



Artículo: COMER-18058

**IV CONGRESO NACIONAL  
DE RIEGO Y DRENAJE COMER 2018**  
Aguascalientes, Ags., del 15 al 18 de octubre de 2018

## **INSTRUMENTACIÓN DE LA MEDICIÓN DEL RIEGO A NIVEL DE PARCELA Y DE TOMA GRANJA EN SUPERFICIES RIGRAT**

**Juan Carlos Herrera Ponce<sup>1\*</sup>; Pedro Pacheco Hernández<sup>1</sup>; Jorge Castillo Gonzalez<sup>1</sup>;  
Helene Unland Weiss<sup>1</sup>; Blas Espinoza Quintero<sup>2</sup>; Alberto Alatorre Márquez<sup>2</sup>; Erika  
Cecilia Gastelum Solano<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Paseo Cuauhnáhuac 8532,  
Colonia Progreso, Jiutepec, Morelos, C.P. 62550, México.

[jherrera@tlaloc.imta.mx](mailto:jherrera@tlaloc.imta.mx) - 7773293600 Ext 466 (\*Autor de correspondencia)

<sup>2</sup> Distrito de Riego 063 Guasave, Sin., Guasave, Sinaloa, C.P. 81000 México.

<sup>3</sup>Responsable Técnico RIGRAT, Módulo II-2 Tetameche, DR 063 Guasave, Sin. C.P. 81000 México

### **Resumen**

En los Módulos de riego de los Distritos de riego de México la medición de los gastos entregados a nivel de parcela y de toma granja es una actividad estratégica de la cual depende el cálculo del volumen aplicado, la lámina aplicada, la eficiencia de aplicación y la eficiencia de la red interparcelaria. En el presente trabajo se describe la forma en que se ha implementado la medición del gasto y volumen entregado a nivel de parcela y de toma granja, en una superficie de 9,000 ha distribuida en los módulos de riego del DR 063 Guasave, Sin. En donde cada Responsable Técnico proporciona asesoría en riego parcelario en una superficie compacta de 1,000 ha, en el marco de las actividades de asistencia técnica del programa RIGRAT.

**Palabras claves:** riego por gravedad, medición del riego, aforo parcelario



## **Introducción**

En el 2013, el Gobierno Federal implantó el Programa Riego por Gravedad Tecnificado (RIGRAT) cuyo objetivo consiste en hacer un uso más racional del agua de riego, mediante el incremento de la eficiencia de aplicación a nivel parcelario y el rendimiento de los cultivos, y de esta forma incrementar los indicadores de productividad del agua y utilidad para los productores.

En términos generales, el programa considera cuatro tipos de apoyos a los usuarios de riego: asistencia técnica, coordinación, equipo de medición y nivelación de terrenos agrícolas. La asistencia técnica, proporcionada por los técnicos de campo, es la base del programa y considera las siguientes actividades básicas: caracterización de parcelas con fines de riego, diseño y trazo del riego parcelario, seguimiento del riego, medición y entrega del agua a nivel parcelaria, evaluación del riego y nivelación de tierras.

En este trabajo se describe la medición de los gastos a nivel de parcela y de toma granja, que son actividades estratégicas, de las que depende el cálculo del volumen aplicado, la Lámina aplicada, la eficiencia de aplicación y la eficiencia de la red interparcelaria. Además, se describe la forma en que se ha implementado la medición del gasto y volumen entregado a nivel de parcela y de toma granja, en una superficie de 1,000 ha, que asesora un Responsable Técnico, en el marco de las actividades de asistencia técnica del programa RIGRAT en el DR 063 Guasave, Sin.

## **Materiales y Métodos**

A continuación, se describen las actividades realizadas para implementar la medición del gasto y volumen entregado a nivel de parcela y de toma granja, en una superficie de 9,000 ha distribuida en los módulos de riego del DR 063 Guasave, Sin.

### **Medición a nivel de parcela**

Esta medición se realizó mediante el método de área y velocidad en las regaderas justo a la entrada de las parcelas; donde el área de la sección transversal de la regadera se determinó, mediante dos franjas verticales (Figura 1); la velocidad media del flujo en la regadera se midió con un molinete electrónico de copas (con tableta digital), colocado a una altura de cuatro decimos sobre la vertical central de la sección transversal (Figura 2); y el gasto en la regadera se calculó como el producto del área de la sección transversal y la velocidad media del flujo.



**Figura 1.** Medición del área, sección transversal regadera

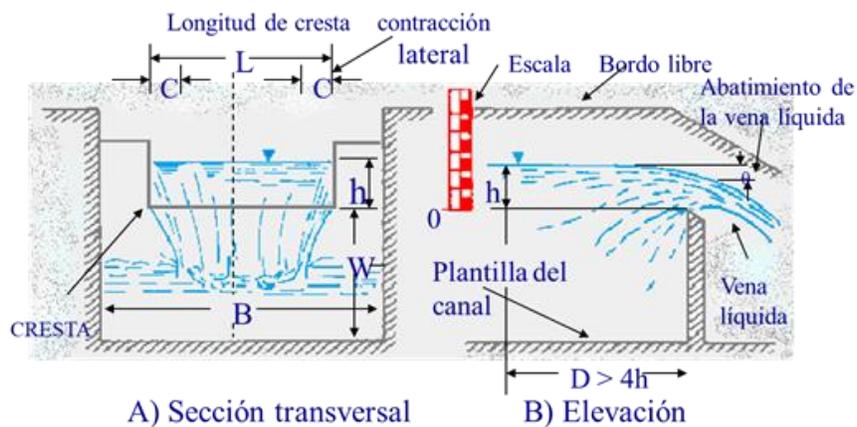


**Figura 2.** Medición de la velocidad mediante molinete electrónico

### Medición a nivel de toma granja

Para realizar esta medición se diseñaron e instalaron vertedores rectangulares de cresta afilada en los tanques distribuidores de las tomas granja, que disponen de la suficiente carga hidráulica para satisfacer la pérdida de energía de este tipo de vertedores.

El diseño de los vertedores rectangulares se realizó considerando los parámetros geométricos básicos de estas estructuras (Figura 3), como son: la longitud de la cresta vertedora ( $L$ ), la carga hidráulica máxima sobre la cresta ( $h$ ), la altura de la pantalla hasta la cresta ( $W$ ), la distancia desde la cresta hasta la escala ( $D$ ).



**Figura 3.** Parámetros para diseño del vertedor rectangular de cresta afilada

Los vertedores rectangulares se construyeron con placa de hierro, con espesor de 1/8" y recubrimiento anticorrosivo, para obtener el menor costo. El proceso para instalación de estos vertedores estuvo integrado por las siguientes etapas: sellado de los muros, instalación de la estructura y pintado de la escala.

Para el sellado de los muros se procedió a eliminar la tierra e impurezas de los muros de la caja de la toma granja. A continuación, se aplicó una mezcla de cal, cemento blanco y sellador, que actúa como sellador de las irregularidades de los muros (Figura 4).

Para la instalación de la estructura, en primera se presentó "a plomo" la placa del vertedor rectangular, para nivelar su escotadura. Posteriormente, se construyeron chaflanes de concreto (a 45°), a ambos lados del vertedor (Figura 5).

Para el pintado de la escala se transfirió el nivel de la escotadura del vertedor rectangular al muro vertical de la caja distribuidora de la toma granja, el cual corresponde al cero de la escala. Además, se aplicó la primera capa de pintura de color blanco, para el fondo de la escala; se aplicó la segunda capa de pintura en color rojo para el cuerpo de la escala; y se trazó centímetro a centímetro la escala y se pintó de color negro (Figura 6).

Finalmente, el gasto entregado por la toma granja se encuentra en función de la carga hidráulica sobre la escotadura del vertedor rectangular, la cual simplemente se lee en la escala pintada en el muro vertical de la caja distribuidora de la toma granja (Figura 7). Esta carga hidráulica se reemplaza en la ecuación del vertedor rectangular con contracciones, la cual se puede tabular para simplificar la determinación del gasto.

$$Q = 1.84 (L - 0.2h) h^{1.5}$$

Donde:  $Q$  es el gasto en  $m^3/s$ ,  $L$  es la longitud de la escotadura del vertedor (m) y  $h$  es la carga hidráulica sobre la escotadura del vertedor.



**Figura 4.** Aplicación del sellador



**Figura 5.** Construcción de chaflanes



**Figura 6.** Pintado de la escala



**Figura 7.** Medición del gasto

## Resultados y Discusión

A continuación, se presentan los principales resultados obtenidos al implementar la medición del gasto y volumen entregado (nivel de parcela y toma granja), en una superficie de 9,000 ha, distribuida en los módulos de riego del DR 063 Guasave. Donde cada Responsable Técnico asesora una superficie compacta de 1,000 ha.

### Medición a nivel de parcela

Considerando los patrones de cultivos predominantes (maíz, frijol, garbanzo y sorgo y otros cultivos menores), en los últimos cuatro años, en las superficies RIGRAT, en una superficie compacta de 1,000 ha, en el DR 063 Guasave, Sin., con una tenencia de la tierra de cinco a diez hectáreas. La demanda de riego puede variar desde un valor mínimo de seis riegos hasta un valor máximo de 18 riegos, por lo que la demanda promedio es de 12 riegos.

La medición con el molinete eléctrico de copas se puede realizar en todas las parcelas de la superficie compacta de 1,000 ha, para realizar el aforo con molinete es necesario mantener limpio un tramo de la regadera para hacer la medición en el menor tiempo y con la mayor precisión posible. Bajo estas condiciones de campo, el tiempo promedio que se invierte para realizar cada medición es de 40 minutos. Este tiempo incluye el traslado al sitio de la medición, la instalación del puente de aforo, el aforo con molinete eléctrico de copas y el cálculo del gasto; por lo que, es posible realizar hasta 12 mediciones en una jornada de ocho horas.

La Figura 8 muestra la comparación entre el número de riegos según la demanda de riegos diaria (mínima, media y máxima), contra el número de aforos promedio que se pueden realizar con el molinete electrónico de copas. Como podrá observarse, durante la época de máxima demanda de riegos, no es posible realizar el aforo con el molinete eléctrico de copas en todos los riegos.



Para resolver esta situación, se presentan dos opciones: la primera, aumentar la jornada de trabajo (horas-hombre) a casi el doble de tiempo; y la segunda, hacer un solo aforo en el primer turno del riego, y para los siguientes turnos utilizar la marca del nivel del agua del primer aforo, para estimar el gasto de los siguientes turnos. La segunda opción, implica menor precisión en las mediciones y en consecuencia, menor precisión en la determinación del volumen aplicado, la lámina aplicada, la eficiencia de aplicación y la eficiencia de la red interparcelaria.

### **Medición a nivel de toma granja**

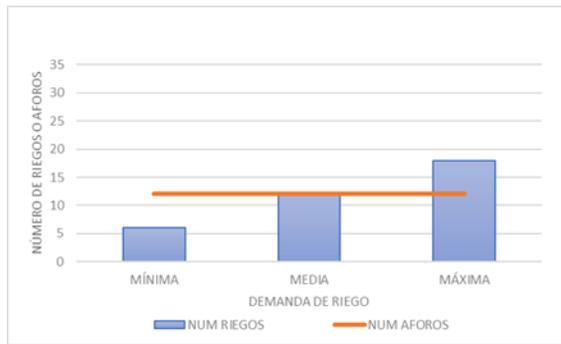
Los vertedores rectangulares solamente se pueden instalar en aquellas tomas granja que disponen de la suficiente carga hidráulica para satisfacer la pérdida de energía que genera este tipo de estructuras; por lo cual, estas estructuras solamente se pueden instalar en “tomas granjas altas”, las cuales se localizan en tramos de canal construidos sobre terraplén. Por esta razón, la medición con el vertedor rectangular no se puede realizar en todas las tomas granjas de la superficie compacta de 1,000 ha, que asesora cada Responsable Técnico.

Para realizar la medición con el vertedor rectangular se invierte un tiempo promedio de 15 minutos, que incluye el traslado al sitio de la medición, la lectura de la carga hidráulica y la determinación del gasto mediante la ecuación en forma tabular; por lo que, es posible realizar hasta 32 mediciones en una jornada de ocho horas.

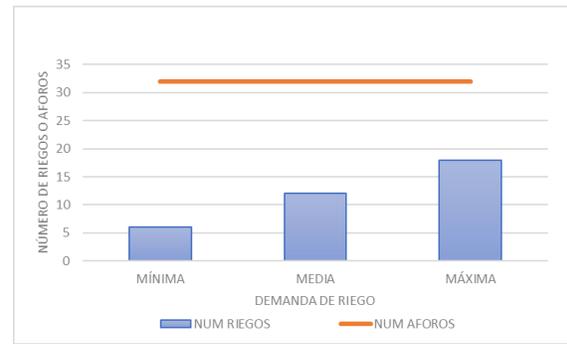
La Figura 9 muestra la comparación entre el número de riegos según la demanda de riegos diaria (mínima, media y máxima), contra el número de lecturas promedio con los vertedores rectangulares. Como podrá observarse, durante la época de máxima demanda de riegos, sería posible determinar el gasto en todos los riegos, siempre y cuando fuera posible instalar los vertedores rectangulares en todas las tomas granja.

A pesar de lo anterior, en la red de distribución de los módulos de riego del DR 063 Guasave se encontró que es posible instalar los vertedores rectangulares en tan solo una parte del total de tomas granja de la superficie RIGRAT (9,000 ha). Esta cantidad de “tomas granjas altas” varía de 25% a 40%. Por lo que, en las tomas granjas que disponen de cargas hidráulicas pequeñas es necesario instalar otras estructuras como vertedores de cresta ancha que soportan mayor ahogamiento, pero que son más caras que los vertedores rectangulares.

Como podrá observarse en las Figuras 8 y 9, para la medición a nivel de parcela con el molinete eléctrico de copas, en la época de máxima demanda, se presenta una desproporción entre el número de riegos y número de aforos. Esta desproporción se puede compensar incrementando el costo de operación (horas-hombre) o reduciendo la precisión de las mediciones. Es decir, para la medición con el molinete eléctrico de copas es posible cubrir todos los riegos para las épocas de mínima y mediana demanda, y para la época de máxima demanda es posible cubrir todos los riegos, reduciendo la precisión de las mediciones, con los mismos costos de operación.



**Figura 8.** Número de riegos Vs. número de afloros (parcela)



**Figura 9.** Número de riegos Vs. número de lecturas (toma granja)

En el caso de la medición a nivel de toma granja, en la misma época de máxima demanda, sería posible medir la totalidad de los riegos, siempre y cuando, fuera posible instalar algún tipo de vertedor ya sea cresta afilada o cresta ancha. En el caso particular del DR 063 Guasave, solamente es posible instalar vertedores rectangulares en las “tomas granja altas”, cuyo número que varía de 25 a 40% del total de tomas granja de la superficie RIGRAT.

## Conclusiones

Cada Responsable Técnico RIGRAT que asesora una superficie compacta de 1,000 ha, tiene la capacidad para realizar la medición de los gastos a nivel de parcela, para las épocas de mínima y de mediana demanda.

Durante la época de máxima demanda el Responsable Técnico no puede realizar ninguna otra actividad de asistencia técnica, por el contrario, debe incrementar el número de horas hombre o reducir la precisión de la medición para cubrir todos los riegos que se presentan en esa etapa.

En el caso particular de la superficie RIGRAT del DR 063 Guasave, los vertedores rectangulares se pueden instalar únicamente en las “tomas granjas altas”, cuya cantidad varía de 25% a 40% del total de las tomas granja en esta superficie.

## Referencias Bibliográficas

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (2014), Informe Final del proyecto RD 1433 “Realizar la Implantación, Seguimiento y Evaluación en 8,000 ha que se Incorporan al Proyecto Riego por Gravedad Tecnificado, en 2014, en el Distrito de Riego 063 Guasave, Sinaloa”, México. Ed. IMTA, 155 p.

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (2017), Informe Final del proyecto RD 1733 “Coordinar los Trabajos de Seguimiento y Evaluación de la Componente de Riego por Gravedad Tecnificado, en una Superficie de 9,000 Hectáreas, en el Distrito de Riego 063 Guasave, Estado de Sinaloa”, México. Ed. IMTA, 162 p.