

Una Nueva Alternativa para el Bombeo de Agua: La Bomba y la Aerobomba de Soga.

Por: Ing. Efraín Conte M. Facultad de Ingeniería Mecánica.

El agua es uno de los principales recursos para la existencia del hombre y de todo ser viviente. En la mayoría de los países, especialmente en los subdesarrollados, el contar con sistemas eficientes, sencillos y de bajo costo para su extracción y suministro, resulta un tanto complicado. Sin embargo existe una alternativa muy confiable, que ha dado magníficos resultados en otros países, especialmente en Nicaragua, y que en la actualidad se busca introducir en Panamá mediante un Proyecto de Transferencia de Tecnología, el cual busca hacer efectivo la utilización en nuestro país, de esta moderna tecnología. Presentamos a continuación nuestras experiencias.

La Bomba de Soga. Su Descripción e Historia.

En Nicaragua se le llama Bomba de Mecate (sinónimo de sogá), y la definen como una bomba muy barata, eficiente y sencilla. Este sistema consta de una **soga de nylon** que lleva unos **pistones de polietileno**, y que se desliza por un **tubo de subida** para dirigirse posteriormente hacia una **polea**, que la impulsa con un movimiento continuo hacia el pozo, y encontrarse con una **guía**, e iniciar nuevamente el ciclo. Al hacer girar la polea, por distintos medios, la sogá se mueve y transporta a los pistones por el tubo de pvc con una holgura mínima, "succionando" el agua hacia la superficie. Así de sencillo es el principio de funcionamiento de la bomba, la cual se puede observar en la Figura N° 1, donde se identifican las diversas partes que componen la misma. Además de la sencillez de su construcción, su adaptabilidad a diferentes condiciones de operación, su fácil operación y su mantenimiento llevadero; el rendimiento en el bombeo es altamente efectivo, produciendo caudales superiores a los 30 gpm a una profundidad de 5 metros.

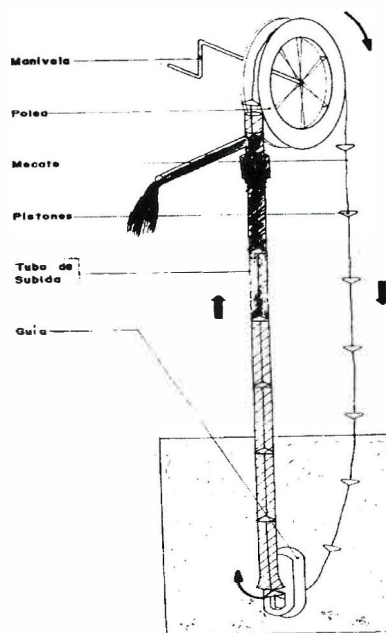


Figura N° 1. Componentes de la Bomba de Soga

La gran mayoría de las bombas manuales poseen un pistón en la parte inferior que cuelga de la sonda, y un cilindro el cual consta de una válvula de pie, que está conectado al tubo de subida. Al moverse, el pistón con la sonda y la columna de agua se aceleran y desaceleran continuamente. También debemos tomar en cuenta que el peso de la columna de agua en un momento descansa en el pistón y en otro momento en la válvula de pie. Esto se realiza en forma continua, por lo que se generan cargas dinámicas alternadas, que sumadas a los golpes producto de las aceleraciones produce fatiga y un aumento en las tensiones de algunas de las partes del sistema.

Este problema no se produce en una bomba de sogá, ya que se tiene un movimiento circular en una sola dirección, por lo que se minimizan las aceleraciones y la carga estática; esto último debido a la poca carga de piezas metálicas y de otro material que poseen las bombas convencionales. Esta carga alcanza apenas el 3% del peso total de una bomba de cilindro a una misma profundidad. Esto es, definitivamente, una enorme ventaja; sumado al hecho de contar con pérdidas mecánicas mínimas, lo que conlleva rendimientos mucho mayores. Existen pistones de diversos diámetros (1/2 pulg., 3/4 pulg., 1 pulg., 1 1/2 pulg.), los cuales se utilizan dependiendo de la profundidad del pozo; a mayor profundidad, menor el diámetro del pistón a utilizar.

En sí el sistema no es nuevo. El concepto se remonta a siglos atrás, y ya se describía en la literatura europea del siglo XVI. Se puede considerar que la misma es el resultado de una evolución de las diferentes técnicas utilizadas para la extracción de agua, que va desde el **cigñal**, registrado hace unos 3500 años, hasta la utilización de la bomba de cadena, con sus obvias desventajas pero que tuvo un gran impacto desde el siglo XVI hasta el siglo XIX. En Nicaragua la tecnología de la bomba de sogá o mecate, tuvo su aparición en 1983 en la Provincia de Estelí, con la instalación de un prototipo en un pozo de 18 metros. Desde este instante los cambios y mejoras han ido en aumento, tanto en su forma como en sus componentes, utilizándose materiales de mejor calidad con diseños modernos y sofisticados, los cuales no han hecho que pierda su sencillez.

Experiencias en la Construcción y Uso de la Bomba en Panamá.

La primera bomba de sogá construida en Panamá se instaló en la Comunidad Llano Marín, Distrito de Penonomé en junio de 2000. Esta se puede observar en la Figura N° 2. En un pozo de 25 pies de profundidad del cual se extraía agua con un recipiente de 2 galones (algo que resultaba muy incómodo) para uso doméstico, se realizó la operación. La polea utilizada para estos sistemas se construye de llantas usadas, a las cuales se

les corta el aro interior y se unen posteriormente con ayuda de platinas de acero. La guía es un elemento sencillo pero exige mucha precisión en su construcción. Los resultados obtenidos hasta el momento son muy buenos. La familia se encuentra satisfecha de las ventajas que presenta, además de su fácil construcción y operación. Inclusive,



Figura N° 2. Bomba manual instalada en la Comunidad de Llano Marín en Penonomé.

se encargan de darle el mantenimiento a su sistema.

En Nicaragua, país donde existen más de 40,000 bombas instaladas, la tecnología ha dado excelentes resultados convirtiéndose en los últimos años en el medio más utilizado para la extracción de agua, ya que no solo se acciona en forma manual, sino también con ayuda del viento, motor eléctrico o de gasolina, o mediante el uso de la fuerza animal. Hasta el momento nuestra experiencia se ha circunscrito a la forma manual, además del uso de la aerobomba o molino de viento, el cual explicaremos más adelante.

El costo de una bomba manual es bastante accesible. Generalmente tiene un promedio de entre B/.40.00 y B/.80 dada su sencillez (no tiene válvulas, sondas, tubos pesados), siendo diez veces más liviana que las bombas tradicionales de pistón, por lo que no exige complicaciones en su construcción y mantenimiento.

La Aerobomba de Soga. Sus Principales Características.

Como mencionamos con anterioridad, la bomba de sogas puede ser accionada de diversas formas. Una de ellas es aprovechando la energía eólica o energía del viento, más aún cuando la energía requerida para la extracción de agua del subsuelo es relativamente pequeña. Con un rotor de 3 m metros de diámetro y una velocidad del viento de por lo menos 3.5 m/seg., se puede extraer 10 m³ de agua a una profundidad de 35 metros; lo que representa una energía de 1 KWh.

Bajo este concepto fundamental se desarrollo la tecnología de la aerobomba de sogas, es decir, un molino de viento para la extracción de agua que utiliza la bomba de sogas. Los molinos más comunes para este uso son del tipo Americano o multiaspas, como por ejemplo el Chicago Aermotor producido en Estados Unidos y Argentina. Otros países como Australia, Sudrfrica, Holanda, España y Francia, constituyen los países con más tradición en la fabricación de estos sistemas, que son utilizados con una bomba convencional de pistón. Sin embargo, a partir de 1990 se inicio en Nicaragua el desarrollo de un nuevo modelo de molino que es una combinación de un modelo moderno de Holanda y una bomba de mecate o sogas, el cual ofrece múltiples ventajas, tales como:

- La aerobomba de sogas no tiene una caja de engranes, lo que permite conectar el movimiento del rotor al movimiento circular de la bomba, con lo que se eliminan las fuerzas dinámicas sobre la estructura.
- El diseño del molino, especialmente el de orientación y seguridad, está basado en un moderno sistema de CWD de Holanda, que posee un rotor excéntrico y una paleta o cola con bisagra.
- En vista que la carga inicial a levantar (soga y pistones) no es pesada, no se requiere un torque inicial, por lo que no se necesitan muchas aspas para iniciar el bombeo. Las seis aspas que utiliza son

suficientes para un arranque con velocidades del viento entre 3 y 4 m/seg.

- Por la poca cantidad de aspas y la sencillez de la transmisión, el peso del sistema es bastante liviano, por lo que no se requiere una estructura extremadamente rígida y costosa.
- Por lo sencillo del sistema, se pueden utilizar materiales poco costosos y de buena durabilidad, con lo que disminuye el costo de fabricación. Se utilizan por ejemplo, chumaceras de madera para la bomba y el rotor, tuberías de pvc y poleas fabricadas con llantas usadas.
- Una de las pocas limitaciones de la aerobomba es altura de descarga, que está limitada por la altura de la polea de la bomba.

Existen varios modelos que incluyen diversos diámetros de rotor, siendo estos de 2.4, 3.0 y 3.6 metros, con torres que varían entre 7 y 13 metros de altura. El cabezal tiene una libertad para desorientarse igual a 270°, aunque se cuenta con un modelo que gira los 360°, aunque el mismo se encuentra en la actualidad en la fase de prueba.



Figura N° 3. Sistema de transmisión de la aerobomba de sogas. Molino instalado en Puerto El Gago, Distrito de Penonomé

Existen características en la construcción de este sistema, que resulta interesante comparar con los modelos existentes. Esto lo podemos observar en la Tabla N° 1.

También se pueden encontrar algunos puntos de interés en lo que respecta a la fase de instalación y mantenimiento del sistema, que al compararlo con los modelos tradicionales, nos llevan a percatarnos de las grandes ventajas que ofrece este nuevo desarrollo. Algunos de estos puntos se observan en la Tabla N° 2.

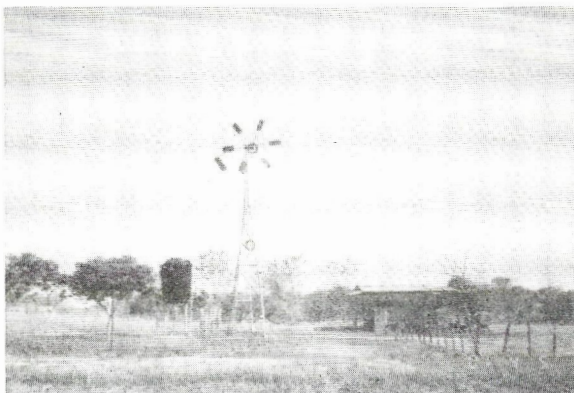


Figura N°4. Aerobomba de soga instalada en el INAFORP de Coclé por la Universidad Tecnológica de Panamá

Nuestra experiencia en la construcción de este modelo de molino ha sido muy satisfactoria, aunque sin duda hemos encontrado algunos obstáculos que nos

hacen ver, que aunque el sistema refleje una gran sencillez, el mismo requiere del uso de los materiales adecuados, como también de una rígida disciplina en su construcción y mantenimiento, como también durante su operación, de tal forma que siempre se garantice su reconocida eficiencia.

En la actualidad existen dos modelos de aerobomba de soga instalados en la Panamá, ambos en la Provincia de Coclé. El primero no siguió los patrones que sugería el diseño original, más aún cuando el rotor fue instalado en una torre convencional, con algunas innovaciones en el cabezal. Sin embargo el segundo modelo buscó acercarse a con más precisión al modelo existente en otros países, aunque tenemos que mencionar que existen diferencias en algunos espesores de los materiales de acero utilizados, por lo que su estudio se continuará haciendo hasta lograr una mayor uniformidad en su construcción. Este último molino se encuentra instalado en el Instituto Nacional de Formación Profesional (INAFORP) en Coclé, tal cual se observa en la Figura N° 3.

Bajo un convenio suscrito con la Universidad Tecnológica se logró instalar este modelo, el cual ha demostrado sus múltiples ventajas, superados los contratiempos que surgieron al inicio.

Con un buen régimen de viento se obtienen entre 5 y 7 galones por minuto de agua, en un pozo de 14 metros.

Tabla N°1. Comparación de la Construcción.

	Chicago Aermotor	Aerobomba de Soga
Datos Técnicos		
Diámetro del Rotor	3.0 m	3.60 m
Transmisión	Sí	No
Profundidad Máxima de Bombeo	85 m	50 m
Peso		
Cabezal	302 Kg (665.8 lb)	52 Kg (114.6 lb)
Torre (10 m)	268 Kg (590.8 lb)	101 Kg (222.7 lb)
Bomba (Inclusive tubo desc.)	Más de 100 Kg (220.5 lb)	10 Kg (22.1 lb)
Peso Total	670 Kg (1477 lb)	163 Kg (360 lb)
Capacidad Nominal de Bombeo	Aproximadamente 1 lt/seg	Aproximadamente 1 lt/seg

(pozo de 20 m; vel. Viento de 8 m/s)	(15.85 gal/min)	(15.85 gal/min)
Vida útil	Más de 20 años	12 – 15 años
Costo Total	Aprox. B/.3,500	Aprox. B/.1,150.00

Tabla N° 2. Comparación de la Instalación, Operación y Mantenimiento.

COMPARACION DE INSTALACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		
	Chicago Aermotor	Aerobomba de Soga
Instalación		
Maquinaria pesada	Poleas, Torno	
Uso de Concreto	Sí	No
Tiempo Involucrado	Aproximadamente 1 semana	5 horas
Operación		
Atención		Diaria
Tiempo Involucrado		Menos de 2 horas diarias
Mantenimiento (Bomba)		
Maquinaria Pesada	Poleas, Torno	
Ejecutado por	Expertos	Usuario
Tiempo Involucrado	1 día	1 hora
Costo por año	B/.300.00 - B/.500.00	B/.25.00 – B/.50.00

Resumen.

La utilización de la bomba de soga, y su aplicación en los molinos de viento resulta de enorme ventaja, dado su versatilidad, sencillez, bajo costo y buena eficiencia, más aún en países en vía de desarrollo que buscan mejorar su productividad. La diseminación de esta tecnología se está llevando cabo en muchos países, por lo que Panamá ha dado un gran paso en iniciar este Proyecto de Transferencia de Tecnología por medio de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Tecnológica de Panamá, que de seguro ofrecerá muchas oportunidades a nuestras comunidades, y sobretodo al sector agropecuario.

Referencias Bibliográficas.

- de Jongh, J.A.& Rijs, R.P.P. “Diseminación de la Tecnología de la Aerobomba de Mecate Nicarauense a los Países Latinoamericanos: Informe Final”, Nicaragua, Renewable Energy Development, 1999, 96 pag.
- Informe Final: Nuevos Desarrollos en Aerobombas. “Increasing Output and Availability of a Wind Pump with a Piston Pump Equipped with a Marching Valve Paul Smulders”. Colombia; University of Technology Eindhoven, Netherlands, Universidad de Los Andes, 1994, 310 pag.
- Holtslag, Henk. “Resúmenes de la Bomba y Aerobomba de Mecate”.
- Revista ENLACE. Managua, Nicaragua. Centro de Intercambio Cultural y Técnico, 1999, Año 9, Número 70.
- Van Hemert, Bernard; Solís Orozco, Osmundo; Haemhouts, Jan; Galíz, Orlando Amador. “La Bomba de Mecate: El desafío de la Tecnología Popular”. 1ª. Edición, Managua, Nicaragua; Editorial Enlace; 1991, 223 pag.
- www.ropepumps.org