

OPTIMIZACIÓN DE LA POTENCIA DE BOMBEO EN PIVOTES CENTRALES

Fontanella, D.R.^{1*}, Schmidt, E.², Aumassanne, C.M.¹, Sartor, P.D.¹, Zamora, C.D.¹, Masseroni, M.L.¹

¹Agencia de Extensión Rural de INTA 25 de Mayo, La Pampa, Argentina;

²Ente Provincial del Río Colorado, Gobierno de La Pampa.

*fontanella.dardo@inta.gob.ar

RESUMEN

La incorporación de tecnología a los sistemas de riego ha incrementado la eficiencia del uso del agua, principalmente mediante el uso de sistemas presurizados por pivote central. En el área de regadío del río Colorado, en la provincia de La Pampa, se generan importantes ahorros de agua de riego debido a su alta eficiencia de aplicación comparados con los tradicionales sistemas gravitacionales.

Esta eficiencia se logra optimizando la conducción y distribución del agua a partir de la sustitución de la energía gravitacional por energía eléctrica, siendo esta entonces un costo importante en el costo total del cultivo. El objetivo del presente trabajo es analizar casos usados actualmente y plantear alternativas en el diseño de los pivotes centrales para minimizarla presión de trabajo y por ende su demanda energética.

El trabajo se realiza junto con el Ente Provincial de Río Colorado, a partir de información generada en la Chacra Experimental EPRC Sección II del Sistema de Aprovechamiento Múltiple 25 de Mayo.

Se puede disminuir significativamente la potencia de bombeo del sistema de riego y por ende sus costos energéticos de bombeo, a partir de la optimización del diseño y operación de los equipos de riego.

Palabras claves: riego presurizado, pivote central, eficiencia de riego, 25 de Mayo

INTRODUCCIÓN

En Argentina, el 70% del territorio es desértico o semidesértico, y desde el punto de vista agronómico se caracteriza porque el requerimiento de agua de los cultivos es superior a las precipitaciones, y donde la práctica de riego permite aportar el agua que necesitan los cultivos para obtener rendimientos óptimos. Por esta razón, las estrategias de aprovechamiento hídrico serán vitales en el desarrollo económico, social y productivo.

Desde el punto de vista agronómico, la incorporación de tecnología a los sistemas de riego ha incrementado la eficiencia del uso del agua. El uso eficiente del agua y de la energía es de vital importancia para el incremento de la productividad en la agricultura de regadío, principalmente en zonas áridas y semiáridas donde el riego es integral como en 25 de Mayo donde se aplican láminas de riego de 1400 mm/ha año⁻¹; además permite ser sostenible ambientalmente. En este contexto, el óptimo uso de agua y energía va implícito con la necesaria modernización del riegopresurizado, donde las demandas energéticas son altas (Moradi-Jalal, 2003-2004, IDEA, 2011, Recaet *al.*, 2014).

El nivel tecnológico utilizado en la aplicación de agua a los cultivos depende directamente de los recursos disponibles y de los beneficios que son posibles de obtener al optimizar dichos recursos. Sin embargo, el uso de un mayor nivel tecnológico permite garantizar un mejor control de algunos de los factores que afectan el rendimiento de los cultivos y con ello disminuir los riesgos producto de las fluctuaciones de dichos factores (Becerra, 1995).

El consumo de energía eléctrica depende de la potencia adsorbida por la bomba de riego (según el caudal y la presión de trabajo), de la eficiencia de las bombas y el costo de operación de las estaciones de bombeo que depende además de las tarifas eléctricas. La optimización global del funcionamiento de un sistema de distribución de agua requiere la evaluación de diferentes alternativas de bombeo y la adecuación del funcionamiento a las tarifas con el fin de minimizar el costo total, teniendo en cuenta la anualidad de la inversión y los gastos de operación (energéticos y de mantenimiento), con las correspondientes tasas de actualización de costos (Merriam y Keller, 1983; MAGRAMA, 2000; Pulido-Calvo, 2001).

En el área de regadío del río Colorado, en la provincia de La Pampa, se generan importantes ahorros de agua de riego debido a su alta eficiencia de aplicación mediante pivotes centrales comparados con los tradicionales sistemas gravitacionales. Esta eficiencia se logra optimizando la conducción y distribución del agua a partir de la sustitución de la energía gravitacional por energía eléctrica, siendo esta entonces un costo importante en el costo total del cultivo. El objetivo del presente trabajo es analizar casos usados actualmente (original) y plantear alternativas en el diseño hidráulico de los pivotes centrales, para minimizar la presión de trabajo y por ende su demanda energética.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realiza en conjunto con el Ente Provincial de Río Colorado (EPRC), a partir de información generada en la Chacra Experimental del EPRC en la Sección II del Sistema de Aprovechamiento Múltiple 25 de Mayo. En el establecimiento se cuenta con dos pivotes centrales de 58 has, desde 2016 dedicadas a la experimentación adaptativa de cultivos y formas de aplicación del agua. Los pivotes tienen una pluviometría correspondiente a una lámina bruta de 14 mm/día. Cuentan con diferentes paquetes de aspersores para realizar diferentes ensayos. Cada bomba de riego está impulsada por un motor eléctrico de 100 HP, tiene servicio de energía de red y agua de riego por canal.

El pivote central corresponde a uno de los equipos de mayor nivel tecnológico en la aplicación del agua mediante aspersión a los cultivos, con grandes ventajas que han incentivado su adopción

(Figura 1). Definido según Tarjuelo (1999) como ramales auto desplazables, donde el agua es aplicada a través de emisores localizados sobre o bajo una tubería elevada (aspersores de alta presión tipo impacto, de media presión tipo wobblers, rotadores, spiners y de baja presión, tipo spray y LEPA). La tubería se divide en tramos, que son soportados por un número variable de torres automotrices que se desplazan en círculo sobre el terreno, alrededor del punto fijo denominado punto pivote (Martínez, Sánchez y Serrano, 2001). Este último integra el tablero de comando, la interconexión hidráulica proveniente del sistema de impulsión y las conexiones de suministro eléctrico que permiten el accionamiento de toda la unidad.

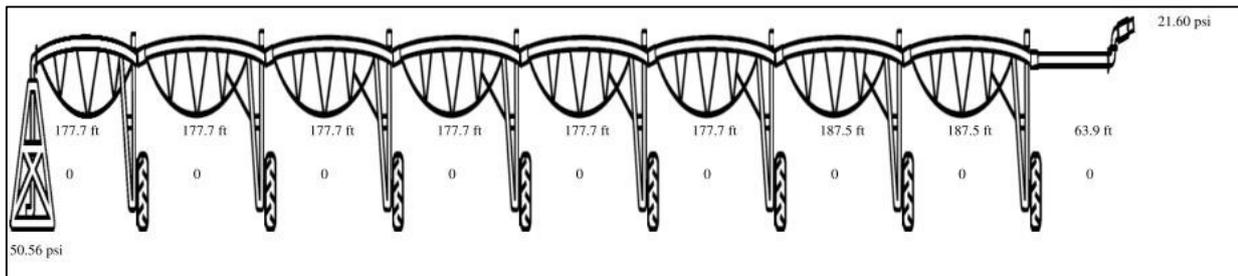


Figura 1. Esquema del equipo de pivote central de 8 tramos.

Se evaluó la cartilla de diseño de pluviometría del pivote original y dos propuestas alternativas para la optimización del sistema de riego.

Para la evaluación de las alternativas se parte de la premisa de la no necesidad de trabajar con reguladores de presión debido que no existen desniveles topográficos mayores de 2 m dentro del radio que ocupa el lateral en cualquier posición en el campo, se evita la pérdida de carga generada por el regulador disminuyendo la presión de trabajo. Se evita el recambio por desgaste prematuro por condiciones de sedimentos normales del agua de riego de la zona

Se plantea la posibilidad de cambiar los aspersores actuales I-Wob por el modelo LDN (LowDriftNozzle) que permiten configurar al equipo para operar en condiciones de LEPA (LowEnergyPresicionApplication). Las ventajas del sistema LEPA, es que trabaja con la menor presión de todos los aspersores del mercado, tienen una alta eficiencia de aplicación (95%, no moja la planta, no produce deriva, minimiza la evaporación), la eficiencia es 10% superior a los aspersores colocados actualmente I-Wob.

Condición original

- ✓ Caudal 417 m³/h.
- ✓ Utilización de reguladores de presión (fuera del rango de operación por desgaste) de 15 PSI en todas las bajadas, aspersores Senninger modelo I-Wob.
- ✓ Presión entrada pivote 56 PSI a nivel de terreno, al final del equipo 25 PSI.
- ✓ Potencia de bombeo 100 HP (75 Kw).
- ✓ Necesidades para adoptar esta alternativa:
- ✓ Comprar 197 reguladores de 15 PSI.
- ✓ Comprar 197 aspersores I-Wob.

Alternativa 1

- ✓ Caudal 417 m³/h.
- ✓ Utilización de reguladores de presión de 15 PSI y aspersores I-Wob desde el 1° al 3° tramo.
- ✓ Utilización de sistema LEPA (SIN REGULADOR) desde el tramo 4° al 9° (voladizo).
- ✓ Disminución de presión de equipo: entrada 40 PSI a nivel de terreno, al final del equipo 10 PSI mínima presión de operación recomendada en pivotes.
- ✓ Disminución de la potencia de bombeo a 81 HP.

Alternativa 2

- ✓ Caudal: 375 m³/h. (disminución de un 10% respecto al actual por conseguir mayor eficiencia de riego).
- ✓ Utilización de reguladores de presión de 15 PSI y aspersores I-Wob desde el 1° al 3° tramo.
- ✓ Utilización del sistema LEPA (SIN REGULADOR) desde el tramo 4° al 9° (voladizo).
- ✓ Disminución de la presión de equipo: entrada a 41 PSI a nivel de terreno, al final del equipo a 10 PSI mínima presión de operación recomendada en pivotes.
- ✓ Disminución de la potencia de bombeo a 59 HP.

Para los cálculos de demanda de potencia se tuvo en cuenta la disminución de caudal y presión respecto a la condición original, manteniendo la bomba original, siendo necesario solamente el reemplazo del impulsor por uno de menor diámetro, de esta manera, se mantiene la operación dentro del rango de eficiencia de la bomba.

Las cartillas pluviométricas fueron confeccionadas por JimBordovsky de la Universidad de Texas EEUU, aplicando su experiencia de más de 30 años con el sistema LEPA.

RESULTADOS

La potencia absorbida por la bomba es máxima (100 HP) en la condición original y mínima (49 HP) en la Alternativa 2, definidas por la máxima presión y alto caudal en la condición original respecto a la Alternativa 2. En esta alternativa se alcanza una menor de presión de bombeo la cual resulta suficiente y considerando el importante ahorro de energía (41%), resultaría la mejor propuesta respecto a la condición original (Tabla 1).

Tabla 1. Planteo de alternativas de costos, potencia, caudal y presión de bombeo.

	Cuadro Evaluación de Alternativas		
	Cond.Original	Alternativa 1	Alternativa 2
Potencia motor bomba. HP (Kw)	100 (75)	81 (60.75)	59 (44.25)
Costo electricidad mensual \$	67992	55086	40142
Ahorro mensual energía %	0	19	41
Presión estación bombeo PSI	64	50	49
Presión pivote a nivel de terreno PSI	56	40	41
Caudal m ³ /hs	417	417	375

La adopción del sistema LEPA es favorable desde el punto de vista hidráulico, agronómico, operativo, económico y mejora la eficiencia de riego.

Hidráulicamente:

*Permite reducir la presión de bombeo minimizando desgaste de toberas y prolongando su vida útil.

*Consumo significativamente menos energía de bombeo, manteniendo los estándares de uniformidad de aplicación.

*Solo hay que realizar trabajo de tornería en el impulsor de la bomba, reduciéndolo al diámetro establecido.

Agronómicamente:

*Es factible de aplicar por las características de baja pendiente topográfica.

*Alta velocidad de infiltración del suelo.

*Por la distribución de humedad en el perfil.

*No existen restricciones para los cultivos respecto a esta forma de aplicación del agua de riego.

Operativamente:

*Es sencilla la transformación a LEPA por poseer la mayoría de los tramos del equipo, las bajadas a una distancia de 1,5 m.

*Es muy simple pasar de la configuración de spray (utilizado para hacer germinar el cultivo) a la forma "borboteador", solo hay que girar el plato deflector del aspersor.

Económicamente:

*Es una opción superadora a la actual porque garantiza menor costo operativo por una mayor vida útil.

*Es la opción más económica, para el remplazo actual de la pluviometría. (aproximadamente 53% de ahorro).

*Genera un ahorro significativo de energía de bombeo respecto al actual del 41%.

Eficiencia.

*Aumento de la Eficacia de aplicación (Ea), la cual se debe a las características de la pluviometría que evita la deriva, minimiza la evaporación directa y la intercepción por el cultivo, todas estas variables sumamente afectadas por las condiciones climáticas de la zona (alta radiación, alta temperatura, baja humedad relativa, frecuencia y velocidad de viento).

Se genera un aumento de la eficiencia de aplicación manteniendo la lámina neta, por ende disminuye la lámina bruta (reducción del 10% del caudal de bombeo) (2) y (3).

Se mantiene la lámina neta del sistema según la siguiente fórmula (1).

$$L_n = L_b \times E_a \quad (1)$$

L_n : Lámina de riego Neta.

L_b : Lámina de riego Bruta.

E_a : Eficiencia de Aplicación.

Condición original:

$$L_n (10 \text{ mm/día}) = L_b (11.5 \text{ mm/día}) \times E_a (85\% \text{ I-Wob}) \quad (2)$$

Alternativa 2:

$$L_n (10 \text{ mm/día}) = L_b (10.5 \text{ mm/día}) \times E_a (95\% \text{ LEPA}) \quad (3)$$

La disminución de presión dentro del sistema permite bajar la potencia del motor eléctrico del sistema bombeo y ahorrar energía de bombeo, manteniendo el caudal.

Seguidamente se analizan diferentes alternativas de pluviometría para reconvertir la condición de trabajo del pivote, incluida la condición original de diseño del equipo.

CONCLUSIONES

La elevada presión y las impurezas propias del agua de riego maximizan el desgaste prematuro del sistema de aspersión, por lo tanto, se sugiere reducir la presión en el sistema de impulsión y el filtrado para el material vegetal.

Se presentan 2 Alternativas a la condición original de operación del equipo como propuestas superadoras. De las alternativas presentadas, la alternativa 2 resulta la más ventajosa para implementar por el máximo ahorro de energía de 41% respecto a la situación original.

Se puede disminuir significativamente la potencia de bombeo del sistema de riego y por ende sus costos energéticos de bombeo, a partir de la optimización del diseño y operación de los equipos de riego.

BIBLIOGRAFÍA

Becerra, F. 1995. Diseño, manejo y evaluación del pivote central y sus perspectivas para Chile. Proyecto de Título. Facultad de Ingeniería Agrícola, Universidad de Concepción Chillan, Chile. 194 p.

IDAE. 2011. Plan de acción de ahorro y eficiencia energética 2011-2020. Madrid, España: Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía.

Martinez, J.; Sanchez, J.; Serrano, I. 2001. Evaluación del sistema de riego por aspersión en pivote central, instalado en Chapingo México. Departamento de Irrigación, Universidad Autónoma Chapingo, México. 14 p

Merriam, J. L., Keller, J. 1983. Farm irrigation system evaluation. A guide for management. Utah State University, Logan, Utah.

Moradi-Jalal, M., Mariño, M. A., Afshar, A. 2003. Optimal Design and operation of irrigation Pumping Stations. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 129 (3), 149-154.

Moradi-Jalal, M., Rodin, S. I., Afshar, A. 2004. Use of genetic algorithm in optimization of irrigation Pumping Station. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 130(5), 357-365.

Reca, J., García-Manzano, A., Martínez, J. 2014. Optimal pumping scheduling model considering reservoir evaporation. *AgriculturalWaterManage* 148: 250-257.

Tarjuelo, J. 1999. *El riego por aspersión y su tecnología*. Ediciones Mundi - Prensa. Madrid. 670 p.