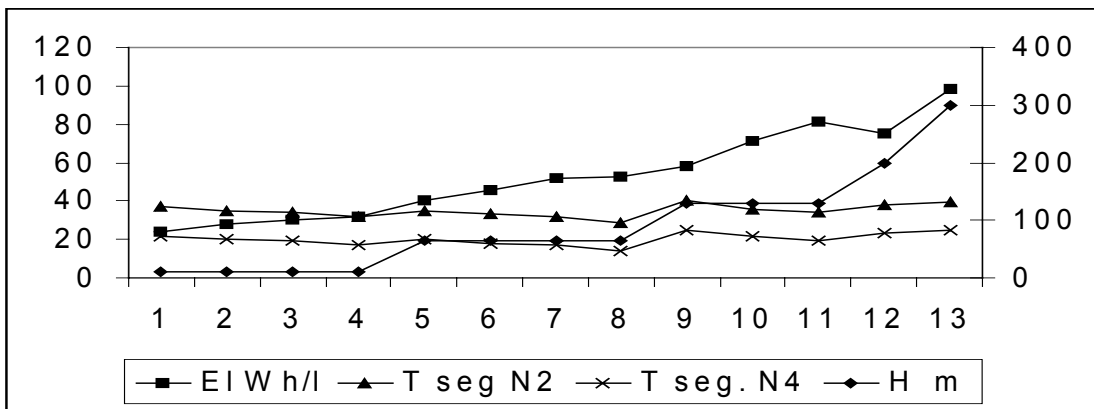
Para el gráfico N° 2

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



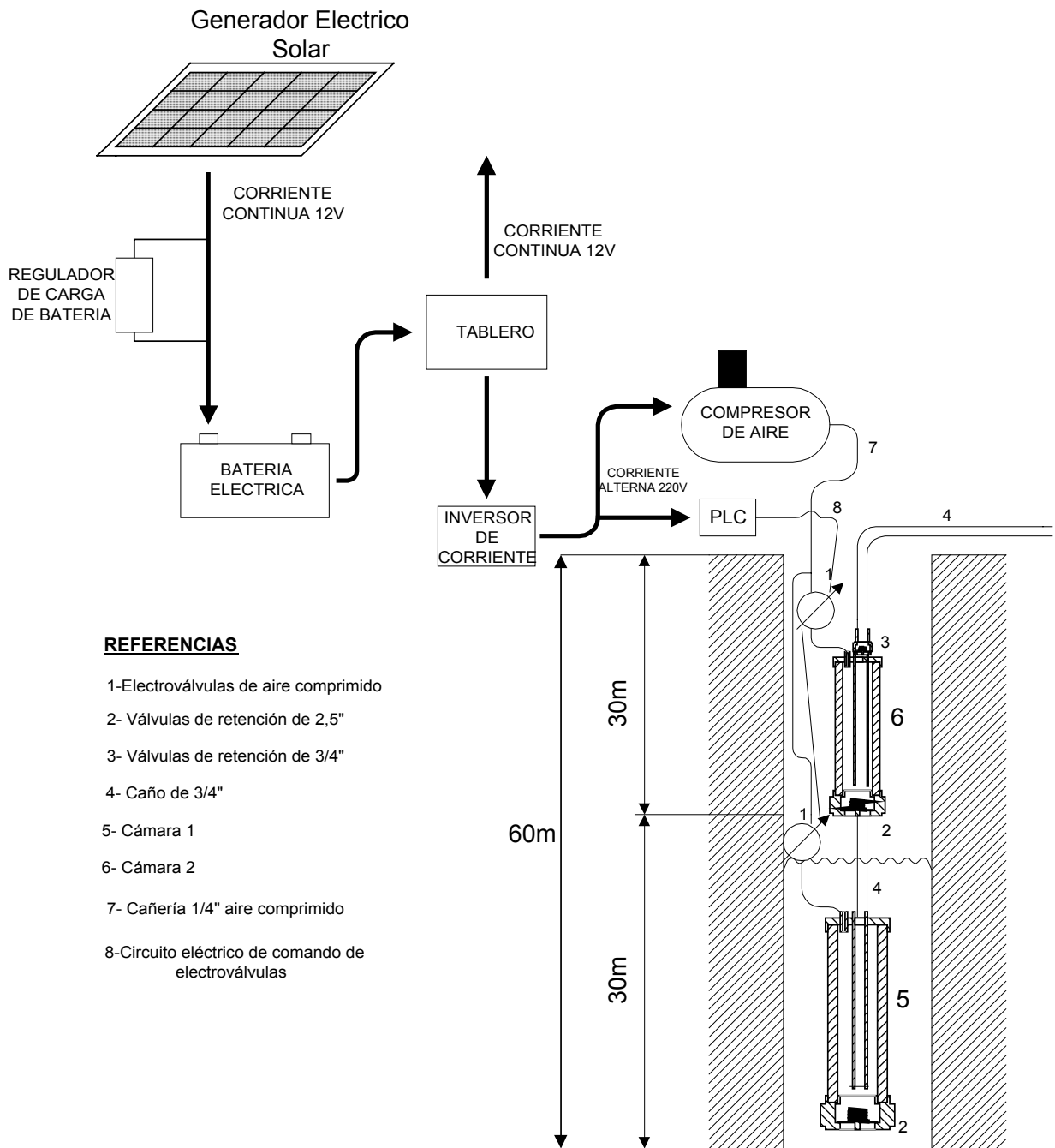
GRAFICON°2



CONCLUSIONES

La primera y principal conclusión de los ensayos es que la Bomba en su conjunto funciona correctamente en todas sus partes, de acuerdo a lo previsto. De los ensayos, surge también, que sumergiendo mas la cámara, se reduce el tiempo de carga y se consigue aumentar el caudal. Vemos que para extracciones de 30 metros la presión varia entre 4 a 6 Kg/cm2, y para mas profundidad la presión aumentará considerablemente, es por ello que se ha diseñado un nuevo sistema de extracción para profundidades mayores que esta, colocando una segunda cámara a treinta metros por encima de la anterior. En la siguiente página se presenta un esquema global para la extracción de agua a profundidad. Generación de Energía Eléctrica, a traves de paneles Solares, para cargar baterías a traves 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 la cámara (Ref. 5) y la otra ubicada a 30 metros en la segunda cámara (Ref.6). La secuencia de ambas cámaras es la siguiente:

Cuando la cámara 2 (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 la cámara 1 (Ref.6) a través del PLC y de la electroválvula (Ref.1) le inyecta una cierta cantidad de aire comprimido a una presión de 4-6 Kg/cm2 y expulsa el agua a la superficie.- Luego de un segundo el PLC corta la energía de la electroválvula de la cámara 1 (Ref.6) y energiza la electroválvula de la cámara 2 (Ref.5) inyectando aire comprimido al mismo a la misma presión, de este modo se carga la cámara 1 (Ref. 6) y luego corta la energía a la electroválvula y energiza la otra y así sucesivamente. Es decir que el tiempo de impulsión de la cámara 1 (Ref.6) es el mismo tiempo de carga de la cámara 2 (Ref.5) y el tiempo de carga de la cámara 1 (Ref.6) es el tiempo de impulsión de la cámara 2 (Ref.6), todo esto combinado para que funcione armónicamente con el PLC, regulando y programando los distintos tiempos de carga y descarga de ambas cámaras. Con ello logramos trabajar con menores presiones de aire comprimido tanto en la expulsión del agua como la generación de aire comprimido (entre 4 a 6 kg/cm2) ya que para extraer agua a 60 metros de profundidad co una sola cámara, necesitaríamos entre 8 a 10 Kg/cm2 de presión de aire comprimido. Todas estas experiencias se están realizando con simuladores de profundidad a través de distintas válvulas de escapes previamente seleccionadas y calibradas para poder así controlar los distintos tiempos de impulsión y de carga de ambas cámaras 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. Del análisis del funcionamiento, surge claramente que se trabaja con presiones que son la mitad de las presiones necesarias cuando se tiene la segunda cámara .-



#### REFERENCIAS

- 1-Electroválvulas de aire comprimido
- 2- Válvulas de retención de 2,5"
- 3- Válvulas de retención de 3/4"
- 4- Caño de 3/4"
- 5- Cámara 1
- 6- Cámara 2
- 7- Cañería 1/4" aire comprimido
- 8-Circuito eléctrico de comando de electroválvulas

#### BIBLIOGRAFIA

J. Di GENNARO, V. RODRIGO y otros – 1997 – “BOMBA DE AIRE COMPRIMIDO PARA LA EXTRACCION DE AGUAS SUBTERRANEAS EN LA ZONA DE VILLA MERCEDES (SAN LUIS)” Actas ASADES 97 – VOL. 1 N° 2 – Pag. N°189 – RIO CUARTO (CBA) 1997.-

J. DI GENNARO, V. RODRIGO Y OTROS – 1998 - “BOMBA DE AIRE COMPRIMIDO PARA LA EXTRACCION DE AGUAS SUBTERRANEAS EN LA ZONA DE VILLA MERCEDES (SAN LUIS)” – Actas ASADES 98 – Vol 2 N°2 Pag N°06-37 – SALTA 1998.-

CLAUDIO MATAIX – 1978 – MECANICA DE FLUIDOS Y MAQUINAS HIDRAULICAS – Harper & Row Publishers Inc.