



# Guía de Diseño e Instalación de Sistemas de Riego Automático



Por Eduardo Jahnke S.  
Ingeniero Civil Industrial  
[cl.linkedin.com/in/ejahnke](https://cl.linkedin.com/in/ejahnke)

## **Introducción:**

Ésta es una guía orientada a quienes deseen entender el funcionamiento de sistemas de riego programado, así como aprender a diseñar y construir este tipo de instalaciones.

Aquí se tratarán los sistemas más utilizados (aspersión, microaspersión y goteo), incluyendo sus ventajas y desventajas para las distintas aplicaciones, siguiendo con el diseño de redes de regadores y cálculo de presiones.

También se tratará la instalación de sistemas de control automático, consistentes en electroválvulas y programadores de riego.

## **Entendiendo el Sistema de Riego:**

### **Un sistema simple: Un rociador conectado a una manguera**



Para entender cómo funciona un sistema de riego automático, conviene pensar en la instalación más simple: Un rociador colocado al final de la manguera del jardín.

Un sistema como éste permitiría regar una pequeña zona del jardín cada vez que se abra la llave de agua.

Ahora bien, imaginemos que cambiamos la manguera por un tubo de PVC y lo colocamos bajo tierra; incluso podríamos pensar en colocar más de un rociador en el tubo, lo que permitiría regar una zona más grande. En ese caso ya tendríamos un circuito de riego semi-automático.

### **¿Podemos agregar más regadores al tubo, hasta regar el jardín completo?**

Puede que en un jardín muy pequeño funcione. Sin embargo, en una instalación más grande es posible que el arranque de agua potable, el medidor y los tubos que llegan hasta los rociadores no tengan la capacidad de entregar suficiente agua a una presión razonable a los regadores.

La forma más simple de evitar este inconveniente es trabajar con varios circuitos de riego, cada uno con su propia llave de agua y con un número moderado de rociadores. Así, si se abre una llave de agua a la vez, se conseguirá que los rociadores funcionen correctamente y se podrá regar todo el jardín de manera eficaz.

A modo de ejemplo, si para regar un jardín necesitamos 15 rociadores, pero la instalación existente no es capaz de alimentar adecuadamente más de 3 rociadores, deberemos dividir el jardín en 5 zonas, donde cada zona es regada por un circuito distinto con su propia llave de agua. Así tendríamos una instalación de 5 zonas, con 5 llaves de agua y 3 rociadores por zona.

## ¿Podemos hacer que las llaves de agua se abran y cierren solas y olvidarnos de regar todos los días?



Aunque una llave de agua normal no se puede abrir sin una mano que la mueva, existen llaves de agua especiales, conocidas como *electroválvulas* o *válvulas de solenoide*, que dejan pasar el agua cada vez que reciben una señal eléctrica y cortan el paso del agua cada vez que dejan de recibir electricidad.

Si equipamos nuestro sistema con este tipo de llaves y las conectamos a un controlador de riego electrónico que entrega electricidad a cada



válvula en un horario determinado, tendremos un *sistema de riego programado*.

En un controlador de riego típico, es el usuario quien define a qué hora comenzar a regar, qué días de la semana y cuántos minutos se debe regar cada zona.

El controlador, por su parte, se encarga de comenzar a regar a la hora definida por el usuario y de activar las válvulas, una a la vez y por el tiempo definido por el usuario, hasta completar el riego de todo el jardín.

En resumen, un sistema de riego programado para jardines consiste en una red de tuberías y válvulas (llaves de agua) que entrega agua proveniente de la red de agua potable a los rociadores que están distribuidos en el jardín cuando las válvulas de la instalación están abiertas.

Este sistema es manejado por un controlador, el cual envía una señal eléctrica a las distintas válvulas de la instalación para que dejen pasar agua hacia los rociadores a la hora y por el tiempo definidos por el usuario.

## **Elementos que componen una instalación:**

Un sistema de riego está formado con numerosos componentes, tales como surtidores, tubos, fittings, válvulas, cables, etc., los cuales son ensamblados entre sí. A continuación veremos los principales elementos a utilizar y sus características.

### **¿Qué son los surtidores?**

Los surtidores son los elementos que entregan el agua a las plantas y es lo que generalmente vemos de un sistema de riego. Existen surtidores especializados para para distintos tipos de aplicaciones tales como aspersores de impacto, rociadores, microaspersores y goteros.

#### **Aspersores de Impacto:**



Este tipo de aspersor es adecuado para regar zonas amplias, ya que permite regar a una distancia de 10 a 12 metros.

Este tipo de aspersor lanza un chorro de agua que va girando para cubrir la zona que debe regar. Para regular el ángulo en que gira, cuenta con dos toques, los cuales pueden ser ajustados para operar en distintos ángulos

#### **Rociadores de Arbustos y Pop-Up:**



Este tipo de rociadores es el ideal para zonas medianas, ya que poseen un alcance de 3,5 a 4,5 metros. Ambos rociadores poseen el mismo tipo de boquilla.

La diferencia entre ambos radica en que el rociador de arbustos va montado sobre un tubo a cierta altura, de modo que el flujo de agua no sea interrumpido por plantas. El rociador PopUp, en cambio es un rociador más adecuado para césped, ya que permanece oculto bajo la tierra y sólo se asoma unos pocos centímetros mientras se riega, por acción de la presión del agua

Generalmente, las boquillas de este tipo de rociador están diseñadas para un patrón de riego determinado. Existen boquillas para regar en 360°, 180°, 90°, franjas angostas, etc. También existen boquillas de ángulo ajustable, adecuados para áreas de formas más complejas. Estas últimas, si bien son más versátiles, suelen ser más delicadas que las boquillas convencionales.

#### **Microaspersores:**



Este tipo de rociador es una buena alternativa para zonas pequeñas, rincones y zonas con alta densidad de plantas, ya que poseen un alcance de alrededor de un metro.

Aunque se pueden instalar sobre un tubo de manera similar a los rociadores de arbustos, suele ser más práctico insertarlos sobre una manguera de polietileno negra que queda camuflada entre las plantas. Al igual que en el caso de las boquillas de rociadores de arbustos, existen microaspersores para regar en 90°, 180°, 360° y franjas angostas.

### **Goteros Regulables:**



Este tipo de emisor permite mojar una zona pequeña zona a su alrededor y puede ser bastante útil para regar tazas de árboles, y jardineras demasiado pequeñas como para emplear microaspersores.

El caudal de este tipo de gotero se regula girando la pieza que se encuentra en su parte superior. Sin embargo, no conviene regularlos para un flujo muy pequeño, ya que presentan cierta tendencia a taparse.

### **Goteros autocompensados:**



Este tipo de emisor entrega un caudal muy pequeño (típicamente entre 2 y 8 litros por hora), que deja una pequeña poza debajo del mismo. Como el flujo entregado es pequeño, se puede colocar un número importante de goteros en un mismo circuito, aunque necesitan de un tiempo de riego bastante mayor que otros tipos de emisores.

Por otra parte, como la superficie mojada es muy pequeña, se reduce la pérdida de agua por evaporación y se reduce el desarrollo de malezas.

Estas características los convierte en una buena solución para regar árboles y arbustos en terrenos grandes como parcelas.

En un emisor típico, el caudal entregado depende de manera importante de la presión del agua, lo que puede ser un problema en instalaciones extensas y/o con desniveles. Como su nombre lo sugiere, los goteros *autocompensados* se caracterizan por tener un mecanismo que *compensa* este efecto, logrando que todos los goteros de una instalación entreguen un flujo similar, a pesar de las diferencias de presión que pudiesen existir.

### **¿Qué son las válvulas?**

Son *llaves de agua* que se utilizan para activar los distintos circuitos de riego.



En el caso de instalaciones semi-automáticas se suelen usar *válvulas de bola*, las que se destacan por oponer una menor resistencia al flujo que otro tipo de válvulas.

En instalaciones de riego programado se usan *válvulas de solenoide*, las que se activan por medio de una señal eléctrica proveniente de un programador.



## Comportamiento del Agua en Redes de Tuberías:

En general, cuando se agrega un consumo a la instalación de agua de una casa, se debería verificar que dicha instalación sea capaz de entregar el flujo de agua requerido a una presión adecuada.

Si bien es cierto que este tipo de verificación se suele omitir al instalar un arranque para la lavadora o agregar una llave de agua para el jardín, omitir dicha verificación en una instalación de riego nos puede llevar a perder una inversión importante. Esto se debe a que el consumo de un sistema de riego automático puede llegar a ser bastante mayor que el consumo normal de una casa; de hecho, un sólo rociador de arbustos de 360° consume más agua que una ducha.

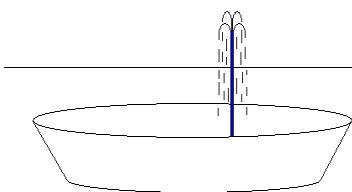
### ¿Qué es la presión?

Por definición, presión es una fuerza aplicada sobre una unidad de superficie. Se suele medir en libras por pulgada cuadrada (psi), en bar o en kilopascales.

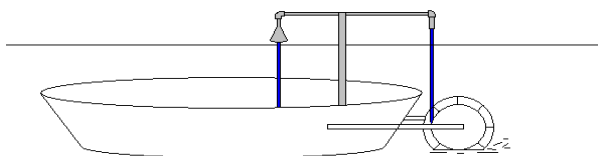
Sin embargo, cuando se trabaja con líquidos homogéneos, se le puede representar como la altura hasta la cual se puede hacer llegar dicho líquido. Las formas más comunes de representar la presión en forma de altura son los milímetros de mercurio y los metros-columna-de-agua (m.c.a.), siendo esta última la unidad de medida más usada en diseño de redes de agua.

Para familiarizarnos con los fenómenos asociados a la presión, a continuación veremos algunas situaciones que ilustran el comportamiento del agua en distintos escenarios.

### **Un agujero en el bote**



En más de algún dibujo animado hemos visto cómo, al perforarse el fondo de un bote, se produce un chorro de gran altura, entrando gran cantidad de agua al bote.



De hecho, si este tipo de situaciones se diera en la vida real, podríamos pensar en algún mecanismo que aproveche el chorro para propulsar el bote.

¿Qué ocurre en la vida real cuando se perfora un bote?

El agua ingresa a baja velocidad y la altura a la que llega el chorro jamás supera el nivel del agua fuera del bote.

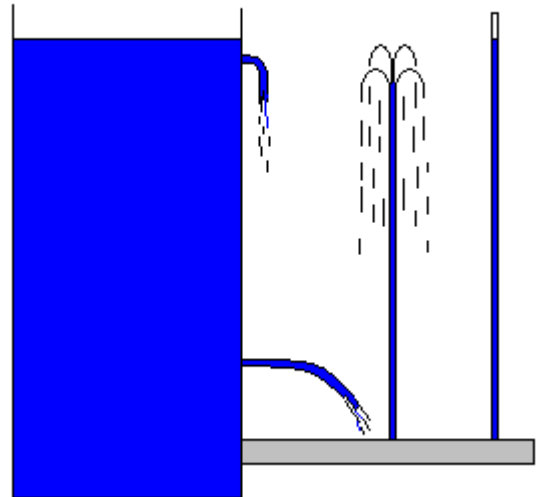
## Un estanque de agua:

Pensemos ahora en un estanque de agua del cual sale un tubo ancho. ¿Cuál sería la presión en el tubo?

Una forma de averiguarlo sería hacer una pequeña perforación en el tubo, conectar una manguera transparente y ver hasta qué altura llega el agua. Si el agua dentro del tubo está en reposo, el agua llegará a la misma altura que en el estanque.

¿Qué ocurre si perforamos el tubo?

Saltará un chorro que alcanzaría el nivel de agua en el estanque si el aire no lo frenara y no hubiese turbulencia ni roce en el tubo. Tal como ocurre cuando lanzamos una piedra hacia arriba, las gotas de agua que componen el chorro disminuirían su velocidad en la medida en que suben, hasta detenerse y comenzar a caer. Si omitimos el efecto del roce del aire, en un segundo, la velocidad de la gota disminuirá en 9,81 m/s.



Debemos notar que si perforamos el tubo en un costado, aunque el chorro sera horizontal, el agua saldrá a una velocidad similar a la del chorro vertical.

¿Qué pasa si perforamos el estanque?

Saldrá un chorro horizontal. Si la perforación se encuentra en la parte baja del estanque, el chorro saldrá a gran velocidad. Si la perforación se encuentra en la parte superior, la velocidad será menor. De hecho, la velocidad del chorro se relaciona directamente con la diferencia de altura entre la perforación y superficie del agua.

## ¿Podemos representar la velocidad como una altura?

Si. Si lanzamos (en ausencia de aire) un objeto hacia arriba (una piedra, una pelota o una gota de agua) a una cierta velocidad, éste alcanzará una cierta altura. Esa altura se conoce como *altura de velocidad*.

¿Se puede medir la altura de velocidad?



Si. Si en un canal colocamos un tubo en forma de L, apuntando en el sentido contrario a la dirección del flujo, el nivel del agua en el interior del tubo se elevará por sobre el nivel del canal. La diferencia de nivel entre la superficie del canal y la altura a la que llegó el agua, corresponde a la altura de velocidad.

### ¿Se puede calcular la altura de velocidad?

Si. Sabemos que en la cercanía de la superficie de nuestro planeta, un objeto que no tiene a qué sujetarse varía su velocidad en alrededor de 9,81 m/s (metros por segundo) por cada segundo de caída. Es decir, acelera a 9,81 (m/s)/s, o lo que es lo mismo, acelera a 9,81 m/s<sup>2</sup>.

Este valor de 9,81 m/s<sup>2</sup> se conoce como *aceleración de gravedad* y se denomina por la letra "g".

¿Qué pasa si dejamos caer un objeto durante un cierto tiempo "t" (medido en segundos) hasta alcanzar una velocidad "v\_max"?

Partirá con una velocidad de 0 m/s y su velocidad aumentará en forma constante hasta alcanzar una velocidad de t·g m/s, demorándose  $t = v_{\text{max}}/g$  segundos. Por otra parte, la velocidad promedio del objeto durante la caída será de "v\_max"/2 m/s.

¿Cuánto se desplazará el objeto durante la caída?

Para conocer el desplazamiento, bastará multiplicar la duración de la caída ("t") por la velocidad promedio.

Es decir, desplazamiento =  $t \cdot v_{\text{prom}} = (v_{\text{max}}/g) \cdot v_{\text{prom}} = (v_{\text{max}}/g) \cdot (v_{\text{max}}/2)$ , lo que equivale a  $(v_{\text{max}}^2)/(2 \cdot g)$ .

Por lo tanto, la altura de velocidad se puede calcular como  $h = v^2/(2 \cdot g)$ .

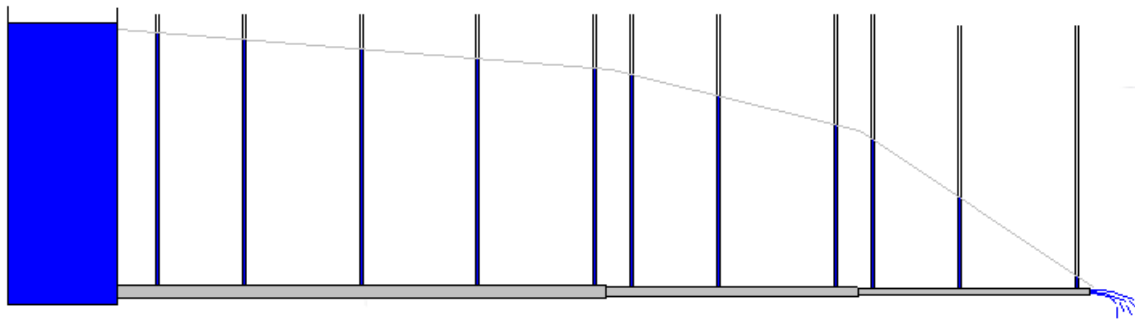
### ¿Tiene alguna ventaja representar las presiones y las velocidades como alturas?

Si, ya que permite simplificar los cálculos. En un sistema hidráulico, es común que una altura geométrica (altura del estanque) se transforme en una altura de presión dentro de la cañería o en una altura de velocidad de un chorro.

Altura, velocidad y presión son distintas formas de energía mecánica en el agua y, por lo mismo, es razonable medirlas en las mismas unidades (metros).



## ¿Qué pasa cuando se mueve el agua dentro de una tubería?



Como se ilustra en la figura, se produce una disminución de presión en la medida en que el agua fluye, debido a la fricción que se produce con las paredes de los tubos.

En este caso, tenemos tres tramos de distinto diámetro y una serie de tubos verticales para apreciar la presión en su interior. Podemos apreciar que las disminuciones más bruscas se producen en los tubos más delgados.

Por otra parte, tenemos que la fricción aumenta en la medida en que aumenta la velocidad del flujo. Como en el presente caso no hay nada que impida la salida del agua, la velocidad aumenta hasta que la presión a la salida de la cañería se anula.

## ¿Se puede calcular las pérdidas de presión en una cañería?

Sí. A continuación veremos una fórmula para calcular la pérdida de presión por cada metro de tubería.

$$J = 10,665 \cdot \frac{Q^{1,852}}{C^{1,852} \cdot D^{4,869}}$$

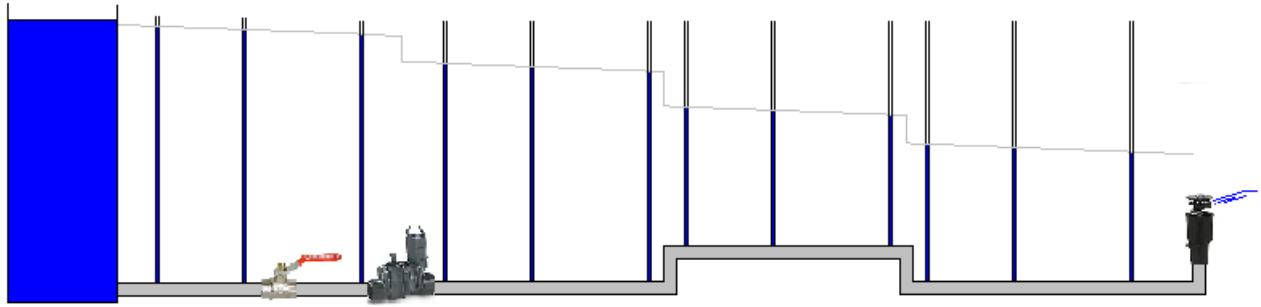
J = Pérdida de carga en tanto por uno  
(m.c.a./m) (adimensional)

Q = Caudal en m<sup>3</sup>/s

D = Diámetro interior de la tubería en m

C = Coeficiente de rugosidad (C=150 para PVC)

## ¿Qué pasa si incorporamos elementos como válvulas, codos, etc.?



Cuando incorporamos elementos que alteran el flujo, se producen remolinos y, en consecuencia, se pierde presión, tal como se ilustra en la figura.

En la mayoría de los casos, esta pérdida de presión es proporcional a la altura de velocidad y basta multiplicar la altura de velocidad por un "coeficiente de pérdida de carga singular", denominado "k", el cual depende de la forma del elemento.

Por ejemplo, el valor de k para un codo típico es de 0,9. Así, si la altura de velocidad fuese de 1m, la pérdida de presión en un codo sería de 90 centímetros (1 metro multiplicado por 0,9).

## **El Golpe de Ariete (Water Hammer):**

Cuando el agua fluye en una tubería y se cierra una válvula, el agua tiende a seguir en movimiento. Esto trae como consecuencia que, por una parte, aguas arriba de la válvula se produzca una alza de presión, superándose muchas veces la presión normal de la red y, por otra parte, que aguas abajo de la válvula se produzca una baja de presión, que puede llegar a ser inferior a la presión atmosférica.

Generalmente, el golpe de ariete se limita a provocar algunos ruidos y vibraciones en la red de tuberías durante el cierre de válvulas. Sin embargo, en casos extremos puede llegar a reventar las tuberías.

Por norma, las tuberías empleadas en instalaciones de agua potable deben estar diseñadas para una presión de 100 m.c.a., siendo la presión estática máxima permitida en la red de 60 m.c.a.. Esto da un margen de seguridad de 40 m.c.a. para resistir un golpe de ariete aguas arriba de la válvula.

Por otra parte, la presión atmosférica es de aproximadamente 10 m.c.a. Esto significa que si la baja de presión aguas abajo de la válvula supera los 10 m.c.a., el agua dentro de la tubería seguirá de largo y quedará una zona "al vacío" junto a la válvula. Luego el agua se detendrá, se devolverá e impactará a la válvula provocando un alza de presión.

### **¿De qué depende la magnitud de estas variaciones de presión?**

La magnitud de este fenómeno depende fundamentalmente de la velocidad del flujo, el tiempo de cierre de la válvula, el largo del tubo y la elasticidad del tubo.

Una velocidad de flujo alta en un tubo rígido y largo acentúa el fenómeno. Sin embargo, cuando se emplean tubos más flexibles (PVC), de un diámetro adecuado, este fenómeno se tiende a mantener en rangos aceptables.

Asimismo, un tiempo de cierre corto tiende a acentuar el fenómeno. Lamentablemente, las electroválvulas suelen tener un tiempo de cierre bastante breve (típicamente entre medio segundo y un segundo). Sin embargo, la flexibilidad de los tubos de PVC ayuda a compensar este fenómeno.

Otras formas de atenuar el fenómeno son la instalación de válvulas de seguridad que permitan la salida del agua cuando la presión sea excesiva, los estanques con gas comprimido y las chimeneas de equilibrio (esto es, un tubo vertical abierto en su parte superior).

Si bien a primera vista parece absurdo pensar en una chimenea de equilibrio con una presión de varias decenas de metros columna de agua, aguas abajo de la válvula, los mismos rociadores se comportan como si lo fuera. Por lo mismo, la baja de presión a la salida de la válvula se puede reducir al reducir la distancia entre la válvula y el primer rociador.

Velocidad (m/s)	Sobrepresión Máxima en tubos de PVC C10 con detención en 0,5 segundos (m.c.a.) vs velocidad (m/s)									
	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2	2,25	2,5	2,75	3
Tubo de 5m	2,04	2,45	2,86	3,27	3,67	4,08	4,59	5,1	5,61	6,12
Tubo de 10m	4,08	4,9	5,71	6,53	7,35	8,16	9,18	10,2	11,22	12,24
Tubo de 20m	8,16	9,8	11,43	13,06	14,69	16,33	18,37	20,41	22,45	24,49
Tubo de 40m	16,33	19,59	22,86	26,12	29,39	32,65	36,73	40,82	44,9	48,98
Tubo de 60m	24,49	29,39	34,29	39,18	44,08	48,98	55,1	61,22	67,35	73,47
Tubo de 80m	32,65	39,18	45,71	52,24	58,78	65,31	73,47	81,63	89,8	97,96
100m y más	38,74	46,48	54,23	61,98	69,72	77,47	87,16	96,84	106,52	116,21

Nota: Para los tubos de hasta 80 metros, se ha aplicado el criterio de Michaud, con un tiempo de cierre de válvula de 0,5 segundos. Este criterio tiende a sobreestimar las presiones, ya que supone que los tubos son rígidos. Por lo mismo, estos valores pueden aplicarse con seguridad a materiales distintos del PVC, siempre y cuando no se acorte el tiempo de cierre de la válvula. En el caso de los tubos de 100 metros y más, se ha aplicado el criterio de Joukosky, el cual supone un cierre abrupto de la válvula, pero en un sistema con tubos flexibles. Por lo mismo, puede ser aplicado con seguridad en la medida en que se mantenga el material del tubo.

Velocidad (m/s)	D int	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2	2,25	2,5	2,75	3
Caudal (l/m) en tubo de 20mm	16	12,06	14,47	16,89	19,3	21,71	24,12	27,14	30,15	33,17	36,18
Caudal (l/m) en tubo de 25 mm	21	20,78	24,93	29,09	33,24	37,4	41,56	46,75	51,94	57,14	62,33
Caudal (l/m) en tubo de 32 mm	27	34,35	41,22	48,09	54,95	61,82	68,69	77,28	85,87	94,45	103,04
Caudal (l/m) en tubo de 40 mm	35	57,72	69,26	80,8	92,35	103,89	115,43	129,86	144,29	158,72	173,15
Caudal (l/m) en tubo de 45 mm	45	95,41	114,49	133,57	152,65	171,73	190,82	214,67	238,52	262,37	286,22

## ¿Cómo se diseña una red de rociadores?

Al momento de diseñar una red de rociadores, pueden existir distintas formas técnicamente correctas de cubrir una zona, sin que una sea evidentemente mejor que otra.

Existen distintos tipos de rociadores, con distinto alcance, tasas de precipitación, requerimientos de presión y vulnerabilidades.

Si tomamos solamente en cuenta la geometría, deberíamos colocar rociadores de mayor alcance (rotores y rociadores de impacto) en zonas amplias, aspersores convencionales en zonas más estrechas y microaspersores o goteros en las zonas muy tupidas.

Sin embargo, distintos tipos de rociador tienen distintos requerimientos de presión y caudal. A modo de ejemplo, un aspersor PopUp convencional puede funcionar correctamente a una presión de 10 m.c.a., mientras la mayoría de los rotores y aspersores de impacto requieren de presiones de 17 m.c.a. y más. Por lo mismo, si la presión disponible en la red es baja, deberíamos preferir los aspersores convencionales, incluso en zonas amplias.

Por otra parte, los rotores y aspersores de impacto consumen un caudal similar a los aspersores convencionales y cubren un área varias veces mayor. Por lo mismo, el caudal necesario para cubrir una determinada zona del jardín será menor al usar aspersores de impacto, lo que puede ser una ventaja importante en instalaciones con grandes pérdidas de presión (tubos estrechos y medidores de baja capacidad). Esta característica también permite utilizar una red de tuberías menos tupida y cavar menos zanjas.

Sin embargo, una red tupida, basada en rociadores de menor alcance, permite adaptar la instalación a cambios que sufra el jardín, tales como crecimiento de plantas, construcciones de piscinas, etc.

Por último existen diferencias entre rociadores similares de distintos fabricantes, por lo que resulta aconsejable recurrir a los distintos manuales.

De acuerdo a lo anterior, el tipo de rociador a elegir deberá analizarse caso a caso, sopesando las ventajas y desventajas de las distintas alternativas, así como su costo.

## **¿Cómo se distribuyen los rociadores?**

Aunque a veces la geometría del lugar lo impide, se recomienda distribuir los rociadores de modo que cada cabeza de rociador sea mojada por al menos un rociador vecino. Esto permite un riego parejo e impide que queden grandes zonas secas por la falla de un sólo rociador.

En bordes tales como caminos y muros de la casa, conviene colocar los rociadores apuntando hacia el jardín, a fin de minimizar la pérdida de agua y el humedecimiento de los muros. Sin embargo, en el caso de los deslindes puede ser razonable colocar rociadores apuntando hacia los muros, sobre todo cuando éstos son tapados con arbusos o enredaderas.

Otro factor a tomar en cuenta es qué tan expuesto están los rociadores. A modo de ejemplo, conviene evitar colocarlos en lugares donde puedan ser pisados por vehículos o pasados a llevar fácilmente.

Por último, un factor que no debemos olvidar es que el alcance de un rociador está limitado por la presión disponible. Por lo mismo, conviene tener alguna estimación de esta variable al momento de diseñar el sistema.

## **¿Cómo se asignan los circuitos?**

Existen varios criterios a tomar en cuenta:

En un mismo circuito, la precipitación de los rociadores deberá ser similar, y la necesidad de agua de las plantas también.

Por otra parte, se deberá garantizar que cada rociador reciba el caudal requerido a la presión requerida. Para ello se deberá estimar qué caudal es capaz de entregar la instalación de agua a la presión requerida por el tipo de regador empleado. Luego se deberán agrupar los regadores de tal manera que ningún grupo consuma más agua de la que la instalación es capaz de proveer.

## **¿Se puede determinar en un sólo paso simple cuál es el tendido de tuberías ideal?**

En general no, ya que habitualmente existe más de una opción técnicamente factible. Por lo mismo, una vez conocidas las características del arranque, se deberá pensar en una o más soluciones que parezcan razonables, revisar su comportamiento esperado, su costo y ver en qué se puede mejorar.

No se trata de proponer una solución hasta el último detalle en esta etapa; para una primera aproximación bastará con definir algunas variables relevantes, tales como tipo de emisor, ubicación aproximada con respecto al arranque considerado, caudal del circuito y una propuesta tentativa de diámetros de tuberías.

Luego se deberán estimar, por tramos, las pérdidas de presión en el circuito y observar si se mantienen en rangos aceptables. También se deberán observar los *cuellos de botella* de la instalación y ver si se puede mejorar su capacidad a un costo razonable. También se deberá observar si se puede lograr una economía relevante reduciendo la capacidad de alguna parte de la instalación o exigiendo más algún circuito.

### **¿Es necesario realizar el mismo procedimiento para cada circuito?**

No necesariamente. La finalidad de este procedimiento es diseñar circuitos que funcionen correctamente a bajo costo.

Si realizamos los cálculos para los circuitos que están en situaciones más desfavorables y éstos funcionan, los demás circuitos diseñados de manera similar también funcionarán.

Es probable que se dejen pasar algunas posibilidades de rebajar costos; por lo mismo se deberá ver caso a caso si los costos involucrados justifican realizar un análisis más profundo.

### **¿Es buena idea reducir costos, aprovechando hasta el límite la capacidad de la instalación?**

Por lo general no es aconsejable, ya que en la mayoría de los casos la presión del agua no está asegurada. Por otra parte, en muchos casos conviene dejar alguna holgura para agregar uno que otro rociador adicional, en caso de que llegue a ser necesario.

### **¿Existen circuitos con formas más desfavorables que otros?**

Sí. Mientras más largo sea el camino hasta el último rociador, mayor será la pérdida de presión. Por lo mismo, dentro de los circuitos con forma relativamente "normal", los casos más desfavorables son aquellos en que los rociadores se encuentran en fila y la válvula está en un extremo.

A continuación veremos dos tablas de *circuitos tipos*, donde uno corresponde a una fila de rociadores de 180° y el otro a una fila de rociadores de 360°. Si bien la elección de diámetros para estos tubos no es la única posible y puede no ser la ideal para todos los casos, es un buen punto de partida para el diseño de una red de rociadores.

Debemos notar que muchos circuitos de otras formas pueden ser vistos como combinaciones de circuitos lineales o variantes de los mismos.

Pérdidas de Presión en Circuito Tipo con rociadores de 180° en fila

Q l/min	D (mm)	Perd Sig	Sep Rociadores			Pérdida Acumulada (m)			Nº Reg	Valv Rbird DV-100
			3,5	4	4,5	3,5	4	4,5		
7,5	16	0,02	0,11	0,13	0,15	0,13	0,15	0,16	1	1,15
15	21	0,01	0,11	0,13	0,14	0,25	0,28	0,32	2	1,69
22,5	21	0,02	0,23	0,27	0,3	0,51	0,57	0,64	3	2,11
30	21	0,04	0,4	0,45	0,51	0,95	1,07	1,19	4	2,47
37,5	21	0,07	0,6	0,68	0,77	1,61	1,82	2,03	5	2,79
45	21	0,1	0,84	0,96	1,08	2,55	2,87	3,2	6	3,09
52,5	21	0,13	1,12	1,28	1,43	3,79	4,28	4,76	7	3,36
60	27	0,06	0,42	0,48	0,54	4,27	4,82	5,37	8	3,61
67,5	27	0,08	0,52	0,6	0,67	4,88	5,5	6,12	9	3,86
75	27	0,1	0,64	0,73	0,82	5,61	6,32	7,03	10	4,09
82,5	27	0,12	0,76	0,87	0,97	6,48	7,3	8,12	11	4,31
90	27	0,14	0,89	1,02	1,15	7,52	8,46	9,41	12	4,52
97,5	27	0,16	1,03	1,18	1,33	8,71	9,81	10,9	13	4,72
105	27	0,19	1,18	1,35	1,52	10,09	11,35	12,62	14	4,92
112,5	27	0,22	1,35	1,54	1,73	11,65	13,11	14,57	15	5,11
120	27	0,25	1,52	1,73	1,95	13,42	15,09	16,77	16	5,29
127,5	27	0,28	1,7	1,94	2,18	15,4	17,31	19,23	17	5,47
135	27	0,31	1,89	2,16	2,43	17,6	19,79	21,97	18	5,65
142,5	27	0,35	2,09	2,38	2,68	20,04	22,52	25	19	5,82
150	27	0,39	2,29	2,62	2,95	22,72	25,53	28,34	20	5,98

Q l/min	D (mm)	Perd Sig	Sep Rociadores			Pérdida Acumulada (m)			Nº Reg	Rbird DV-100
			3,5	4	4,5	3,5	4	4,5		
15	16	0,07	0,41	0,47	0,53	0,48	0,54	0,6	1	1,69
30	21	0,04	0,4	0,45	0,51	0,92	1,04	1,15	2	2,47
45	21	0,1	0,84	0,96	1,08	1,86	2,09	2,33	3	3,09
60	27	0,06	0,42	0,48	0,54	2,34	2,63	2,93	4	3,61
75	27	0,1	0,64	0,73	0,82	3,07	3,46	3,84	5	4,09
90	27	0,14	0,89	1,02	1,15	4,1	4,61	5,13	6	4,52
105	27	0,19	1,18	1,35	1,52	5,48	6,16	6,84	7	4,92
120	27	0,25	1,52	1,73	1,95	7,24	8,14	9,04	8	5,29
135	27	0,31	1,89	2,16	2,43	9,45	10,61	11,78	9	5,65
150	27	0,39	2,29	2,62	2,95	12,13	13,63	15,12	10	5,98
165	27	0,47	2,74	3,13	3,52	15,34	17,22	19,11	11	6,31
180	27	0,56	3,22	3,67	4,13	19,11	21,46	23,8	12	6,61

### ¿Cómo se calculan las pérdidas de presión en un circuito con ramificaciones?

Al igual que en un circuito lineal, interesa saber lo que ocurre en el rociador más desfavorable, el cual se encontrará en la punta de una de las ramas. En algunos casos será trivial saber cuál es el más desfavorable; en otros casos puede haber más de un candidato y habrá que realizar el cálculo para cada candidato.

En ambos casos, se deberá seguir el camino que sigue el agua hasta el rociador en análisis, calcular la pérdida de presión en cada tramo y elemento y sumar dichas pérdidas. Debemos notar que las pérdidas de presión en tubos pertenecientes a otros ramales no afectan al rociador en análisis, ya que dichos tubos no forman parte del camino del agua que lo alimenta.. Por lo mismo, estas pérdidas no deben ser sumadas.

### ¿Existen formas más simples de diseñar y calcular circuitos?

Sí, aunque estas simplificaciones nos llevarán a sobreestimar las pérdidas de presión y, en consecuencia, nos llevarán a invertir algo más en materiales de lo estrictamente necesario.

Un criterio es escoger (arbitrariamente) la pérdida de presión máxima que nos permitiremos en cada tramo del circuito.

Luego contamos el número de tramos que deberá recorrer el agua hasta llegar al rociador más lejano. Teniendo este dato, sabremos que la pérdida de presión será menor que el número de tramos que recorrerá el agua multiplicado por la presión máxima por tramo.

A continuación calculamos los caudales en cada tramo y escogemos los tubos de modo que la pérdida de presión por tramo no supere a la pérdida máxima escogida.

Si la pérdida de presión y los materiales empleados nos parecen razonables, aceptamos el diseño. En caso contrario, repetimos el procedimiento con una pérdida de presión más adecuada.



## **En resumen, ¿Cuáles son los pasos a seguir para el diseño hidráulico de un sistema de riego?**

Se parte por averiguar las características del arranque de agua; esto es, presión disponible y pérdidas de presión para distintos caudales. Esto se puede hacer calculandolas pérdidas en cada elemento que compone el arranque (medidor, llaves de paso y tubos), o bien, determinando experimentalmente el coeficiente característico de la instalación..

Luego se escoge un diametro tentativo para una matriz que lleve el agua hasta el último rincón a regar. En sitios de menos de 1000 metros cuadrados, un tubo de 32mm de diámetro suele ser adecuado. En terrenos más grandes conviene evaluar diámetros mayores.

A continuación se determina un consumo tentativo al final de la matriz y se calculan las pérdidas de presión por tramo. Si las pérdidas de presión en la matriz son moderadas en relación a las pérdidas en el arranque, es probable que ésta esté bien dimensionada. En caso contrario, puede ser razonable variar el diámetro.

El siguiente paso es calcular qué caudal se puede sacar a una presión admisible al final de esta matriz. Para ello consideramos la presión disponible (normalmente se toma una presión algo menor a la presión medida) y le restamos las pérdidas de presión que se producen en el arranque, en la matriz, codos, en la válvula solenoide, etc. Este cálculo se puede realizar para distintos diámetros tentativos. Debemos notar que para muchos rociadores existe un rango de presiones admisibles y que su alcance depende de dicha presión. En tales casos, se deberá definir en esta etapa la presión requerida en los rociadores y el alcance para el cual se diseñará el circuito.

Luego se diseñan los circuitos de riego propiamente tales. En esta etapa se define la ubicación de cada rociador, un trazado preliminar de las tuberías de los circuitos de riego y sus diámetros.

Finalmente se verifica el comportamiento del sistema completo. Interesa verificar que la presión en los rociadores sea suficiente, que no se produzca un golpe de ariete fuera de los rangos admisibles y que no exista una sobreinversión importante en elementos subaprovechados.

### **Recomendaciones generales:**

Para la matriz conviene escoger un trazado donde resulte accesible y el riesgo de sufrir daño sea reducido. A modo de ejemplo, un trazado bajo el césped suele ser mejor que bajo una franja de tierra donde se van a plantar árboles. Debemos tener presente que para intervenir un tubo (ya sea para repararlo o para insetrar una Te) es ideal tener la posibilidad de despejar un tramo de tubo equivalente a unas cien veces su diámetro.

Se debe contemplar la posibilidad de modificar el sistema a futuro. Desde ese punto de vista, es razonable pensar en diseñar circuitos con capacidad para rociadores adicionales, o bien, tener una instalación preparada para agregar nuevos circuitos con facilidad.

Se deben concentrar los recursos donde se les saque mejor partido. Una matriz de diámetro generoso favorece el desempeño de todos los circuitos, por lo que resulta razonable que ésta sea de una medida mayor que los tubos propios de cada circuito.

Cuando la presión es baja y las holguras con que se cuenta son pequeñas, conviene pensar en lo que se hará si la situación empeora y la instalación falla. Si la solución es un estanque con una bomba, conviene pensar dónde se colocará y cómo se conectará. Puede ser razonable dejar reservado un cable para dar la orden de partida y colocar un tubo para alimentar el estanque. Notemos que esta

solución se puede aplicar al riego, o bien, al conjunto riego-casa..

## **Dos variantes: Riego por Goteo y Microriego:**

### **¿Cómo se diseñan los sistemas de microriego?**

En principio se diseñan de la misma forma que un sistema de riego para arbustos, con la diferencia de que el alcance es menor, por lo que es razonable ubicarlos con una separación de 0,5 a 1,5 metros. Debemos notar, eso sí, que a diferencia de lo que ocurre con los rociadores PopUp o de arbustos, las características de caudal y alcance varían bastante de un fabricante a otro.

### **Si coloco 100 rociadores en línea sobre un sólo tubo, ¿debo calcular las pérdidas de presión tramo por tramo?**

Si se quiere un resultado preciso sí. Sin embargo, existe un método de cálculo simplificado cuando el consumo de agua es homogéneo a lo largo de un tubo. En esos casos, la pérdida de presión se puede calcular como si el 45% del consumo de agua estuviese concentrado al comienzo del tramo y el 55% restante al final del mismo.

A modo de ejemplo, si en un tramo tenemos 20 rociadores de 90 litros por hora, el consumo de agua en dicho tramo será de 30 litros por minuto. Entonces, este tramo del circuito se comportará como si al comienzo del tramo hubiese un rociador que consume 13,5 l/min (el 45% de 30) y al final del mismo otro que consume 16,5 l/min (el 55% de 30).

En instalaciones pequeñas, lo usual es usar un tubo de polietileno de ½", donde todo el tubo se considera como un sólo tramo. En instalaciones grandes, en cambio, se suele usar un tubo de mayor diámetro al principio del circuito, siguiendo con tubos más delgados. En tal caso, cada tubo deberá considerarse como un tramo distinto.

### **¿Cuáles son los requisitos de presiones en un sistema con microjets?**

Es razonable asegurar una presión mínima de 10 m.c.a. Por otra parte, dado que por lo general estos rociadores no cuentan con sistemas para regular el caudal, conviene evitar grandes diferencias de presión entre el primer rociador y el último.

En general, el flujo que sale de un rociador es proporcional a la raíz cuadrada de la presión. Esto significa que si el primer rociador tiene el doble de presión que el último, emitirá un 41% más de agua.

En todo caso, como estos rociadores no poseen piezas móviles que se activen con la presión del agua, al operar con una presión menor sólo se reducirá su alcance.

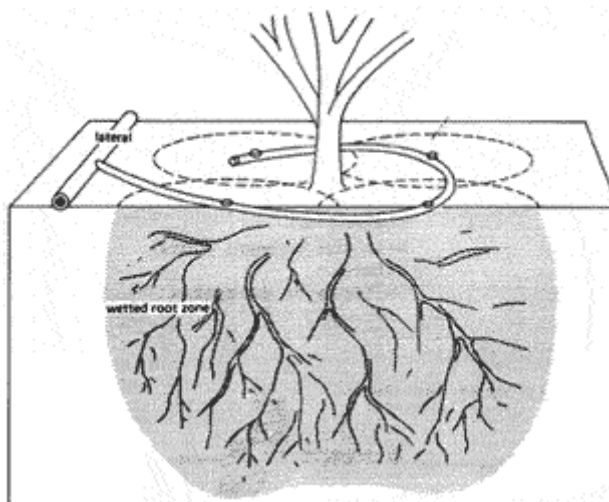
### **¿Cómo se diseña un sistema de riego por goteo?**

Desde un punto de vista de cálculo hidráulico, se calculan de una manera similar a los microjets.

En general se recomienda mantener la presión en un rango de 10 a 20 m.c.a. Sin embargo, si se utilizan goteros autocompensados y se conocen sus especificaciones, es razonable trabajar con rangos de presiones más amplios. A modo de ejemplo, un gotero Rainbird modelo PC-10 permite operar sin problemas en un rango de presiones de entre 10 y 35 m.c.a. (ver

[http://www.rainbird.com/pdf/ag/ts\\_emitters.pdf](http://www.rainbird.com/pdf/ag/ts_emitters.pdf)). Si la presión resulta ser excesiva para el gotero en análisis, puede ser reducida instalando un regulador de presión o reduciendo la capacidad de esa parte de la instalación.

Desde un punto de vista de la distribución de los emisores, éstos deben ser colocados de modo que humedezcan la zona de las raíces de las plantas. A diferencia de lo que ocurre con los rociadores convencionales, donde se busca humedecer toda la superficie, en el caso de los goteros se busca humedecer el subsuelo, empapando una zona de tierra con forma de pera conocida como *bulbo húmedo*, lo cual permite reducir las pérdidas de agua que se producen por evaporación.



Cuando se riegan franjas de plantas (setos, jardineras, etc.), se deberán colocar con una separación de 30 a 50 centímetros o hasta 1m en el caso de arbustos más grandes. Cuando se riegan árboles, se suelen colocar entre 2 y 8 emisores (dependiendo del tamaño del árbol) a media distancia entre el tronco y el borde de la copa del árbol.

Los emisores típicos entregan un caudal de entre 2 y 8 litros por hora, siendo uno de los más usados los de 4 litros por hora.

En terrenos arenosos, el bulbo húmedo tiende a ser más profundo y angosto, por lo que conviene ensancharlo usando goteros de mayor caudal (8 l/h). En terrenos arcillosos, en cambio, el bulbo tiende a ser más ancho y poco profundo, por lo que conviene enangostarlo usando goteros de menor caudal (2 l/h).

### **¿Se deben tomar precauciones especiales para evitar que los goteros se tapen?**

Aunque no es estrictamente necesario en instalaciones que funcionan con agua potable, es recomendable colocar un filtro de malla antes de la válvula, que permita retener impurezas tales como virutas que puedan haber dentro de las cañerías. Adicionalmente es aconsejable enjuagar la instalación antes de ponerla en operación. Para ello se da el paso del agua antes de cerrar la punta de los circuitos, dejando salir las impurezas que puedan haber quedado en los tubos.

## **Automatización de Sistemas de Riego:**

Habitualmente las instalaciones de riego son operadas mediante electroválvulas que son manejadas desde un controlador electrónico.

### **¿Cómo funciona un circuito eléctrico?**

Las electroválvulas, como cualquier artefacto eléctrico, se activan cuando pasa una corriente de electrones por ésta.

Para que la corriente eléctrica circule, es necesario que tengan un camino de entrada y un camino de salida. Ese es el motivo por el cual estos artefactos tienen al menos una pareja de cables. Si uno de los cables está desconectado, decimos que el circuito está abierto y la válvula no se activará.

También es necesario que algo que mueva los electrones, como un generador eléctrico o una pila.

La corriente eléctrica, que se mide en Ampere, es el caudal de electrones que fluye por el cable.

La tensión, que se mide en Volts, es un concepto análogo a la presión en el caso de los fluidos. Por cada 1000 volts de diferencia de tensión entre dos cables se puede producir una chispa de 1mm de largo.

Tal como ocurre en las redes de cañerías, en los cables eléctricos se producen pérdidas de tensión. Grandes corrientes y cables largos aumentan las pérdidas de tensión. Cables gruesos reducen esta pérdida. La dificultad para que la electricidad pase por un cable o artefacto se conoce como *resistencia eléctrica* y se mide en Ohm ( $\Omega$ ).

Cuando la distancia entre el programador y la última válvula es menor a 50 m, un cable telefónico multipar suele ser una solución adecuada. Para distancias mayores es recomendable usar cables más gruesos.

En los artefactos a pila, los electrones fluyen siempre en la misma dirección. En ese caso decimos que tenemos corriente continua o corriente directa (DC).

En los artefactos conectados a la red pública, los electrones fluyen primero en una dirección y luego en la dirección contraria. En este caso decimos que tenemos corriente alterna (AC). Cada vez que la corriente vuelve a circular en la misma dirección, decimos que se completó un ciclo. En la red pública chilena se completan 50 ciclos por segundo (50 Hz).

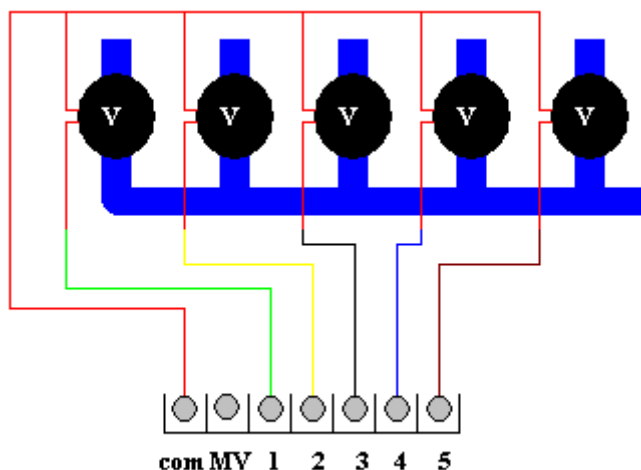
Según norma, los ductos eléctricos en jardines deberán ser instalados a una profundidad de 45 cm, entre dos capas de arena, o bien ir protegidos con mortero pobre o ladrillos. Por otra parte, según la misma norma, se considerarán como máximos valores de tensión a los cuales puede quedar sometido el cuerpo humano sin ningún riesgo, 50 V en lugares secos y 24 V en lugares húmedos o mojados en general.

Normalmente, los controladores de riego operan con una tensión de 24 VAC y son alimentados desde un transformador que rebaja la tensión desde los 220 VAC de la red pública a la tensión requerida. Por lo tanto, el único tramo de la instalación en que se trabaja con tensiones peligrosas es el que va desde la red pública hasta el transformador.

## ¿Cómo se conectan las válvulas al controlador?

Como veíamos antes, para que una electroválvula se active, debe tener una pareja de cables conectada al controlador. Mientras uno de los cables esté desconectado, la válvula permanecerá cerrada.

En los sistemas de riego, lo usual es que exista un cable común, al cual se conecta uno de los cables de cada una de las válvulas. Este cable (salvo casos especiales) se encuentra permanentemente conectado y, aunque no existe una convención universalmente aceptada, suele ser de color rojo en la mayor parte de las instalaciones y va conectado a la posición COM del controlador.



El otro cable de cada una de las válvulas deberá conectarse a cada número de zona. La válvula del primer circuito que riega irá conectada a la posición 1, la segunda a la posición 2, etc. Estos son los cables que el controlador de riego conecta y desconecta según cuándo corresponda regar y el orden en que se conectan determinará el orden en que se activen los circuitos de riego.

Aunque desde un punto de vista eléctrico se pueden conectar las válvulas en cualquier orden, es recomendable que la primera corresponda a un sector en que sea poco probable que alguien resulte mojado accidentalmente y que el orden de los siguientes circuitos resulte fácil de memorizar.

## ¿Qué pasa si uso un controlador con capacidad para más válvulas de las que están instaladas?

No habría inconveniente. De hecho, un programador típico ni siquiera se daría cuenta que falta una válvula y mantendría energizado el contacto cuando le correspondiera regar al circuito inexistente.

## ¿Por qué en muchos controladores uno de los contactos dice MV o PUMP?

Se trata de un contacto que permanece energizado durante todo el período de riego. La idea es poder instalar una válvula maestra que corte el paso del agua cuando no se esté regando, o bien, un relé que active o desactive una bomba en aquellos casos en que no se cuente con una conexión a la red pública con la capacidad hidráulica requerida.

### **¿Por qué debo usar un relé al conectar una bomba?**

Recordemos que el controlador entrega una tensión de 24 VAC. Dado que la bomba funcionará con 220 VAC, se necesitará un interruptor conectado a los 220 V que se active al recibir la señal de 24 V del controlador.

### **¿Se debe tomar alguna otra precaución al conectar una bomba?**

Cuando una bomba opera por largos períodos sin que circule agua por ésta existe el riesgo de que hierva el agua en su interior y que se deterioren algunos componentes de la misma. Esta situación se podría dar si el controlador tiene capacidad para más válvulas de las que están instaladas y se le tiene programado (por error) para regar en un circuito inexistente.

Una forma de evitar este riesgo consiste en conectar la última válvula a todos los contactos ociosos.

### **¿Necesitan siempre las bombas estar conectadas al controlador?**

No necesariamente. Hay sistemas de control para bombas que se activan al detectar una baja de presión. En ese caso el sistema de riego se diseña como si estuviese conectado a un arranque común.

### **¿Son todos los controladores equivalentes?**

En general, las funciones básicas de un controlador de riego las encontramos en cualquier controlador y, en principio, cualquier controlador con suficientes zonas servirá para una instalación típica.

Por otra parte, el costo del agua suele ser un gasto importante en la mantención de un sistema de riego. De hecho, el costo del controlador suele ser equivalente a unos pocos meses de consumo de agua.

Cuando un controlador resulta engorroso de manejar, suele permanecer varios meses con un mismo programa, gastándose agua en exceso. Sin embargo, cuando resulta cómodo de manejar y está ubicado en un lugar cómodo y visible, hay bastantes más posibilidades de que sea puesto a punto frecuentemente, lográndose así un importante ahorro de agua.

En consecuencia, la facilidad de uso es un factor importante al momento de seleccionar un controlador. De hecho, una función importante es la función de ajuste (%), la cual permite variar en tres pasos simples los tiempos asignados a todas las zonas en el porcentaje deseado por el usuario.

## **Selección de Bombas:**

### **¿Qué tipo de bombas existen?**

Aunque existen numerosos tipos de bomba (desplazamiento positivo, centrífugas, etc.), las utilizadas normalmente en sistemas de riego son bombas centrífugas.

Estas últimas, a su vez, se clasifican en *sumergibles* y *periféricas*.



Las bombas sumergibles, como su nombre lo indica, permanecen bajo la superficie del agua y suelen ser usadas en pozos

Las bombas periféricas, en cambio, están situadas fuera del agua y necesitan de un tubo de aspiración que llegue hasta la entrada de la bomba.



### **La presión de agua ¿es la que entrega la bomba según sus especificaciones?**

Hay que ser cuidadosos, ya que lo que hace la bomba es agregar presión a la presión disponible.

Si tenemos una bomba periférica sacando agua de una cisterna a 3m de profundidad, tendremos una presión negativa de poco más de 3m (el desnivel más la pérdida en el tubo, válvula de pie, etc.) a la entrada de la bomba. Esta presión deberá ser restada a la presión aportada por la bomba.

Por otra parte, tal como ocurre en un arranque de agua potable normal, en una bomba la presión depende del caudal. La relación entre aporte de presión y caudal suele aparecer en un gráfico en las especificaciones de la bomba.

Si este gráfico no estuviese disponible, se puede deducir a partir de la información de placa. Aquí, la presión máxima corresponde a la presión cuando no hay flujo y el caudal máximo corresponde al caudal cuando no hay aporte de presión. Con estos dos datos y la tabla con que calculamos los arranques es posible conocer el comportamiento de la bomba a distintos niveles de consumo.

### **¿Puede una bomba periférica succionar desde cualquier profundidad?**

No. Es físicamente imposible succionar agua desde una profundidad de 10m o más. En las bombas se suele especificar la presión negativa admisible a la entrada de la misma, la cual suele estar en torno a los 7 m.c.a. En caso de no disponer de ese dato, no es prudente trabajar con presiones negativas de más de 5 m.c.a.

### **¿Por qué se instala una válvula de pie en las bombas periféricas?**

Para asegurar que la bomba esté llena de agua, ya que cuando está llena de aire su capacidad de succión se reduce a aproximadamente la milésima parte.



### **¿Cómo se escoge una bomba?**

En principio existe bastante flexibilidad para escoger una bomba, ya que existen muchas bombas que cumplirán con el requisito de entregar agua a una presión adecuada a los rociadores.

Si escogemos una bomba pequeña, necesitaremos una instalación con muchos circuitos. Si escogemos una bomba de gran capacidad, necesitaremos un número menor de circuitos. En la práctica deberemos escoger una combinación que resulte razonable desde un punto de vista económico y práctico.

Algunos factores que limitan la capacidad de la bomba son la capacidad de la instalación eléctrica y el consumo del circuito más grande que podamos razonablemente concebir. Notemos que no tiene mucho sentido regar un jardín completo en un sólo circuito, ya que perderíamos la capacidad para regular los tiempos de riego.

Por otra parte, no conviene tener demasiados circuitos, ya que se encarece el sistema de control y aumenta el tiempo necesario para regar.

En la práctica hay que diseñar un sistema con número razonable de circuitos, ojalá con un consumo similar y que resulte económicamente conveniente.

### **¿Podemos usar una bomba para elevar la presión de la red de agua potable?**

Sólo si utilizamos un estanque de acumulación.

Si conectáramos la bomba directamente a la red, existe el riesgo de que se produzcan presiones negativas en ésta y, si hubiese alguna filtración, se podría infiltrar barro, contaminando el agua potable. Por lo mismo, está prohibido realizar este tipo de conexiones.

## Operación de un Controlador de Riego:

Para conocer en profundidad la forma en que opera un controlador de riego, se deberá consultar el manual del fabricante. Sin embargo, existen algunos aspectos comunes a la mayoría de éstos.

### ¿Qué es un programa?

Para que el sistema opere como queremos, es necesario que le indiquemos al programador qué zonas regar, cuanto tiempo regar en cada zona, a qué horas y qué días. Este conjunto de órdenes se conoce como programa.

Aunque por lo general basta un sólo programa para regar todo el jardín, los controladores **Rain Bird Ec, Toro Ecextra** y otros modelos similares permiten operar hasta con tres programas, identificados con las letras A, B y C. Así, si usted desea regar su jardín a las 10:00 PM todos los días, pero quiere dejar el riego de la entrada de autos para las 9:00 AM de lunes a viernes, cuando no haya vehículos estacionados, puede ocupar el programa A para regar las zonas del jardín a las 10 PM y el programa B para regar la entrada vehicular a las 9:00 AM.

Para programar correctamente un controlador, es necesario tener claros los siguientes términos:

- **Días de riego.** Los días específicos (generalmente días de la semana), en los que se llevará a cabo el riego.
- **Hora de inicio.** La hora (o las horas) en que comienza a regar la primera estación de un programa. Las otras estaciones del programa funcionarán después de la primera, en la secuencia especificada.

**NOTA:** El término hora de inicio. se refiere a la hora en la que inicia la ejecución del **programa**, no la hora en que inicia el riego en cada una de las estaciones. Basta con especificar una hora de inicio para que se rieguen todas las zonas.

- **Tiempo de riego .** El tiempo (en minutos) que funcionará cada una de las estaciones.
- **Ajuste del control del aporte de agua (%).** Esta función permite aumentar o disminuir el tiempo de todas las zonas en un porcentaje definido por el usuario.

### **Mantenión de una instalación de riego:**

Para mantener un jardín en buenas condiciones sin consumir agua en exceso, es necesario que el sistema de riego funcione correctamente.

Un regador tapado o una planta que impide la distribución del agua pueden terminar secando una parte del jardín. Una rotura nos puede hacer perder cientos de litros de agua diarios.

Por este motivo, resulta aconsejable revisar periódicamente el estado de la instalación, ya sea realizando uno mismo la revisión o contratando un servicio de mantenimiento que incluya revisión y reparaciones menores.

También es aconsejable revisar el riego cuando se ha efectuado algún trabajo mayor que pueda haber tapado un regador o dañado una tubería, como podría ocurrir al extraer o plantar árboles y arbustos, al efectuar movimientos de tierra o al efectuar algún trabajo de gasfitería *aguas arriba* de del sistema de riego. También se debe tener presente que a veces, al plantar un arbusto, se puede interrumpir el flujo de agua hacia una planta que esté más lejos del rociador, haciendo necesario desplazar el regador existente o instalar algún regador complementario.

También es aconsejable que, en caso de no realizar revisiones periódicas del sistema, se le programe a horas en que haya personas despiertas a las que les llame la atención cualquier anomalía mayor.

## **Recomendaciones Generales:**

Todos sabemos que para mantener un jardín en buenas condiciones es necesario regarlo. Sin embargo, a veces tenemos dudas acerca de si lo estamos haciendo de manera adecuada.

### **¿Cuánto debo regar?**

Aunque existen ciertas pautas generales en cuanto a los tiempos de riego, cada jardín es diferente a los demás. Esto se debe a la variabilidad de las características del terreno, exposición al sol y al viento y a las necesidades de las plantas. Por lo mismo, es recomendable observar el terreno y las plantas y ajustar los tiempos de riego de modo que reciban suficiente agua. En el caso de circuitos con rociadores y con temperaturas máximas entre 25 y 30°C es razonable partir regando 10 minutos diarios e ir probando variaciones dentro de un rango de 5 a 15 minutos.

En general, si el barro se queda pegado a las herramientas, quiere decir que estamos regando demasiado y que debemos reducir los tiempos. Si las plantas se ponen lacias, quiere decir que hay un déficit relevante de agua y que debemos aumentar el tiempo de riego en al menos un 30%.

### **Si el terreno se ve seco ¿significa que falta agua?**

No necesariamente. Lo que realmente importa es que la tierra se mantenga húmeda en la zona de las raíces. Si se tiene césped o plantas pequeñas de raíz poco profunda, es importante que la superficie de la tierra se mantenga húmeda. Sin embargo, en el caso de árboles y arbustos basta con asegurarse que la tierra esté húmeda a unos centímetros de profundidad.

### **¿A qué hora debo regar?**

Cuando el jardín no reciba luz solar directa, ya que el cambio brusco de temperatura podría dañar las plantas. Personalmente recomiendo hacerlo suficientemente tarde como para no interferir con el uso del jardín, pero suficientemente temprano como para que los habitantes de la casa se puedan dar cuenta si el sistema está funcionando mal.

### **Tengo un terreno en pendiente y el agua escurre antes de infiltrarse. ¿Qué puedo hacer?**

Regar varias veces por períodos cortos es una buena opción. De hecho, la mayoría de los programadores de riego más nuevos permite regar varias veces en el día. Otra medida que puede ayudar es agregar compost al terreno para que éste retenga más agua.

### **Me he mojado más de una vez porque el riego partió sorpresivamente. ¿Hay algo que pueda hacer al respecto?**

Si tiene una instalación varias zonas, es recomendable que el primer circuito corresponda a una zona por la que no circule gente; así tendrá tiempo para arrancar o para apagar el controlador. Para modificar el orden de las zonas a regar, se deberán reordenar las conexiones del controlador.

### **Tengo el programador en un lugar poco accesible. ¿Puedo reubicarlo?**

Si hay forma de tender un cable entre su ubicación actual y la ubicación deseada, se puede. Si hay forma de tender un cable entre la ubicación deseada y cada una de las válvulas, también se puede.

## **¿Debo reprogramar cada zona para modificar los tiempos de riego?**

Depende del controlador que tenga. En los modelos que tienen la opción (%) o "Season Adjust" se pueden ajustar los tiempos de todas las estaciones en tres pasos simples: Se elige la opción (%), luego se ajusta el número en pantalla para indicar qué porcentaje del tiempo programado se quiere regar y, finalmente, se vuelve a la función "Run" o "Auto".

**[www.territorioverde.cl](http://www.territorioverde.cl)**  
**Construcción, Mantenimiento y Reparación de**  
**Sistemas de Riego**

Noviembre 2013

### **Condiciones de Uso:**

Siendo territorioverde.cl un sitio web orientado a la difusión de conocimiento, les invito a difundir libremente este documento con la sola condición de mantener la integridad del archivo PDF original.

Asimismo, en caso de querer utilizar extractos del mismo, siéntase libre de hacerlo con la sola condición de hacer referencia a la fuente.