

EXPERIENCIA ADAPTATIVA EN DISEÑO DE BOMBAS DE RÍO: ACCESO AL AGUA EN ZONAS MARGINALES DE NORPATAGONIA.

Zanovello, Lucas¹; Guiñazú, Maira¹; Gómez, Daniel²; Girolimini, Fabricio²; Calcagni, Horacio² Sheridan, Miguel³.

¹Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)- Instituto de Investigación y Desarrollo Tecnológico para la Agricultura Familiar (IPAF) Región Patagonia, ²Secretaría de Agricultura Familiar delegación Neuquén, ³INTA Agencia de Extensión Rural (AER) Cipolletti; Argentina.

zanovello.lucas@inta.gob.ar

RESUMEN

En la actualidad un gran número de familias de agricultores de norpatagonia se encuentran condicionadas por las dificultades de acceso al agua, ya sea como fuente de abastecimiento para consumo de los animales o riego, como así también para el consumo familiar. Esta situación la encontramos incluso donde existe disponibilidad de cursos de agua, pero por encontrarse en zonas marginales al sistema de riego y distribución de energía, no es posible utilizar la gravedad o extraerla mecánicamente. Frente a esta problemática y ante la demanda de alternativas se trabaja en el desarrollo de prototipos de “bombas de río”: una tecnología que permite elevar el agua desde un cauce haciendo uso de su propia energía cinética. Si bien su origen es muy antiguo estas bombas no han sido tan estudiadas y difundidas como otros sistemas de bombeo en base a fuentes renovables de energía complementarios a éste como los molinos de viento y las bombas de ariete. Se ensayaron una variedad de prototipos funcionales en diferentes cursos de agua de norpatagonia: sobre el Río Negro, sobre un canal secundario de riego en Senillosa; sobre el Río Limay, en los canales principal, secundario y terciario del sistema de riego de la zona de China Muerta y en un canal derivado del Río Colorado en Catriel. Durante las pruebas se verificó el funcionamiento de los prototipos y se estudiaron los caudales erogados, la elevación y la velocidad de giro en relación a la velocidad del curso de agua.

El desarrollo de la tecnología se planificó como una experiencia adaptativa mediante ensayos iterativos y corrección sobre los prototipos. En el presente trabajo se exponen los resultados de la construcción de bombas de río siguiendo las experiencias precedentes y los aprendizajes en base al intercambio entre técnicos y productores sobre la elección de materiales, criterios de dimensionamiento, uso y mantenimiento y las dificultades encontradas en el proceso de desarrollo y difusión.

DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

En el marco de una temporada de ensayos con maíz varietal desde INTA AER Cipolletti, en el predio de una familia de productores de esa ciudad, se encontró la dificultad de acceso al agua para riego. Este problema no resulta habitual en una zona que cuenta con un extenso sistema de riego por gravedad que abastece 60.000 ha con 2000 mm ha/año pero suele darse en los márgenes superior e inferior de dicho sistema, en lugares donde se practican cultivos de invierno, o en zonas rurales donde no hay acceso a la energía para bombeo domiciliario ya sea por falta de redes de abastecimiento (electricidad o combustible) o por el costo asociado.

En el transcurso del trabajo con técnicos de campo, extensionistas y agricultores esta situación se pudo ver replicada en numerosos establecimientos productivos en manos de productores familiares no capitalizados, donde la falta de agua constituye la principal barrera para la ampliación de la superficie a cultivar en las localidades de Plottier, Senillosa, Gral. Roca, 25 de Mayo y Catriel.

Como parte del abordaje del problema desde el pensamiento proyectual se exploraron comparativamente numerosas tecnologías para determinar cuáles serían las más adecuadas al contexto social y productivo al que debía ajustarse tomando como guía las barreras culturales, tecnológicas y económicas (Viegas, 2005). Para ello se tomaron en cuenta las variables de accesibilidad económica (de inversión, operación y mantenimiento), complejidad tecnológica (constructiva y conceptual). Los resultados de este análisis fueron publicados en una primera aproximación de esta experiencia (Zanovello et al, 2016).

Desde ese momento el equipo de trabajo elaboró una serie de objetivos que apuntan a la validación de los prototipos desarrollados en contextos operacionales y a su difusión en el marco de una estrategia de diseño abierto: donde la comunidad adoptante actúa como desarrollador de sucesivos prototipos con el afán de encontrar adaptativa y participativamente soluciones adecuadas a los diversos ambientes donde se presenta esta problemática.

MATERIALES Y MÉTODOS

En 2017 se realizó la validación del prototipo resultante de la experiencia llevada a cabo en Cipolletti. Para ello se midieron caudales y elevación en tres situaciones diferentes dentro del sistema de riego del ejido Plottier: Canal primario, secundario y terciario en la zona de China Muerta (En la Figura 1 se observa el trazado de los canales y los puntos seleccionados para el estudio). De cada uno de estos se midió la sección, la velocidad utilizando un molinete hidrométrico y cinta métrica tomando la velocidad 3 veces para tomar un promedio y calculando caudales posteriormente.

Complementariamente se registraron las velocidades de giro de la bomba para el cálculo teórico.
Para completar la caracterización de la bomba, en el Cuadro 1 se muestran además los resultados de caudales obtenidos en otras locaciones realizadas sin instrumental de precisión por parte de técnicos y productores con la misma bomba.



Figura 5: Ubicación de los ensayos. China Muerta, Plottier, Neuquén

Objetivo: Probar la variación de caudal (Q) y altura (H) en función de distintas velocidades de los cauces y compararlo con los cálculos teóricos del estudio

Condiciones de la prueba.

- Bomba hidrocínética diseño INTA
- Diámetro exterior tambor 28,7 cm.
- Diámetro de palas 52,1 cm.
- Diámetro de manguera interior 19mm.
- Bobina de 22 espiras.
- Inmersión del 50% del cuerpo de la bomba.



Figura 2: Ensayo sobre el canal principal (a), secundario (b) y terciario (c)

Los resultados obtenidos fueron comparados con los caudales y elevación máxima obtenidas del cálculo teórico donde se tomó las experiencias de Mortimer y Annable (1985) y las correcciones experimentales del grupo de la Universidad de Alexandria (Kassab et al, 2005). Estos investigadores probaron en condiciones de laboratorio los sistemas de bombeo hidrocínético y desarrollaron un expresión matemática para el cálculo preliminar de su caudal.

$$Q_p = N_s * \pi r^2 * L_{w.1}$$

Donde:

Q_p= es el caudal erogado

N_s = número de revoluciones por minuto

r =diámetro interior de la manguera

L_{w.1} = es el largo del pulso de agua a la entrada de la bomba.

Aceptamos en estos cálculos las pérdidas de 4% obtenidas en dichos estudios debidas a las perdidas dinámicas de energía en el sistema de bombeo.

RESULTADOS Y ANÁLISIS

En el ensayo sobre el canal terciario no se obtuvieron resultados ya que las mediciones mostraron que al ser una sección pequeña el régimen era turbulento y la energía cinética dispersa no era suficiente para impulsar el movimiento giratorio de la bomba.

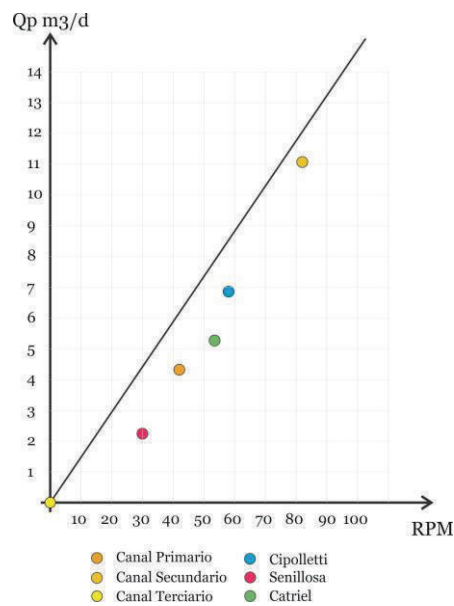
En el canal secundario tomamos un punto de alta velocidad (0,97 m/s). Como resultado obtuvimos los mayores caudales registrados para esta bomba, pero a costa de una pérdida significativa en la elevación debida al efecto denominado spillback producto de la alta velocidad de giro (96 rpm).

Las pruebas sobre el canal principal arrojaron mejores resultados en la elevación obtenida aunque con caudales más modestos (4.320 l/d). La tabla 1 resume los resultados experimentales.

Tabla 3: Caudales y elevaciones obtenidos

	Velocidad lineal (m/s)	Caudal (m ³ /s)	Velocidad de Giro (RPM)	Elevación (m)	Erogación (l/d)
Canal Primario	0.39	3.8	42	1.68	4320
Canal Secundario	0.97	0.37	82	1.05	11076
Canal Terciario	0.17	0.52	0	0	0

Cuadro 4: Caudales y elevaciones obtenidos respecto a la función teórica.



ESTADO DE AVANCE

Estos primeros resultados dan cuenta de que el cálculo preliminar de caudales a partir de la fórmula de Mortimer y Annable puede ser

aplicado a los prototipos experimentales teniendo en cuenta un margen de error producto de las pérdidas dinámicas del sistema de bombeo.

La bomba deberá construirse con materiales muy livianos y diseñarse hélices específicas cuando se busque aprovechar la energía de cauces lentos.

Queda trazada la relación lineal entre la velocidad de giro de la bomba y los caudales erogados. Contrariamente, la presión obtenida a la salida de la bomba y la consecuente elevación es afectada también por los niveles de los pulsos de agua al interior de la bobina entre otros parámetros. Un estudio más detallado de este comportamiento deberá realizarse para obtener una expresión que permita el dimensionamiento de estas bombas.

La estrategia de diseño abierto donde los usuarios participan del proceso de diseño e investigación permitió una exploración más amplia de la experiencia adaptativa, pero requiere de acuerdos y protocolos para asegurar la rigurosidad de los estudios.

BIBLIOGRAFIA

SADEK Z. KASSAB, AHMED A. ABDEL NABY, and EL SAYED I. Abdel Basier. 2005. Coil Pump Performance Under Variable Operating Conditions. Ninth International Water Technology Conference.

ZANOVELLO, L.; SHERIDAN, M.; VÁSQUEZ, P. 2016. Diseño Abierto de una Bomba de Río para Zonas de Secano. XVIII Reunión AADER.

VIEGAS, G. SAN JUAN, G. 2005. Estudio de la modalidad de transferencia tecnológica en función de la aceptación social del producto. Universidad Nacional de La Plata. 8 pp

RAASCH, C. CORNELIUS H. Y KERSTIN, B. 2009. On the Open Design of Tangible Goods. R&D Management Vol 39 No.4. 383 pp.

MORTIMER G.H.; ANNABLE R. 1984. The Coil Pump, Theory and Practice. Journal of Hydraulic Research, Vol 22, No.1