

V

Evaluación de riego a presión



Estimaciones estadísticas

Al realizar las pruebas de evaluación, debemos de buscar la forma de modelar estadísticamente una serie de datos para así poder determinar numéricamente que tan eficiente se está operando el sistema.

Estos son los principales parámetros estadísticos que se deben conocer para la evaluación de cualquier sistema de riego presurizado.

- Media (\bar{X}) = $\frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$

- Varianza (σ^2) = $\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}$

- Desviación estandar σ (σ) = $\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$

- Coeficiente de variación (C_v) = $\frac{\sigma}{\bar{X}}$

- Promedio del cuarto inferior = es la media del 25% de valores más bajos.

Evaluación en riego por aspersión

La prueba consiste en colocar tarros espaciados en cuadrado alrededor de un aspersor, luego se pone a operar el sistema tal como se haría en situaciones normales y se toma nota de los valores de precipitación recogidos en los tarros

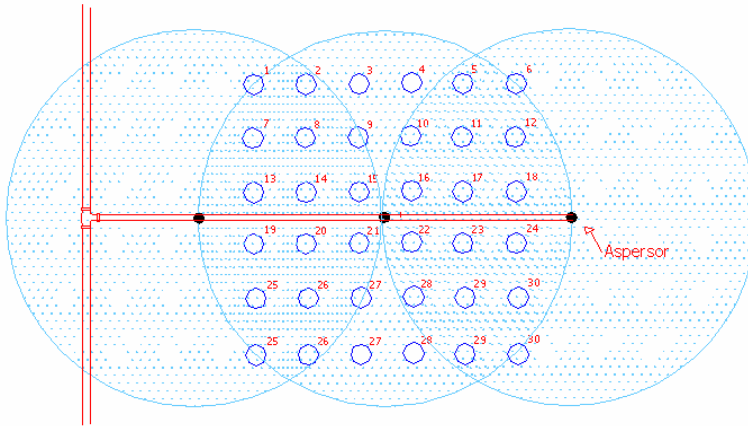


Figura 5.1 Evaluación de riego por aspersión

Dos formas de evaluar el comportamiento y la fiabilidad de la distribución de agua en el terreno es haciendo uso del Coeficiente de Uniformidad (CU), propuesto por Christiansen y el coeficiente de distribución UD, propuesto por la ASAE

$$Cu = \left[1 - \frac{\sum |Xi - \bar{X}|}{\bar{X} \times N} \right] \times 100$$

$$UD = \frac{\bar{P}_{1/4 inferior}}{\bar{X}} \times 100$$

donde:

Cu: es el coeficiente de uniformidad en %.

\bar{X} es la media de los valores de precipitación.

N: número de datos

$|X_i - \bar{X}|$: desvío de cada una de las observaciones con respecto a la media.

UD es el coeficiente de distribución en %

$\bar{P}_{1/4 inferior}$ es el promedio del 25% de los valores más bajos.

\bar{X} es la media de los valores de precipitación.

El grado de aplicación se obtiene dividiendo la lámina aplicada entre el tiempo de la prueba, así tenemos dos condiciones:

- Si la información se da en volumen:

$$\text{Grado de aplicación} = \frac{\bar{X}}{AR * T}$$

- Si la información se da en láminas:

$$\text{Grado de aplicación} = \frac{\bar{X}}{T}$$

donde:

\bar{X} : es la media de los valores de precipitación.

AR: Área del recipiente

T: Tiempo de la prueba

Ejemplo de evaluación en riego por aspersión

Se requiere procesar los datos obtenidos en campo de una prueba de evaluación de riego por aspersión. La información compilada es la siguiente:

Área del recipiente: 150 cm²

Espaciamiento entre tarros 3 metros

Tiempo de la prueba 30 minutos

Los valores recogidos en los tarros están dados en láminas con unidades en mm

| | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|
| 12 | 11 | 12 | 14 | 13 | 17 |
| 13 | 14 | 16 | 17 | 15 | 18 |
| 17 | 13 | 14 | 15 | 18 | 17 |
| 14 | 16 | 14 | 16 | 17 | 17 |
| 12 | 10 | 16 | 17 | 18 | 16 |

SOLUCION

El detalle de la solución se muestra en la siguiente figura 5.2

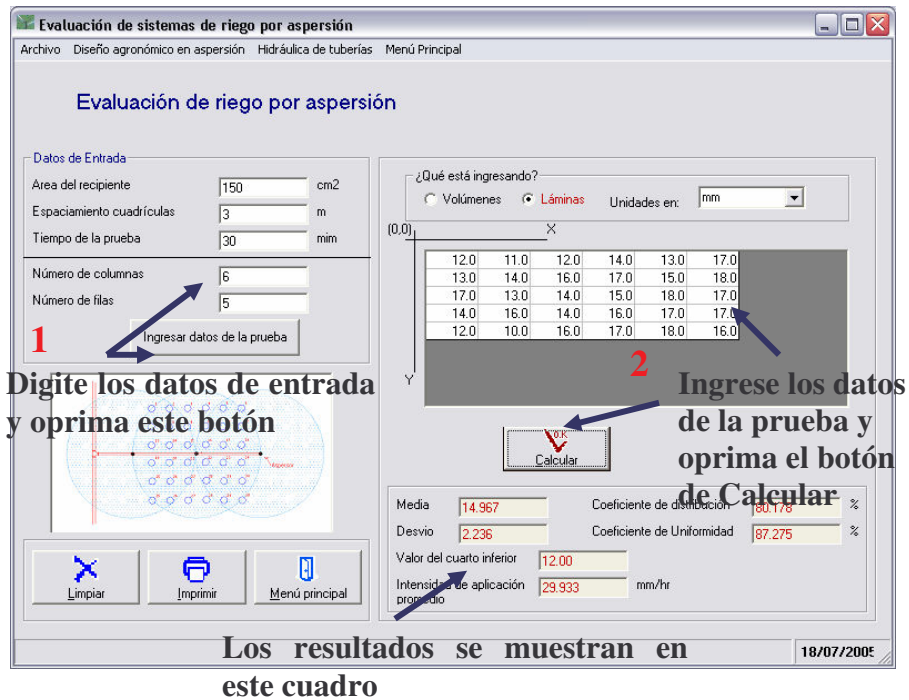


Figura 5.2

Evaluación de Riego por goteo

En las evaluaciones de goteo se buscan verificar la información del gotero: su ecuación, el coeficiente de uniformidad el análisis de las presiones en los laterales, entre otras.

La forma más representativa de evaluar una unidad de riego por goteo es como propone a continuación (Zúñiga 2004):

Se escoge cuatro laterales para evaluar:

Primer lateral del múltiple
Lateral a $1/3$ de la distancia del múltiple
Lateral a $2/3$ de la distancia del múltiple
Ultimo lateral del múltiple

Para cada lateral se toman 4 goteros

Primer gotero del lateral
gotero a $1/3$ de la distancia del lateral
gotero a $2/3$ de la distancia del lateral
Ultimo gotero del lateral

Con esto tenemos 16 goteros en evaluación los cuales aforamos y estimamos las presiones.

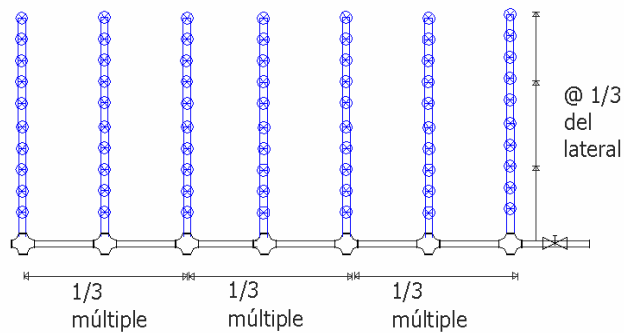


Figura 5.3 Lugares donde se realizan mediciones en evaluación de gotero.

Es importante también conocer las características del gotero, específicamente su coeficiente de varianza, el cual nos dice el nivel de cambio de los caudales para una presión constante, éste lo evaluamos tomando un gotero y a la misma presión lo aforamos varias veces y así estimamos su coeficiente de varianza como vimos en el apartado de parámetros estadísticos.

Ecuación del gotero

El procedimiento utilizado para calibrar la ecuación del gotero es mediante la aproximación a la regresión potencial de una variable independiente, que en nuestro caso es la presión (H); aquí básicamente se toman registros de Caudal (Q) versus Presión, para luego encontrar la ecuación de la siguiente forma:

$$Q = K \cdot H^b$$

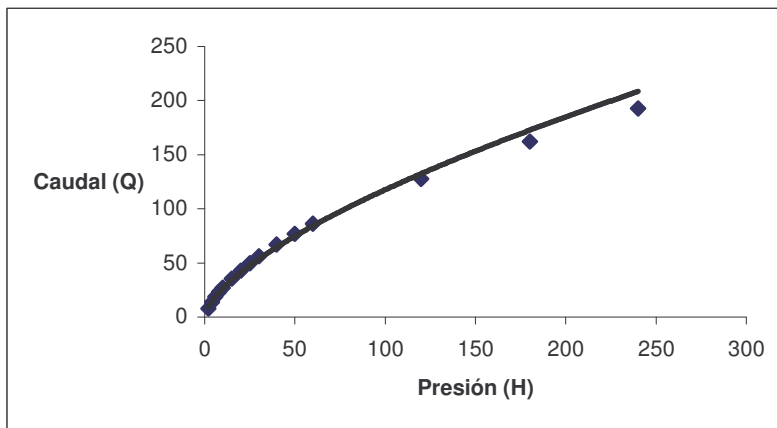


Figura 5.4 Relación del Caudal con respecto a la presión

se encuentran los valores K y b de la siguiente forma:

-Nótese que la ecuación es de la forma potencial por lo que su forma lineal se encuentra aplicando logaritmos a ambos lados de sus términos:

$$\log Q = \log K + b \log H$$

$$K' = \log K$$

$$y = \log Q$$

$$x = \log H$$

-aplicando mínimos cuadrados encontramos los valores de b y K con una correlación:

$$K' = \frac{\sum y_i \sum x_i^2 - \sum x_i y_i \sum x_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}$$

$$b = \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}$$

$$r = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{(n \sum x^2 - (\sum x)^2)(n \sum y^2 - (\sum y)^2)}}$$

el valor de “k” lo calculamos de la siguiente forma:

$$K = e^{K'}$$

Coeficientes de uniformidad

Al igual que en aspersión la mejor forma de evaluar un sistema de riego por goteo es estimado los coeficientes de uniformidad que en última estancia nos dicen como se comporta la distribución del agua en el terreno, así tenemos:

Coeficiente de Christianasen para caudal

$$CU = 100 \frac{\overline{Q_{25}}}{\bar{Q}}$$

Donde:

CU : Coeficiente de uniformidad en porcentaje.

$\overline{Q_{25}}$: Es la media del caudal de la descarga del 25% de los goteros con caudal más reducido.

\bar{Q} : Es el caudal medio de todos los emisores.

Otra forma de CU para caudal

$$CU = \left(1 - 1,27 * \frac{CV}{\sqrt{e}} \right) * \left(\frac{Q_{\text{mínimo}}}{\bar{Q}} \right)$$

Donde:

CU : Coeficiente de uniformidad en porcentaje.

CV : Coeficiente de variación de los goteros.

e : Número de goteros de los que recibe agua cada planta.

$Q_{\text{mínimo}}$; caudal mínimo del gotero, corresponde a la presión mínima

\bar{Q} : Caudal medio de todos los goteros considerados.

Coefficiente de uniformidad de Presiones

$$CU_p = \left(\frac{\overline{P_{25}}}{\bar{P}} \right)^x$$

Donde:

CU_p = Es el coeficiente de uniformidad debido a presiones.

$\overline{P_{25}}$ = Es la media de la presión del 25% de las lecturas menores.

$\overline{P_{25}} \bar{P}$ = Es la media de presiones de todas las lecturas tomadas.

x = Es el exponente de descarga de los goteros.

Ejemplo de evaluación en goteo

Se desea evaluar un sistema de riego por goteo. La información recogida de la caudales vrs, presiones se muestra en el siguiente cuadro:

| Gotero Lateral | 1° Gotero | | 2° Gotero | | 3° Gotero | | Ultimo Gotero | |
|----------------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|---------------|----------|
| | Q (l/h) | P(m.c.a) | Q (l/h) | P(m.c.a) | Q (l/h) | P(m.c.a) | Q (l/h) | P(m.c.a) |
| 1 ° Lateral | 2.85 | 1.76 | 3.20 | 1.76 | 1.89 | 1.93 | 2.60 | 2.28 |
| 2 ° Lateral | 1.72 | 1.76 | 1.54 | 1.76 | 2.33 | 1.76 | 4.38 | 1.93 |
| 3 ° Lateral | 1.72 | 1.76 | 2.13 | 1.76 | 1.54 | 1.76 | 1.89 | 2.25 |
| Ultimo Late. | 1.30 | 1.76 | 1.66 | 1.76 | 1.54 | 1.76 | 2.00 | 2.10 |

SOLUCION

Primero determinamos el coeficiente de varianza del gotero, para esto ingresamos en la sección de Evaluación de gotero los distintos valores de caudal para una presión determinada constante, que en este caso es 1.76 m.c.a, el detalle se observa en la figura 5.5

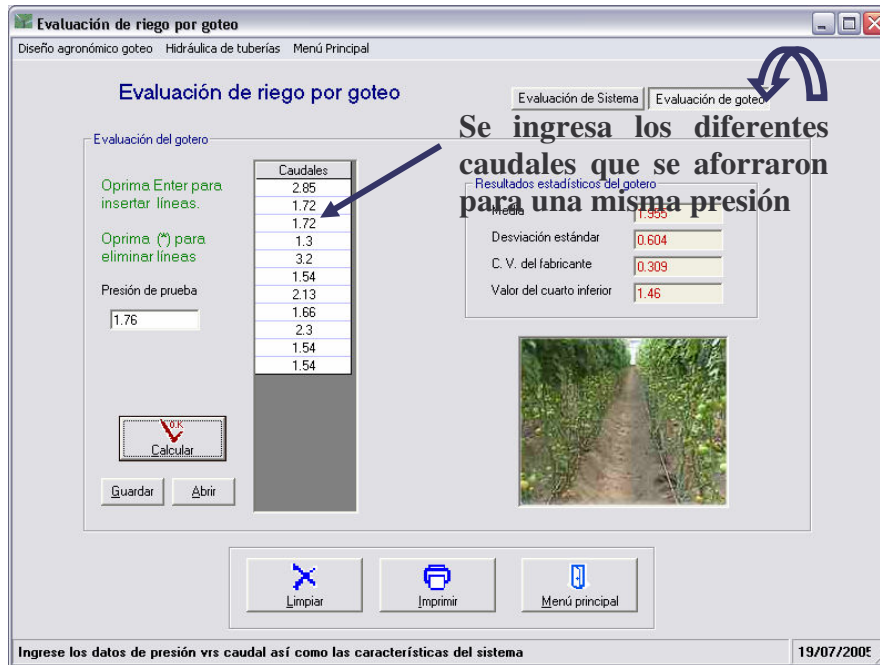


Figura 5.5

Posteriormente ingresamos los datos de la evaluación del sistema en forma consecutiva en la sección de Evaluación del sistema



Figura 5.3

Nótese que las presiones son bastante homogéneas (diseño hidráulico correcto) cosa que no sucede con los caudales, por lo que se infiere que o los goteros están obstruidos ó son de mala calidad, esto se comprueba al ver el gráfico de Presión vrs Caudal.

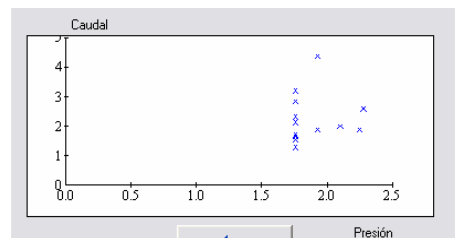


Figura 5.7