

Métodos prácticos para el aforo de pozos de riego

Miguel Ramón¹
Fernando Mauriello¹
Nelly Delgado¹
Boris Arteaga²

¹Investigadores. ²Técnico Asociado a la Investigación. INIA Centro de Investigaciones Agrícolas del Estado Portuguesa. Correo electrónico: mramon@inia.gob.ve

La determinación del caudal de riego es una práctica necesaria porque permite establecer la superficie de suelo a regar para un determinado cultivo. Así, el aforo de un pozo no debe realizarse únicamente al establecerse el mismo, si no que es necesario realizarlo periódicamente, ya que permitiría establecer bajas en el caudal, durante la época seca o detectar un posible mal funcionamiento de la bomba en un momento determinado. En consecuencia, el aforo es un principio básico que permite planificar un uso eficiente de un elemento tan vital como lo es el agua de riego. Este artículo tiene como objetivo describir los tres métodos prácticos más comunes para establecer el caudal de un pozo de riego.

Los métodos aquí descritos se pueden usar únicamente cuando el caudal de agua sale de una tubería.

Aforo volumétrico

Este método de aforo volumétrico consiste en la utilización de un recipiente de capacidad conocida, con un cronometro se mide el tiempo de llenado, lo cual permite calcular el caudal mediante la formula siguiente:

$$Q = \frac{V}{T}$$

Donde:

Q = caudal en litros por segundo.

T = tiempo de llenado en segundos.

V = volumen del recipiente en litros.

La aplicación de este procedimiento plantea algunas limitaciones e inconvenientes, como:

- Cuando la capacidad del depósito es pequeña y el caudal a aforar es considerable, el tiempo de llenado puede ser tan reducido que el dato obtenido carecerá de precisión. Un buen aforo

por este sistema se obtiene a partir de los 20 segundos de tiempo de llenado.

- Si la capacidad del depósito utilizado es muy grande se plantean problemas de transporte y manipulación.

Sin embargo, las anteriores consideraciones se pueden obviar si el pozo está dotado de una tanquilla de cemento construida a la salida de la bomba, lo cual es una situación muy común en el país.

El procedimiento a seguir es el siguiente:

- 1) Vaciar completamente la tanquilla y cerrar todas las salidas.
- 2) Determinar el volumen de la tanquilla en litros.
- 3) Prender la bomba de riego.
- 4) Iniciar el cronómetro sólo cuando el agua comience a caer en la tanquilla. En caso de no contar con un cronómetro, actualmente, la mayoría de los teléfonos celulares cuentan con un cronometro bastante preciso (Figura 1). Se recomienda tomar dos tiempos y luego estimar el promedio. Es importante señalar que el tiempo debe ser tomado en segundos y no en minutos.

Ejemplo:

Volumen de la tanquilla: 2 metros x 2 metros x 1 metros = 4 metros cúbicos = 4.000 litros.

Tiempo de llenado = 180 segundos.

$$Q = \frac{V}{T} = \frac{4.000 \text{ metros cúbicos}}{180 \text{ segundos}}$$

= 0,2222 metros cúbicos por segundo =

= 22,22 litros por segundo



Figura 1. Aforo volumétrico, tiempo medido con el cronómetro del teléfono celular.

Aforo por trayectoria

Existe un cierto número de formulas y artificios que proporcionan el caudal que circula por una tubería sin necesidad de instalación de aparatos de medida. Estas formulas experimentales permiten una rápida estimación del caudal bombeado pero no responden a una exacta medida del mismo. En este caso la formula a usar es la siguiente:

$$Q = 2,216 \times \frac{D \times S}{\sqrt{k}}$$

Donde:

Q = caudal en metros cúbicos por segundo.

D = distancia en metros, desde la salida del agua de la tubería hasta su punto de contacto con el suelo.

S = área del diámetro de la tubería en metros cuadrados.

K = altura en metros desde el suelo hasta el centro de la tubería de descarga.

La tubería de descarga debe estar perfectamente horizontal, tener al menos una longitud de un metro y salir completamente llena (Figura 2).

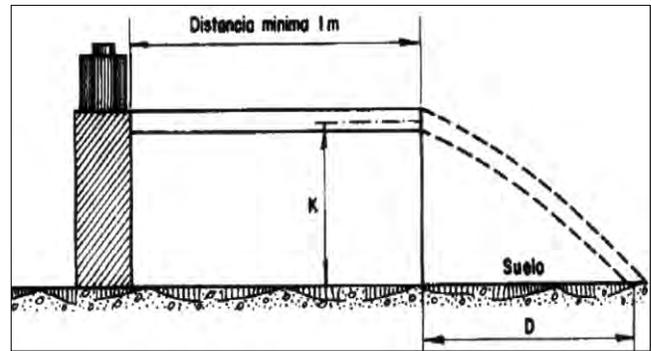


Figura 2. Aforo por trayectoria.

Ejemplo:

Una vez que la bomba esté en funcionamiento se procede a medir D y S con una cinta métrica. En cuanto a S, si el diámetro de la tubería es de 15 cm. el área puede ser calculada a través de; $S = \pi \times r^2 = 3,14 \times (0,075 \text{ metros})^2 = 0,0176 \text{ metros cuadrados}$.

Sustituyendo los valores tenemos:

$$Q = 2,216 \times \frac{D \times S}{\sqrt{k}}$$

$$= 2,216 \times \frac{(0,65 \text{ metros}) \times (0,0176 \text{ metros cuadrados})}{\sqrt{1,30 \text{ m}}}$$

Q = 0,222 metros cúbicos = 22,2 litros por segundo.

Aforo con escuadra

Este método consiste en medir la distancia horizontal (D), que existe entre la extremidad del tubo donde brota el agua y un punto situado exactamente a 30,5 centímetros por encima de la caída del agua, para lo cual se usa una escuadra bien sea de madera o metal (Figura 3).

$$Q = 3,9 \times D \times S$$

Donde:

Q = caudal en metros cúbicos por segundo.

D = distancia en metros, desde el borde del tubo hasta un punto situado a 30,5 centímetros por encima de la caída del agua.

S = área del diámetro interno de la tubería en metros cuadrados.

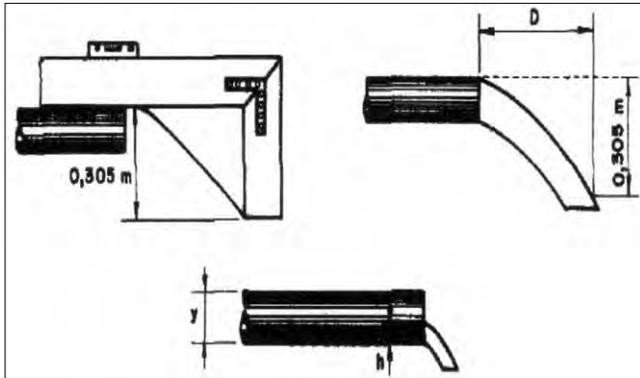


Figura 3. Método de la escuadra.

En caso de no estar completamente llena la tubería se debe usar la relación h entre y (h/y), para corregir el caudal, donde ' y ' es el diámetro del tubo y ' h ' es la altura del agua dentro del tubo.

Este es un método muy práctico que permite establecer el caudal con gran rapidez. Solo debe disponerse de un escuadra preferiblemente de metal de un metro o más en su brazo horizontal, al cual se le puede adherir una cinta métrica, y con un brazo vertical de exactamente 30,5 centímetros (Figura 4). El técnico puede construir una tabla donde, previamente, se han calculado los diferentes caudales en función de diversos valores de D , evitando de esta manera efectuar los cálculos continuamente.

Si la tubería no está completamente llena, se puede tener una idea aproximada del caudal, multiplicando el resultado obtenido por la relación de h entre y (h/y), donde ' y ' es el diámetro del tubo y ' h ' es la altura del agua dentro del tubo (Figura 3).

Ejemplo:

Tomando como ejemplo la misma tubería anterior donde $S = 0,0176$ metros cuadrados y habiendo establecido con la escuadra un valor de $D = 33$ centímetros, se tiene:

$$Q = 3,9 \times 0,33 \text{ metros} \times 0,0176 \text{ metros cuadrados} \\ = 0,02265 \text{ metros cúbicos por segundo} = 22,65 \text{ litros por segundo.}$$

En el caso que la tubería no esté completamente llena, siendo la altura de la lámina de agua dentro del tubo de 12 centímetros, se tiene una relación

de $h/y = 12/15 = 0,8$. Al multiplicar este valor por $Q = 22,65$ litros por segundo, se obtiene un caudal corregido de $Q = 18,12$ litros por segundo.



Figura 4. Método de la escuadra.

Observaciones finale

Una vez obtenidas las tres lecturas se puede estimar un caudal promedio de la manera siguiente:

$$Q = \frac{22,22 + 22,23 + 22,65}{3} = 22,36 \text{ litros por segundo.}$$

De los cálculos anteriores se puede afirmar con bastante exactitud que el caudal del pozo analizado es de 22,36 litros por segundo. La capacidad de este caudal para irrigar un cultivo agrícola depende de diversos factores entre los cuales se encuentran: el tipo de cultivo, textura del suelo, precipitación y evapotranspiración, método de riego y topografía.

En condiciones medias de suelo y clima y en cultivos con exigencias hídricas promedio, se puede estimar que:

- a) Si se dispone de agua las 24 horas, se necesitarán un litro por segundo por hectárea.
- b) Si la fuente de agua se utiliza durante las 12 horas, se requerirán de dos litros por segundo por hectárea.
- c) Si el agua se dispone únicamente durante una jornada de trabajo de ocho horas, se requerirán entonces de tres litros por segundo por hectárea.

De acuerdo con los tres escenarios señalados anteriormente, el pozo que se acaba de aforar puede regar 22 hectáreas para la situación (a), 11 hectáreas para la situación (b) y siete hectáreas para la situación (c).

Bibliografía consultada

Pascual, C. I. 1976. Conservación de la humedad del agua de riego y de la lluvia en caña de azúcar.

Normas para el Programa CHARL del Plan IPCC. Comisión Nacional de la Industria Azucarera. México, Instituto para el Mejoramiento de la Producción de Azúcar. 59 p.

Fusagri. 1984. Riego en las fincas. Maracay, Venezuela. Fusagri. 137 p. (Serie Petróleo y Agricultura. No 4)

Villanueva, M.; Iglesias, A. 1984. Pozos y acuíferos. Técnicas de evaluación mediante ensayos de bombeo. Capítulo X. Equipado del pozo. España, Instituto Geológico Minero de España. 426 p.

