



ESTACIONES DE BOMBEO

Las bombas sirven para adicionar energía a un fluido para moverlo de un punto a otro. Un equipo de bombeo es un transformador de energía; recibe carga mecánica, que puede proceder de un motor eléctrico, térmico, etc., y la convierte en energía que un fluido adquiere en forma de presión, de posición o de velocidad. En la mayoría de las aplicaciones de la energía producida por una bomba es una mezcla de las tres, las cuales se comportan de acuerdo con las acciones fundamentales de la mecánica de fluidos.

Las bombas pueden dividirse en dos grandes categorías:

- a) Dinámicas. En las cuales se añade energía continuamente.
- b) De desplazamiento positivo. En las cuales se agrega energía.

Los tres factores principales para determinar qué equipo se debe utilizar para un caso dado son: presión, gasto y entre otras, las siguientes características del líquido a bombear:

- * Índice de acidez-alcalinidad.
- * Viscosidad.
- * Temperatura.
- * Presión de vaporización del líquido a la temperatura de bombeo.
- * Densidad.
- * Materiales en suspensión, tamaño, naturaleza, etc.,
- * Condiciones de abrasión.
- * Contenido de impurezas.

Los sistemas de bombeo pueden ser para:

- Aprovechamiento de las aguas superficiales
- Bombeo de agua subterránea.
- Sistemas de drenaje.

La capacidad de la planta de bombeo, depende de: el coeficiente de riego, el tiempo de operación y el área por regar, esta última está regida por: el área y el volumen disponible.

Las bombas más empleadas en los campos de golf son las bombas verticales múltiples o multicelulares.



En las bombas verticales no sumergidas, el motor puede estar inmediatamente sobre la bomba, o muy por encima de ésta. El elevarlo responde a la necesidad de protegerlo de una posible inundación o para hacerlo más accesible si, por ejemplo, la bomba trabaja en un pozo.

El eje alargado puede ser rígido o flexible por medio de juntas universales, lo que simplifica el siempre difícil problema del alineamiento.

FILTRACION

La limpieza del agua y una filtración adecuada son cruciales para un funcionamiento eficaz de los sistemas de riego localizado actuales. A causa de las impurezas, las algas, la arena, el limo y otros contaminantes presentes en todas las fuentes de agua de riego, las toberas se obstruyen, se atascan y se desgastan, las válvulas se averían y la eficacia de los sistemas se reduce considerablemente de manera global si estos sólidos no se eliminan del agua de riego. La

tecnología de filtrado del agua puede resolver estos problemas en su sistema, provenga de donde provenga su agua de riego (suministro urbano, lago, pozo profundo o agua de recuperación).

Filtros de aspiración autolimpiantes para bombas

Eliminan las impurezas del agua que entra en las bombas. La acción autolimpiante continua elimina constantemente las impurezas de las bombas y los equipos del sistema. Las unidades tienen un funcionamiento sencillo, eliminan eficazmente las partículas sólidas y pueden ser de 10, 18 y 30 mesh.

Filtro automático y autolimpiante por contra lavado

Proporciona el máximo rendimiento en filtración de alta precisión. Activado por la presión del agua produce un flujo inverso para eliminar los contaminantes atrapados en el sistema.



AUTOMATISMO DEL RIEGO

1. INTRODUCCIÓN

Una instalación de riego automático no se debe realizar al azar. Para que desempeñe correctamente su función hace falta tomar ciertas precauciones en el estudio y en la instalación.

Este documento tiene como objeto recordarles (o hacerles descubrir) las bases necesarias para dimensionar una instalación de riego. Estas reglas no son fijas; hace falta adaptar el proyecto a su ambiente natural (lugar, clima).

Un sistema de riego automático está compuesto de varios elementos que deben ser calculados y dimensionados correctamente. Estos elementos son:

- Aspersores emergentes
- Válvulas eléctricas
- Programador
- Tubería de alimentación y de distribución
- Grupo de bombeo (en caso de ser necesario)

Si alguno de estos elementos está mal dimensionado, el conjunto de la instalación no funcionará correctamente.

Vamos a estudiar, punto por punto, todas las etapas que se siguen en la elaboración de un proyecto.

2. DATOS DE PARTIDA.

Los elementos que veremos a continuación deben estar perfectamente definidos. Su conocimiento y sus aplicaciones son necesarios para todos los proyectos de riego.

a. Caudal

Definición: Volumen de agua que circula por una conducción en un tiempo dado.

Unidades: m^3/h ó l/s

Correspondencia: $1 \text{ l/s} = 3,6 \text{ m}^3/\text{h}$



b. Presión

Definición: Peso de una columna de agua sobre una superficie.

Unidades: Bar – Kg/cm² - mca(metro de columna de agua)

Correspondencia: 1 Bar = 1 Kg/cm² = 10 mca

Distinguimos dos presiones:

- Presión estática
- Presión dinámica

Presión estática (esquemas A y B)

Presión con caudal nulo. En todos los puntos de la red la presión será idéntica; varía únicamente con el desnivel.

Presión dinámica (esquema C)

Presión cuando un caudal circula por las tuberías. Cuanto más lejos esté la fuente de agua, más disminuye la presión. Esta presión varía con el desnivel y con las pérdidas de carga.

c. Pérdidas de carga

Definición: Pérdida de presión debida al rozamiento del agua contra las paredes de la tubería. (Las designaremos con la letra J).

Existen varios factores que influyen en las pérdidas de presión:

- La rugosidad de las paredes interiores, según la naturaleza de las tuberías.
- La velocidad del paso del agua.
- El diámetro interior de las tuberías.
- La longitud de las conducciones.
- El caudal que circula.



Nota importante: La velocidad del agua no debe sobrepasar jamás los 1,5 m/s. Excepcionalmente, podremos llegar hasta 2 m/s. Las consecuencias de una velocidad excesiva, provocan golpes de ariete o sobrepresiones que pueden dañar muy gravemente la red de tuberías.

Las pérdidas de carga son determinadas por medio de ábacos. Existen varios tipos de ábacos pero todos están basados en el mismo principio. Hay varios parámetros de referencia para conocer las pérdidas de carga a través de estos ábacos:

- Caudal m^3/h ó l/s .
- Diámetro de tubería en mm.
- Pérdidas de carga en m/m ó $\text{m}/100\text{m}$.
- Velocidad en m/s .

Ejemplo: Lectura de la pérdida de carga (J).

Con el caudal y el diámetro interior se deducirá J (pérdidas de carga).

Ejemplo: $10 \text{ m}^3/\text{h}$ a conducir en tubería de PE $\varnothing 63\text{mm} \times 55\text{mm}$

$10 \text{ m}^3/\text{h} = 2,8 \text{ l/s}$; Unimos con una regla $2,8 \text{ l/s}$ y 55 mm .

$J = 2,3 \text{ m}/100 \text{ m}$ $V = 1,1 \text{ m/s}$

Ejemplo: Determinación del diámetro óptimo.

Ejemplo: (diámetro óptimo para un caudal de $5 \text{ m}^3/\text{h}$)

Caudal: $5 \text{ m}^3/\text{h} = 1,4 \text{ l/s}$ $V = 1,5 \text{ m/s}$

Diámetro interior: 35 mm siendo 40 mm el exterior

$J = 7 \text{ m}/100 \text{ m}$

Ejemplo: Determinación del caudal óptimo.

Ejemplo: diámetro de tubería $32\text{mm} \times 28\text{mm}$

Velocidad = $1,5 \text{ m/s}$

Caudal: 1 l/s ó $3,6 \text{ m}^3/\text{h}$

$J = 9 \text{ m}/100 \text{ m}$



Las pérdidas de carga en las tuberías son pérdidas lineales. Existen pérdidas en puntos singulares causadas por válvulas, codos, tes, etc...

d. Necesidades de agua

Es importante conocer las necesidades de agua de los cultivos a regar, ya que esto determinará los tiempos de funcionamiento de cada estación y permitirá un ahorro de agua gracias a una gestión más racional del riego.

Las necesidades de agua están en función de las condiciones climáticas, y vienen definidas por el término E.T.P. o evapotranspiración potencial. La E.T.P. representa la cantidad de agua evaporada (por transpiración de la planta y por evaporación del suelo) para una cobertura vegetal regular y continua, referida a un cultivo de referencia, por ejemplo la festuca.

Para regar espacios verdes, utilizaremos la E.T.P. pero sería más exacto trabajar con el valor de la E.T.R. (Evapotranspiración real), porque cada cultivo según su estado vegetativo tiene unas necesidades que varían con el tiempo.

El valor medio de la E.T.P. es de 5 a 7 mm/día (entre 5-6 mm para el Norte y 7-8 mm para el sur). El riego debe compensar la E.T.P. El conocimiento de este valor permite determinar el volumen de agua necesario para el riego.

Equivalencias: $1 \text{ mm} = 1 \text{ l/m}^2 = 10 \text{ m}^3/\text{Ha}$

Ejemplo: Volumen de agua necesario para el riego.

ETP = 6 mm/día Superficie = 100 m^2

6 mm/día = 180 mm/mes = $1800 \text{ m}^3/\text{Ha}/\text{mes}$

Para un jardín de 100 m^2 : alrededor de 18 m^3 de agua para el mes.



Además, las cantidades de agua a aportar dependerán de los siguientes factores:

- Tipo de suelo:

Tipo de suelo	Capacidad de retención de agua	Velocidad de infiltración	Drenaje	Dosis necesaria
Arenoso	Poca	Rápida	Bueno	Pequeña y frecuente
Arcilloso	Elevada	Lenta	Malo	Importante y espaciada

- Precipitaciones:

Cuando las lluvias son suficientes (varios milímetros de agua) podemos espaciar el ciclo de varios días.

La utilización de un pluviómetro permite interrumpir automáticamente el ciclo cuando las precipitaciones alcanzan un nivel suficiente.

3. PRINCIPIOS DE DISEÑO.

El estudio de una instalación de riego automático se hace por etapas. Hace falta respetar ciertas reglas para evitar problemas de funcionamiento.

Las diferentes etapas son:

- Hacer un plano detallado del sistema de riego
- Determinar el caudal y la presión disponibles
- Elección de los aspersores que mejor se adapten
- Determinar el número de estaciones
- Calcular el tiempo de riego
- Posicionar las válvulas eléctricas
- Dimensionar la red de tuberías
- Calcular la sección de los cables eléctricos
- Redactar la lista de material necesario para el presupuesto





a. Hacer un plano detallado.

Hay que intentar obtener del cliente la máxima información del terreno a regar y no dudar en desplazarse al lugar.

Necesitaremos:

- Plano a escala del conjunto.
- Posicionar en el plano la casa, los pasos, las terrazas, los árboles, las zonas plantadas...
- Indicar las zonas a regar y aquellas que no deben ser regadas. Anotar los distintos tipos de plantas.
- Intentar tener una indicación del tipo de suelo (si cuando llueve el agua queda sobre la superficie formando un charco, el terreno debe ser arcilloso).
- Posicionar los contadores de agua y la toma de corriente. Si contamos con un pozo, determinar la profundidad de agua y el emplazamiento de la bomba.
- Si es un depósito, conocer su capacidad.
- Desnivel del terreno
- Dirección y fuerza del viento.

b. Determinar el caudal y la presión disponibles.

Estos datos son indispensables para dimensionar correctamente el sistema de riego. Podremos obtener estos datos de la Compañía Proveedora de Agua. Rain Bird comercializa el kit SAK-2, que permite determinar el par caudal – presión de su red.

c. Elección de los aspersores que mejor se adapten.

La elección de los aspersores, así como su colocación, es una etapa muy importante. Hay varios puntos a tener en cuenta:

- El tipo de accionamiento del aspersor elegido: impacto o turbina.
- La forma y la dimensión de las zonas a regar.
- La naturaleza de las plantas.
- El caudal y la presión disponibles.
- Las condiciones climáticas (viento).
- El tipo de suelo
- Pluviometría



Siempre hay que tener en cuenta:

- No colocar en un mismo circuito aspersores diferentes, ya que no tienen la misma pluviometría.
- Intentar colocar aspersores con el mismo sector de riego, si no, utilizar boquillas MPR con caudal proporcional a la superficie regada.
- Según la vegetación a regar escogeremos,
Pequeña planta, zonas estrechas; Difusor.

Espacios verdes con césped en pequeñas zonas; Serie 3500, Difusor.

Espacios verdes con césped de importancia media; Serie 5000, R-50, Maxi-Paw, T-Bird

Espacios verdes con césped de importancia media; Falcon, Aspersor 7000

Arbustos; Goteo, Tubería con gotero integrado Rain Bird DL, Micro-aspersión

Macizos de flores; Tobera emergente, Inundador, Goteo.

Disposición de los aspersores

La implantación de los aspersores se efectúa según tres sistemas:

- *Marco en cuadrado:*

Esta disposición es utilizada cuando el terreno es regular, cuadrado o rectangular. La distancia de los aspersores en la línea (S) es igual a aquella que separan las líneas (L).

Por regla general:

$S = L = 50\%$ del diámetro regado, o sea, $S = L =$ alcance del aspersor.

Podemos reducir esas distancias si tenemos en cuenta condiciones de viento desfavorables.

- *Marco en triángulo:*

Esta disposición se utiliza en terrenos irregulares o que no exigen aspersores sectoriales.

Por regla general:

$S = 60\%$ del diámetro regado: $S =$ alcance del aspersor $\times 1,1$

$L = S \times 0,86$



- *Marco en rectángulo:*

Se utiliza en terrenos rectangulares necesitando aspersores de esquina, o en condiciones de viento.

Por regla general:

$S = 40\text{-}50\%$ del diámetro regado.

$L = 60\%$ del diámetro regado.

A partir de estas tres configuraciones, podemos adaptar un marco a la forma del terreno:

- Marco al tresbolillo, es una mezcla del triángulo y del cuadrado.
- Marco en curva, que es una mezcla del triángulo y del rectángulo.

Regla de oro:

NO SALIRSE NUNCA DE LAS DISTANCIAS, ya que habrá una mala uniformidad y zonas mal regadas.

- *Pluviometría (P):*

El índice pluviométrico representa la cantidad de agua distribuida por un aspersor sobre una superficie. Se expresa en mm/h.

$$P = \frac{\text{Caudal (m}^3\text{/h)} \times 1000}{S \times L}$$

- *Pluviometría en marco cuadrado:*

La superficie comprendida entre los aspersores vecinos recibe de cada uno un cuarto de su caudal, o sea, sobre la superficie el equivalente al caudal de un aspersor.



La pluviometría media es:

$$P_m \text{ (mm/h)} = \frac{\text{Caudal de un aspersor (m}^3\text{/h)} \times 1000}{S \times L}$$

- *Pluviometría en marco triángulo:*

La superficie del triángulo recibe el equivalente del caudal de medio aspersor.

La pluviometría media es:

$$P_m \text{ (mm/h)} = \frac{\text{Caudal} / 2 \text{ (m}^3\text{/h)} \times 1000}{S^2 \times 0,86}$$

d. Determinar el número de estaciones.

Una estación está formada por aquellos aspersores que funcionan conjuntamente. Una estación de riego se determina según el caudal disponible. Primero hace falta calcular el caudal total teórico necesario para regar toda la superficie.

El número de estaciones (N) es:

$$= \frac{\text{Caudal total teórico}}{\text{Caudal disponible}}$$

Esto representa un número mínimo de estaciones. Es mejor hacer el cálculo estación por estación a fin de optimizar la red.



e. Cálculo del tiempo de riego.

Hace falta determinar el tiempo de funcionamiento de cada estación a fin de aportar la cantidad de agua necesaria para las plantas. El primer punto es saber que duración de riego queremos (ejemplo: de día por la mañana durante tres horas y al fin de la tarde durante dos horas, o por la noche durante cuatro horas.)

El tiempo de riego viene determinado por la siguiente fórmula:

$$T = \frac{I \times 60}{Pr \times Da}$$

Siendo:

T = Duración del riego en minutos por día.

I = E.T.P. = Necesidad de agua en milímetros semana.

Pr = Pluviometría del aspersor en milímetro hora.

Da = Número de días de riego por semana.

Ejemplo:

- I = 5 mm/día = 35 mm/semana.
 - Pr = 15 mm/
 - Da = 7 (un riego cada día).
- T = 20 minutos.

Ejemplo:

- I = 5 mm/día = 35 mm/semana.
 - Pr = 15 mm
 - Da = 3 (tres riegos por semana).
- T = 47 minutos.

Hay que calcular el tiempo de riego para cada estación. El total del tiempo de riego debe corresponder con la duración elegida. Si rebasamos el tiempo fijado, hará falta aumentar la pluviometría para aumentar el tiempo de riego.



f. Posicionar las válvulas eléctricas.

En la medida que sea posible, las válvulas estarán situadas en un lugar de fácil acceso.

Podemos reagrupar varias válvulas en una misma arqueta. La válvula de accionamiento de un grupo de aspersores puede estar en diversos lugares del circuito.

Ejemplo de situación de válvulas eléctricas:

- Circuito número 1: Ramal lateral rectilíneo.

Este es el diseño menos aconsejable para un circuito lateral. La válvula está situada en el extremo del circuito; la variación de presión entre los dos aspersores más distanciados será importante. La variación de presión comprende las pérdidas de carga por fricción contra las paredes interiores, las pérdidas a nivel de juntas, y las ganancias o pérdidas por diferencias de elevación. Si podemos equilibrar las variaciones de presión en la canalización, habrá que intercalar algunas toberas de diámetro superior para compensar las pérdidas en las toberas de diámetro superior para compensar las pérdidas en las toberas más pequeñas.

- Circuito número 2: Ramal lateral con válvula en el centro.

En esta disposición, la válvula está colocada en el centro; la variación de presión se reduce a la mitad. Esto permite pérdidas de presión interiores sobre el conjunto del circuito y un equilibrio de las pérdidas al nivel del punto A. Esto permite igualmente un dimensionamiento simétrico de las canalizaciones del mismo diámetro, permite reducir el coste de la instalación.

- Circuito número 3: Ramal laterales forma de "H" con válvula sobre un lado.

Con esta disposición, un grupo de 6 aspersores, puede estar accionado por una sola válvula situada en un lado (cuando es imposible situarla entre dos grupos de aspersores como en el circuito número 4). En este circuito, las pérdidas de carga se acumulan a lo largo de las distancias $LC1 + LC2$, lográndose así un equilibrio de la presión a la salida de la válvula. En este circuito el dimensionamiento de las canalizaciones también es simétrico.



- Circuitos número 4 y número 5: Posicionamiento simétrico de las válvulas:

Estos dos dispositivos son los más económicos para un grupo de aspersores. Aquí las pérdidas de presión son más escasas y las canalizaciones pueden estar dimensionadas simétricamente a partir de la válvula y en todas las dimensiones,

- Circuito número 6: Circuito en "U":

Para esta disposición es más aconsejable el circuito número 4. Este circuito puede presentar pérdidas o variaciones de presión bastantes elevadas. Los diferentes diámetros de canalizaciones y juntas pueden igualmente ser un problema para el instalador en momento del acopio de todos los materiales.

- Circuito número 7 y número 8: Circuitos laterales asimétricos:

Se trata del dispositivo a utilizar cuando tenemos un número impar de aspersores a unir en el circuito, y una válvula suplementaria no estaría justificada.

- Circuito número 9: Canalización principal común a las válvulas:

Esta disposición permite la utilización de una canalización principal común, en lugar de dos canalizaciones separadas. Los dos circuitos son similares al circuito número 5 y presentan las mismas características.

g. Posicionamiento y cálculo del diámetro de las canalizaciones.

Todos los aspersores de un mismo sector están unidos por una red de tuberías. Debemos tratar de reducir al máximo el número de zanjas que tenemos que abrir haciendo pasar el máximo de tuberías en la misma zanja. Evitar atravesar las zonas verdes, ya que en caso de reparación deterioraremos menos la hierba. El cálculo del diámetro de las tuberías se efectúa después de tener determinado el caudal de cada estación. Respetar el caudal máximo para un diámetro dado de la tubería siguiendo la tabla A.



Por regla general, las pérdidas de carga de presión admisibles son:

Red de tubería general (toma de agua hasta las válvulas eléctricas). 1 bar por 1 km de tubería.

Ramales (entre el aspersor en situación más desfavorable y el más favorable) 20 % de la presión de funcionamiento del aspersor.

Ejemplo: estación 5000 funcionando a 3,5 bares.

Pérdida de presión admisible entre el aspersor más lejano, o el aspersor más alto, y aquel que está al lado de la válvula: 20 % de 3,5 bares: 0,7 bares ó 7 m.

Dimensionamiento de la red de tuberías: utilizamos ábacos de pérdidas de carga.

Ejemplo: Dimensionamiento de las tuberías para varios aspersores.

El cálculo se efectúa por estación.

Caso 1º:

Aspersor Serie 5000 con tobera 3.0; Caudal: 0,87 m³/h a 3,5 bares

Distancia: 12 m. Desnivel: 0 m

Pérdida de carga máxima admisible: 0,7 bares (20 % de 3,5 bares).

Tramo	Caudal m ³ /h	Longitud m	Diámetro mm	Velocidad m/s	Pérdidas de carga m
Válvula A	3,5	10	32/28	1,5	1,0
A-B	2,61	12	32/28	1,15	0,7
B-C	1,74	12	25/20,4	1,5	1,5
C-D	0,87	12	20/17,5	1,6	0,9



Pérdidas de carga en las tuberías: 4,1 m

Pérdidas en los accesorios: 0,4 m

Pérdidas de carga totales: 4,5 m

Podemos decantarnos por esta solución.

Caso 2º:

Igual que en caso 1 pero con un desnivel de 5 m.

Tomados los datos del primer caso:

Pérdida de carga total: 4,5 m

Desnivel: 5,0 m

Total: 9,5 m

Tenemos demasiadas pérdidas de carga.

Toda la red en diámetro 32/28

Tramo	Caudal m³/h	Longitud m	Diámetro mm	Velocidad m/s	Pérdidas de carga m
Válvula A	3,5	10	32/28	1,5	1,0
A-B	2,61	12	32/28	1,15	0,7
B-C	1,74	12	32/28	0,8	0,35
C-D	0,87	12	32/28	0,6	0,09

Pérdidas de carga en las tuberías: 2,14 m

Pérdidas de carga en los accesorios 10 %: 0,2 m

Desnivel: 5 m

Pérdida de carga total: 7,34 m

La pérdida es aún demasiado grande





Caso 3º: El tramo desde la válvula al aspersor A de diámetro 50/40.

Tramo	Caudal m ³ /h	Longitud m	Diámetro mm	Velocidad m/s	Pérdidas de carga m
Válvula A	3,5	10	40/35,2	1,3	0,35
A-B	2,61	12	32/28	1,15	0,7
B-C	1,74	12	32/28	0,8	0,35
C-D	0,87	12	32/28	0,6	0,09

Pérdidas de carga en las tuberías: 1,5 m

Pérdidas de carga en los accesorios 10 %: 0,15 m

Desnivel: 5 m

Pérdida de carga total: 6,65 m

Esta solución es aceptable.

Es aconsejable hacer una tabla de las necesidades de presión del sistema total sobre el circuito más desfavorable.



Ejemplo:

APARATO	PÉRDIDAS DE PRESIÓN
Aspersor	
Elevador	
Ramal	
Válvula eléctrica	
Conducción	
Válvula manual	
Contador	
Filtro	
Etc...	
Accesorios diversos (10 %)	
Presión necesaria del sistema	

a. Cálculo del cableado eléctrico 24 V.

Las válvulas eléctricas funcionan por corriente alterna de 24 V. la alimentación de los solenoides se realiza por medio de dos hilos; un hilo común y un hilo de alimentación o de fase. Habrá tantos cables como válvulas y un cable común para el conjunto de las válvulas.

Cálculo de la sección del cable de 220 voltios para programadores.

Los pasos a seguir son:

- Determinar los consumos de corriente del programador, de la válvula maestra y de las válvulas de la estación utilizando la tabla 1.
- Determinar la caída máxima de tensión permitida.
 - (a). Determinar el voltaje de la toma de corriente.
 - (b). Determinar el voltaje necesario en el programador (límites: 215 V como mínimo y 225 V como máximo).





- Calcular la longitud del círculo equivalente.
- Calcular el factor “F”, utilizando la fórmula siguiente:

$$F = \frac{\text{Caída de tensión permitida}}{\text{Amps. (por unidad) x Long. Equiv. (en U. de 100 m)}}$$

- Seleccionar la sección del cable de potencia en la tabla 2. seleccionar la sección de cable que corresponda con el factor “F”, o el inmediatamente inferior al calculado.

Ejemplo:

Programador RC-7Bi con 2 solenoides por estación a 610 m y 915 m de la toma de corriente separados entre ellos 305 m.

Consumo del programador (de la tabla 1)

RC-7Bi sólo programador 0,07

2 solenoides 0,038

TOTAL 0,108 Amps

Máxima caída de tensión admisible:

(a). Toma de corriente = 220 V.

(b). Voltaje deseado en el programador (mín.) = 215 V.

Caída de tensión permitida = 220 V – 215 V = 5 V.

Longitud equivalente del circuito:

1 (prog. A) x 305 305 m

1 (proa. A&B) x 610 1220 m

TOTAL 1525 m = 15,25 (U. de 100 m)



1. Factor “F”, utilizando la fórmula siguiente:

$$F = \frac{\text{Caída de tensión permitida}}{\text{Amps. (por unidad) x Long. Equiv. (en U. de 100 m)}}$$

Amps. (por unidad) x Long. Equiv. (en U. de 100 m)

$$F = \frac{5 \text{ V}}{0,108 \text{ A} \times 15,25}$$

$$0,108 \text{ A} \times 15,25$$

$$F = 3,04$$

2. Sección del cable necesaria: Necesidades eléctricas de los programadores y válvulas Rain Bird.

De la tabla 2 se selecciona el cable de 1,5 mm² (valor de la tabla = 2,68).

TABLA 1: Necesidades de los programadores y válvulas Rain Bird

Tipo de programador	Corriente necesaria en circuito de 220 V (A)
Programador sólo	Conectados a la red
RC-7Bi/1260Bi	0,07
IMAGE	0,022
ITC	0,045
Serie E	0,024
Dialog	0,038
Válvulas sólo	Cuando se activa
Solenoide válvula	0,038

TABLA 2

SECCIÓN	FACTOR
1,5 mm ²	2,68
2,5 mm ²	1,69
4,0 mm ²	1,06
6,0 mm ²	0,67
10 mm ²	0,42
16 mm ²	0,27
25 mm ²	0,17

Cálculo de la sección de los cables.

1. Determine la longitud total del cable. Desde el programador hasta la primera válvula del circuito y entre cada válvula sucesiva en los circuitos de varias válvulas (como se indica en el ejemplo).
2. Calcule la longitud de cada circuito de válvula del programador, según el método de circuito equivalente.

Ejemplo:

Electroválvulas de solenoide de 2 W y transformador de 26,5 V, con 10,5 kg/cm² de presión en las válvulas.

Longitudes equivalentes:

Estación S1 Long. Equiv. = 1 válvula x 600 m = 600 m

Estación S2 Long. Equiv. = (1 válvula x 300 m) + (2 válvulas x 600 m) = 1500 m

Estación S3 Long. Equiv. = (1 válvula x 150 m) + (2 Válvulas x 300 m) + (3 válvulas x 500 m) = 2250 m



1. Selección de la sección del cable común. Usando el más largo circuito equivalente calculado en el ejemplo, diríjase a la tabla siguiente (basada en el voltaje del transformador, 26,5 V ó 30 V, y la presión de agua en la válvula y seleccione la combinación (entre el cable de fase y el cable común) en las que los calibres sean lo más similar posible (el calibre del cable común debe ser siempre igual, o con una medida mayor, el del cable de fase). En nuestro ejemplo, el circuito de la estación S3 tiene el mayor largo equivalente: 2250 m. partiendo de la tabla (para este ejemplo use la tabla correspondiente a “presiones altas de trabajo” con transformador de 26,5 V o 10,5 kg/cm² de presión en la válvula) elija una combinación de cables de 4 mm² y 2,5 mm² de sección. Para el cable común escoja el 4 mm². Puesto que un solo común debe usarse para todas las válvulas del programador, tiene usted ya establecido el tamaño del cable común para el programador cuya sección será 4 mm².
2. Cálculo de los cables del circuito del programador. Basándose en el calibre elegido para el cable común, proceda a seleccionar en la tabla la sección de cada cable de fase, usando el método de la longitud equivalente para cada circuito.

Longitudes equivalentes:

Estación S1 Long. Equiv. = 600 m. Escoja el cable de fase de sección 1,5 mm² o con la sección inmediatamente superior.

Estación S2 Long. Equiv. = 1500 m. Escoja el cable de fase de sección 1,5 mm².

Estación S3 Long. Equiv. = 2250 m. escoja el cable de fase de sección 1,5 mm².



TABLAS DE SECCIÓN DE LOS CABLES

ELECTRVÁLVULAS DE SOLENOIDE Rain Bird de 2 vatios con transformador de 26,5 voltios.

Presión del agua en la válvula: 5,6 Bares

Cable común mm ²	Sección del cable de mando mm ²						
	1,5	2,5	4,0	6,0	10	16	25
1,5	1500	1800	2100	2300	2500	2700	2800
2,5	1800	2300	2900	3400	3700	4100	4300
4,0	2100	2900	3700	4600	5300	5600	6400
6,0	2300	3300	4600	5900	7300	8500	9500
10	2500	3700	5300	7300	9400	11600	13500
16	2700	4000	6000	8500	11600	15000	18400
25	2800	4300	6400	9500	14000	18500	24000