



DISEÑO HIDRÁULICO DE TUBERÍAS CON SALIDAS MÚLTIPLES MEDIANTE MÉTODOS NUMÉRICOS

Sergio Iván Jiménez Jiménez^{1*}; Cándido Ramírez Ruíz²

¹HidroWorld S.A de C.V. Conrado Castillo 612, Fracc. Sierra Gorda, C.P.87050, Ciudad Victoria, Tamaulipas.

serchjimenez.1990@gmail.com - 777 305 3164 (*Autor de correspondencia)

²Posgrado en Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México-Campus IMTA. Paseo Cuauhnáhuac 8532 Progreso, C.P. 62550 Jiutepec, Morelos.

Resumen

Las tuberías con salidas múltiples son un componente que con frecuencia suelen encontrarse en los sistemas de riego presurizados, ya sea en aspersión convencional (fijos, semi-fijos o portátiles), aspersión de movimiento intermitente (side roll, power roll o lateral con ruedas) y aspersión de movimiento continuo (avance frontal); además en riego localizado (goteo puntual, cinta de riego, microaspersión).

El diseño hidráulico de las tuberías, que consiste en determinar diámetros y/o longitudes, se realiza con las ecuaciones de pérdida de carga por fricción, en el caso especial de las tuberías con salidas múltiples, a causa de que el caudal circulante disminuye en cada salida, el cálculo de la pérdida de carga se determina segmento a segmento, desde la última salida aguas abajo hasta la primera aguas arriba, hasta encontrar una longitud que satisfaga la pérdida de carga permisible. Sin embargo, diseñar manualmente estas tuberías se vuelve tardado, en este sentido, el presente trabajo muestra un método para determinar la longitud de una tubería con salidas múltiples de un solo diámetro aplicando métodos numéricos, se utiliza el método de bisección y el de Newton Raphson para resolver la ecuación de la pérdida de carga por salidas múltiples.

Palabras claves: bisección, Newton-Raphson, Factor de salidas múltiples.



Introducción

En un sistemas de riego presurizado, comúnmente se encuentran dos tipos de tuberías: las ciegas y las de salidas múltiples, las ciegas se caracterizan por ser tuberías en donde el caudal que entra por un extremo es el mismo que sale al otro extremo, y se considera una tubería con salidas múltiples cuando esta tiene salidas igualmente espaciadas y además en cada una de ellas se requiere extraer el mismo caudal, (Martínez, 1991).

Las tuberías con salidas múltiples suelen encontrarse con frecuencia en la línea regante de los sistemas de riego presurizados, ya sea en los sistemas de aspersión convencional (fijos, semi-fijos o portátiles), aspersión de movimiento intermitente (side roll, power roll o lateral con ruedas) y aspersión de movimiento continuo (avance frontal); y en riego localizado (goteo puntual, cinta de riego, microaspersión). Esto hace que sea muy importante el diseño hidráulico de dichas tuberías.

El diseño hidráulico tiene como finalidad determinar los diámetros y/o longitudes de las diferentes tuberías que componen el sistema de riego (regantes, distribuidoras y conducción) bajo un criterio de optimización, para el diseño hidráulico se emplean las ecuaciones de la pérdida de carga permisible. En el caso de las tuberías con salidas múltiples, debido a que el caudal circulante disminuye en cada salida, la pérdida de carga por fricción se determina segmento a segmento, desde la última salida aguas abajo hasta la primera aguas arriba, y se detiene el cálculo hasta obtener una longitud y/o diámetro que satisfaga una pérdida de carga permisible que está en función de la carga de operación de emisor y de la pendiente del terreno.

Para el diseño hidráulico de estas tuberías existen programas comerciales como WCADI, IRRICAD, IrrigaCAD, IrriMaker, etc, los cuales requieren licencias. Otra opción, sería el diseño manual, el cual es tedioso y tardado, ya que por cada diámetro propuesto y por cada segmento se debe calcular la pérdida de carga por fricción, en este sentido, en el presente trabajo se muestra un método para calcular mediante métodos numéricos la longitud de una tubería con salidas múltiples de un solo diámetro, se utilizan los métodos por separado de Newton Raphson y bisección tomando en cuenta la pérdida de carga permisible.

Materiales y métodos

A. Pérdida de carga por fricción

La pérdida de presión es la principal consideración en el diseño de cualquier tubería. La pérdida de carga de una tubería simple o ciega se determina con la expresión (1).

$$hf = K \frac{Q^m}{D^n} L \quad (1)$$

Dónde: hf es la pérdida de carga por fricción; K involucra a un coeficiente de conversión de unidades y al coeficiente de fricción que depende de la fórmula empleada para cuantificar la pérdida de carga (Manning, Hazen-Williams, Scobey, Darcy-Weisbach, etc); Q es el caudal que circula en la tubería desde el inicio hasta el final de la misma; D es el

diámetro interno de la tubería; L es la longitud de la tubería; m y n exponentes del caudal y del diámetro interno de la tubería, respectivamente.

La ecuación (1) indica que la pérdida de carga por fricción es independiente de la posición de la tubería, es decir, hf tendrá el mismo valor independientemente de que la tubería esté colocada en posición horizontal, ascendente o descendente, (Ángeles *et al.*, 2007).

Cuadro 1. Coeficientes y exponentes de las principales formulas empleadas para cuantificar la pérdida de carga por fricción

Formula	K	m	n
Darcy-Weisbach	$0.0826 * f_{DW}$	2	5
Hazen-Williams	$10.648 \left(\frac{1}{C_{HW}} \right)^{1.852}$	1.852	4.871
Manning	$10.3 * n^2$	2	16/3
Scobey	$0.004098 * K_s$	1.9	4.9

f_{DW} , n , k_s , C_{HW} son coeficientes de fricción

B. Pérdida de carga con salidas múltiples

En una tubería con salidas múltiples, a medida que el agua avanza, el caudal en el tubo se va reduciendo, por lo cual, la pérdida de carga por fricción en estas tuberías será de menor magnitud (Figura 1) que la pérdida de carga en una tubería simple sin salidas con las mismas condiciones (García & Briones, 2007).

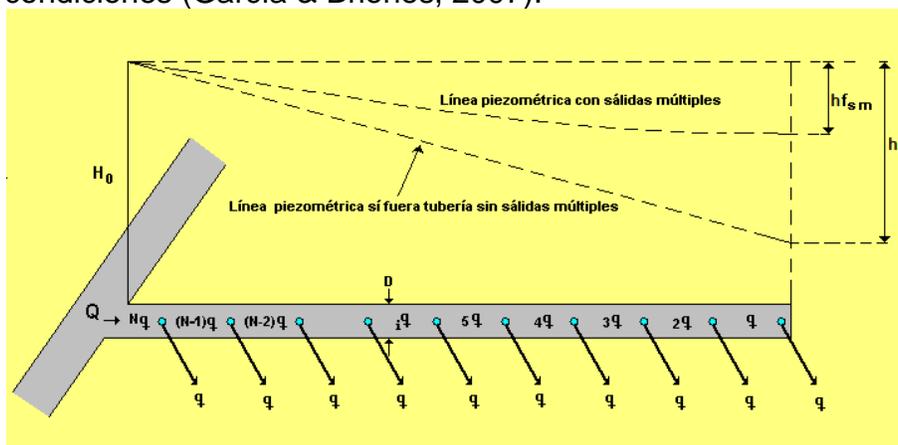


Figura 1. Tubería con salidas múltiples. Primera salida al mismo espaciamiento que los emisores (Montiel, *et al.*, 2002)

La reducción del caudal por cada salida, hace que la pérdida de carga por fricción se deba calcular segmento a segmento, desde la última salida aguas abajo hasta la primera aguas arriba (Ángeles *et al.*, 2007). Este procedimiento se puede simplificar si solamente se desea calcular la pérdida por fricción de principio a fin del tubo, sin importar la distribución de la presión intermedia. Lo anterior indica que la pérdida de carga por fricción en una tubería con salidas múltiples (hfs) se puede determinar calculando la



pérdida de carga en una tubería simple o ciega del mismo diámetro, longitud y con el mismo gasto de entrada, multiplicando sólo por un factor de salidas múltiples (F).

$$hfs = hf * F \quad (2)$$

Christiansen (1942) desarrolló el F , el cual está dado por:

$$F_1 = \frac{1}{m+1} + \frac{1}{2N} + \frac{\sqrt{m-1}}{6N^2} \quad (3)$$

Dónde; F_1 es el factor de salidas múltiples de Christiansen; N es el número de salidas; m es el exponente del gasto en la fórmula usada para calcular la pérdida de presión causada por la fricción.

La ecuación 2, supone que: la distancia entre salidas es constante, el caudal de cada salida es constante, la distancia del inicio de la tubería a la primera salida (S_0) es igual al espaciamiento del resto de salidas (S), después de la última salida el caudal es cero y el material y el diámetro de la tubería se mantienen constantes (Ángeles *et al.*, 2007). Cuando el espaciamiento de la primera salida es igual a la mitad ($Es = S/2$) del espaciamiento de los demás emisores, el F_2 se calcula de la siguiente manera (Jensen & Fratini, 1957):

$$F_2 = \frac{2N}{2N-1} \left(\frac{1}{m+1} + \frac{\sqrt{m-1}}{6N^2} \right) \quad (4)$$

Debido a que en campo la primera salida no siempre se encuentra a una distancia constante, Scaloppi (1988), derivó un F tomando como base la ecuación propuesta por Christiansen, donde el espaciamiento desde el inicio de la tubería a la primera salida puede ser cualquier distancia, la expresión de dicho factor es:

$$F_3 = \frac{NF_1 + r_s - 1}{N + r_s - 1} \quad (5)$$

Donde r_s (S_0/S) es la relación entre la distancia del inicio de la tubería a la primera salida y el espaciamiento constante entre salidas consecutivas.

El uso del factor de salidas múltiples es válido sólo cuando se tienen puntos de emisión igualmente espaciados y la variación de gasto inducida por la variación de la presión en la línea, es menor de un 10% de la descarga promedio (Montiel, *et al.*, 2002).

C. Pérdida de carga permisible

Calcular la pérdida de carga permisible (hfp) en la tubería con salidas múltiples, la cual dependiendo de su ubicación en el sistema (lateral o secundaria en aspersión o bien distribuidor en sistemas de goteo), es igual a un cierto porcentaje P de la carga del emisor he , más la carga de presión que se gana por el desnivel a favor (d_n) en la tubería (Montiel, *et al.*, 2002). De tal forma que

$$hfp = P * he + d_n \quad (6)$$



Dónde: P es el porcentaje de la carga hidráulica del emisor, en decimal. Este valor depende del tipo del sistema, del tipo de tubería (distribuidor, lateral o regante y del criterio del diseñador).

D. Diseño hidráulico

Para el diseño hidráulico de tuberías con salidas múltiples se empleó la ecuación 7, y se sustituyó la pérdida de carga hf por la pérdida de carga permisible hfp , ya que este último es casi siempre un valor conocido o sencillo para su cálculo.

$$hfp = hf * F \quad (7)$$

$$hfp = \left[K \frac{Q^m}{D^n} L \right] * F \quad (8)$$

Además, es posible calcular el caudal que entra en la tubería y la longitud de esta, en base al número de salidas N y a las condiciones de las salidas como caudal de cada salida Q_s y la separación entre salidas S , esto es:

$$Q = Q_s * N \quad (9)$$

$$L = S * N \quad (10)$$

Sustituyendo las dos ecuaciones anteriores (9 y 10) en la ecuación 8 y las tres diferentes ecuaciones de factor de salidas múltiples y se iguala a cero, se tiene lo siguiente:

Con F_1 de Christiansen

$$f(N) = \left[K \frac{(Q_s * N)^m}{D^n} (S * N) \right] * \left[\frac{1}{m+1} + \frac{1}{2N} + \frac{\sqrt{m-1}}{6N^2} \right] - hfp \quad (11)$$

Con F_2 de Jensen & Fratini

$$f(N) = \left[K \frac{(Q_s * N)^m}{D^n} (S * N) \right] * \left[\frac{2N}{2N-1} \left(\frac{1}{m+1} + \frac{\sqrt{m-1}}{6N^2} \right) \right] - hfp \quad (12)$$

Con F_3 de Scaloppi

$$f(N) = \left[K \frac{(Q_s * N)^m}{D^n} (S * N) \right] * \left[\frac{NF_1 + r_s - 1}{N + r_s - 1} \right] - hfp \quad (13)$$

Ya teniendo desarrollada las ecuaciones [11,12 y 13], se observa que la única variable que se desconoce es el número de salidas N , por lo que estas ecuaciones se deben resolver en función de N . Sin embargo, estas ecuaciones son no lineales, por lo que conviene resolverlo con métodos numérico. En este caso por la practicidad se han seleccionado el método de bisección y el newton Raphson

i. Método de Newton-Raphson

La ecuación general de newton Raphson es:

$$x_{i+1} = x_i - \frac{f(x_i)}{f'(x_i)} \quad (14)$$

Adaptándolo en base al número de salidas, queda

$$N_{i+1} = N_i - \frac{f(N_i)}{f'(N_i)} \quad (15)$$



Dónde: N_i para la primera iteración es un valor inicial; $f(N_i)$ es la función de pérdida de carga por fricción con salidas múltiples despejada (ecuación 11, 12 o 13); $f'(N_i)$ es la derivada de la función.

Para aplicar este método se sigue el siguiente algoritmo:

Comentario: la derivada $f'(N_i)$ se obtiene igual por métodos numéricos, usando el método de los cinco puntos.

Comentario: h Es un incremento con respecto al valor de la derivada, es este caso se seleccionó $h=0.001$;

Comentario: $r_s=(S_0/S)$

$N_i = 1$; Es el valor inicial para la primera iteración

Repetir el ciclo

Para la $f'(N_i)$ se aplica el método de los cinco puntos (ecuación 16)

$$f'(N_i) = \frac{1}{12*h} * (-25 * f(N_{i0}) + 48 * f(N_{i1}) - 36 * f(N_{i2}) + 16 * f(N_{i3}) - 3 * f(N_{i4})) \quad (16)$$

Donde; $N_{i0}=N_i$; $N_{i1}= N_i +h$; $N_{i2}= N_i +2h$; $N_{i3}= N_i +3h$; $N_{i4}= N_i +4h$

Para el F_1 con Christiansen (ecuación 11), queda:

$$f(N_{i0}) = \left[K \frac{(Qs * N_{i0})^m}{D^n} (S * N_{i0}) \right] * \left[\frac{1}{m+1} + \frac{1}{2N_{i0}} + \frac{\sqrt{m-1}}{6N_{i0}^2} \right] - \text{hfp}$$

$$f(N_{i1}) = \left[K \frac{(Qs * N_{i1})^m}{D^n} (S * N_{i1}) \right] * \left[\frac{1}{m+1} + \frac{1}{2N_{i1}} + \frac{\sqrt{m-1}}{6N_{i1}^2} \right] - \text{hfp}$$

$$f(N_{i2}) = \left[K \frac{(Qs * N_{i2})^m}{D^n} (S * N_{i2}) \right] * \left[\frac{1}{m+1} + \frac{1}{2N_{i2}} + \frac{\sqrt{m-1}}{6N_{i2}^2} \right] - \text{hfp}$$

$$f(N_{i3}) = \left[K \frac{(Qs * N_{i3})^m}{D^n} (S * N_{i3}) \right] * \left[\frac{1}{m+1} + \frac{1}{2N_{i3}} + \frac{\sqrt{m-1}}{6N_{i3}^2} \right] - \text{hfp}$$

$$f(N_{i4}) = \left[K \frac{(Qs * N_{i4})^m}{D^n} (S * N_{i4}) \right] * \left[\frac{1}{m+1} + \frac{1}{2N_{i4}} + \frac{\sqrt{m-1}}{6N_{i4}^2} \right] - \text{hfp}$$

Para el F_2 de Jensen & Fratini (ecuación 12), queda:

$$f(N_{i0}) = \left[K \frac{(Qs * N_{i0})^m}{D^n} (S * N_{i0}) \right] * \left[\frac{2N_{i0}}{2N_{i0}-1} \left(\frac{1}{m+1} + \frac{\sqrt{m-1}}{6N_{i0}^2} \right) \right] - \text{hfp}$$

$$f(N_{i1}) = \left[K \frac{(Qs * N_{i1})^m}{D^n} (S * N_{i1}) \right] * \left[\frac{2N_{i1}}{2N_{i1}-1} \left(\frac{1}{m+1} + \frac{\sqrt{m-1}}{6N_{i1}^2} \right) \right] - \text{hfp}$$

$$f(N_{i2}) = \left[K \frac{(Qs * N_{i2})^m}{D^n} (S * N_{i2}) \right] * \left[\frac{2N_{i2}}{2N_{i2}-1} \left(\frac{1}{m+1} + \frac{\sqrt{m-1}}{6N_{i2}^2} \right) \right] - \text{hfp}$$

$$f(N_{i3}) = \left[K \frac{(Qs * N_{i3})^m}{D^n} (S * N_{i3}) \right] * \left[\frac{2N_{i3}}{2N_{i3}-1} \left(\frac{1}{m+1} + \frac{\sqrt{m-1}}{6N_{i3}^2} \right) \right] - \text{hfp}$$

$$f(N_{i4}) = \left[K \frac{(Qs * N_{i4})^m}{D^n} (S * N_{i4}) \right] * \left[\frac{2N_{i4}}{2N_{i4}-1} \left(\frac{1}{m+1} + \frac{\sqrt{m-1}}{6N_{i4}^2} \right) \right] - \text{hfp}$$



Para el F_3 de Scaloppi (ecuación 13), queda:

$$f(N_{i0}) = \left[K \frac{(Q_s * N_{i0})^m}{D^n} (S * N_{i0}) \right] * \left[\frac{N_{i0} F_1 + r_s - 1}{N_{i0} + r_s - 1} \right] - hfp$$

$$f(N_{i1}) = \left[K \frac{(Q_s * N_{i1})^m}{D^n} (S * N_{i1}) \right] * \left[\frac{N_{i1} F_1 + r_s - 1}{N_{i1} + r_s - 1} \right] - hfp$$

$$f(N_{i2}) = \left[K \frac{(Q_s * N_{i2})^m}{D^n} (S * N_{i2}) \right] * \left[\frac{N_{i2} F_1 + r_s - 1}{N_{i2} + r_s - 1} \right] - hfp$$

$$f(N_{i3}) = \left[K \frac{(Q_s * N_{i3})^m}{D^n} (S * N_{i3}) \right] * \left[\frac{N_{i3} F_1 + r_s - 1}{N_{i3} + r_s - 1} \right] - hfp$$

$$f(N_{i4}) = \left[K \frac{(Q_s * N_{i4})^m}{D^n} (S * N_{i4}) \right] * \left[\frac{N_{i4} F_1 + r_s - 1}{N_{i4} + r_s - 1} \right] - hfp$$

Sustituir los valores de N_i , $f(N_{i0})$ y $f'(N_i)$ en la ecuación 14; y ahora el valor de $N_i = N_{i+1}$

Calcular tolerancia; tolerancia = $f(N_{i0})/f'(N_i)$

Hasta que |tolerancia| <= 0.000001

Al encontrar el valor de N_i que satisface la igualdad se redondea y se sustituye en la ecuación (10) para así obtener la longitud de la tubería.

ii. Método de bisección

Para aplicar este método se ocupa de dos valores iniciales [A, B], los cuales son extremos, se realiza la evaluación en el punto medio de esos dos valores [en este caso es el número de salidas N], el punto medio va variar con respecto al número de iteración y si la función converge la diferencia entre el punto medio y los extremos se vuelve pequeña, por tanto, cuando se cumpla una cierta tolerancia se dice que hemos encontrado el valor que se buscaba. El valor inicial A debe ser igual a cero, y el valor inicial B debe ser superior al número de salidas de la tubería con salidas múltiples, sin embargo, como esta longitud no se conoce este valor puede ser igual a 10,000.

Para aplicar este método se sigue el siguiente algoritmo:

Comentario: $A = 0, B = 10,000$

Calcular $N = (a + b)/2$

Repetir el ciclo

Se sustituyen los valores en las siguientes igualdades.

Con F_1 de Christiansen

$$f(N) = \left[K \frac{(Q_s * N)^m}{D^n} (S * N) \right] * \left[\frac{1}{m+1} + \frac{1}{2N} + \frac{\sqrt{m-1}}{6N^2} \right] - hfp \quad (17)$$

Con F_2 de Jensen & Fratini

$$f(N) = \left[K \frac{(Q_s * N)^m}{D^n} (S * N) \right] * \left[\frac{2N}{2N-1} \left(\frac{1}{m+1} + \frac{\sqrt{m-1}}{6N^6} \right) \right] - hfp \quad (18)$$

Con F_3 de Scaloppi

$$f(N) = \left[K \frac{(Q_s * N)^m}{D^n} (S * N) \right] * \left[\frac{NF_1 + r_s - 1}{N + r_s - 1} \right] - hfp \quad (19)$$



Si $f(N) > 0$
 $B = N;$

De lo contrario

$A = N;$

Hasta que tolerancia $|f(N)| \leq 0.0000001$

Al encontrar el valor de N que satisface la igualdad se redondea y se sustituye en la ecuación 10 para así obtener la longitud de la tubería.

Resultados y discusiones

En esta sección se pone a prueba la metodología antes planteada, para ello se propone encontrar la longitud máxima permisible de la tubería de polietileno en base a los siguientes datos: caudal medio del emisor (Q_s) es 37.5 l/h, diámetro interno (21 mm), espaciamiento entre emisores consecutivos es 2.5 m, espaciamiento entre el inicio de la lateral y la primera salida de 2.5 m (s), 1.2 m y 3 m.

Primero se calcula la pérdida de carga permisible con la ecuación 6:

$$h_{fp} = 20m * 0.10 + 0 = 2 m$$

Posteriormente, se calcula la longitud en base a los algoritmos anteriormente planteados, para ello se creó un script en Matlab y se obtuvieron los resultados mostrados en el cuadro 2.

Cuadro 2. Resultados de la longitud de las tuberías con salidas múltiples con distintos métodos y fórmulas.

Método	S	Fórmula	Coefficiente de rugosidad	Salida #	Longitud	Iteración #
Newton Raphson	So=S	Manning	0.009	30	75	18
		Hazen-Williams	145	34	85	17
		Scobey	0.32	34	85	18
		Darcy Weisbach	0.0322	34	85	21
	So=s/2	Manning	0.009	30	75	8
		Hazen-Williams	145	34	85	8
		Scobey	0.32	35	87.5	8
		Darcy Weisbach	0.0322	34	85	12
	rs=3/2.5	Manning	0.009	30	75	8
		Hazen-Williams	145	33	82.5	7
		Scobey	0.32	34	85	8
		Darcy Weisbach	0.0323	34	85	12
Bisección	So=S	Manning	0.009	30	75	33
		Hazen-Williams	145	34	85	32
		Scobey	0.32	34	85	32
		Darcy Weisbach	0.0322	34	85	18
	So=s/2	Manning	0.009	30	75	32



		Hazen-Williams	145	34	85	33
		Scobey	0.32	35	87.5	35
		Darcy Weisbach	0.0322	34	85	33
	rs=3/2.5	Manning	0.009	30	75	32
		Hazen-Williams	145	33	82.5	33
		Scobey	0.32	34	85	33
		Darcy Weisbach	0.0323	34	85	30

De acuerdo al cuadro 2 se observa que con ambos métodos se llega al mismo resultado, el método de bisección es más sencillo de aplicar aunque se requieren más iteraciones que con el de Newton Raphson, sin embargo, actualmente esto no es un problema ya que cada iteración se lleva a cabo en milésimas de segundo con las nuevas computadoras.

Conclusiones

En este trabajo se presentó un método para determinar la longitud máxima permisible de una tubería con salidas múltiples de un solo diámetro. Los dos métodos que se probaron brindaron resultados satisfactorios, esto indica que es posible diseñar estas tuberías con el uso de los métodos numéricos.

En el caso del método con newton Raphson, la derivada de la función complica el método, ya que no se puede obtener una derivada analítica de la función, sin embargo, se propuso el uso de otro método numérico para hallar dicha derivada. Este paso dificultó la aplicación del método, sin embargo, este método es muy útil ya que solo requiere un valor inicial y su convergencia es cuadrática.

En el caso del método por bisección, se requieren más iteraciones para llegar al resultado, sin embargo, es muy método muy sencillo de aplicar. Solo se debe tener cuidado al seleccionar el rango superior, este debe ser un valor muy grande (10,000) para que no sea menor al valor del número de salidas N que satisface la igualdad.

Referencias Bibliográficas

Ángeles, V., 2016. *Factores de ajuste para la pérdida de carga por fricción en tuberías con salidas múltiples telescópicas o con servicio mixto*. Texcoco, Colegio Mexicano de Especialistas en irrigación, pp. 1-13.

Ángeles, V., Arteaga, R., Vázquez, M., Carrillo, M., & Ibáñez, L. (2007). Factores de ajuste para la pérdida de carga por fricción en tuberías con salidas múltiples telescópicas o con servicio mixto. *Ingeniería Del Agua*, 14(4), 293–305. Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/10589/III-V14N4.pdf>

Christiansen J., E. 1942. Irrigation by Sprinkling. California Agric. Experiment Station Bull. No. 670 University of California, Davis, Calif.



Jensen M., C., and Fratini A., M. 1957. Adjusted "F" factors for sprinkler lateral design. *Agric. Engrg.*, 38:4:247.

Martinez, R., 1991. *Riego localizado: Diseño y Evaluación*. Texcoco, Estado de Mexico: Universidad Autonoma Chapingo.

Montiel, M., Angeles, J. & Herrera, J., 2002. Diseño hidráulico del sistema de riego parcelario. In: *Manual para la elaboración y revisión de proyectos ejecutivos de sistemas de riego parcelario*. México: s.n., pp. 5-1, 5-49.

Scaloppi E., J. 1988. Adjusted "F" factor for multiple-outlet pipes. *J. Irrig. And Drain Engrg, ASCE*, 114:169-174.