



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AGROPECUARIAS
COMISION NACIONAL DE RIEGO



METODOS DE RIEGO TECNIFICADOS PARA EL VALLE DEL HUASCO

**PROYECTO:
"VALIDACIÓN DE TECNOLOGÍAS
DE RIEGO EN EL VALLE DEL HUASCO"**

CARTILLA DIVULGATIVA N°2

El Centro Regional Intihuasi del
Instituto de Investigaciones Agropecuarias
y la Comisión Nacional de Riego (CNR),
presentan esta cartilla Divulgativa N° 2,
correspondiente a una serie de documentos
de este tipo, realizados con financiamiento
del proyecto: "**Validación de tecnologías
de riego en el Valle del Huasco**".

Editores:

Alfonso Osorio, Ing. Agr. M. Sc.
Francisco Tapia, Ing. Agr.
Dpto. Recursos Naturales y Medio Ambiente
Roberto Salinas, Ing. Agr. (e)
Unidad de Comunicaciones y Marketing.

Diagramación:

Jorge Berrios V.

Corrector de Textos:

Luis Puebla L.

Impresión:

Talleres Gráficos INIA.

PRESENTACIÓN

El principal problema de la agricultura del Valle del río Huasco es la escasez de agua de riego, situación que se manifiesta en forma reiterada año tras año. Este hecho condiciona, sin lugar a dudas, las expectativas de producción de los agricultores del valle confiriéndole además una gran incertidumbre a la actividad agrícola.

Como una forma de disminuir la incidencia de tal problema se está construyendo el Embalse Santa Juana, el que otorgaría una seguridad de riego del 85% a la superficie agrícola del valle, permitiendo estabilizar la producción agrícola de la zona aprovechándose realmente las ventajas comparativas y competitivas que ella posee.

Junto a ello se crea, por otra parte, la necesidad de incorporar a nivel de agricultor la idea de la tecnificación del regadío, tratando de aprovechar del mejor modo posible el escaso recurso agua a través de la adopción de métodos de alta eficiencia de riego como goteo, microaspersión y aspersión.

En relación a dichos métodos, el proyecto "Validación de tecnologías de riego para el Valle del Huasco", realizado en convenio entre el Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA (a través del Centro Regional de Investigación Intihuasi) y la Comisión Nacional de Riego (CNR), los plantea como las alternativas más propicias para el Valle del Huasco dadas sus características y considerando que los métodos de riego tradicionales como surco, tazas y tendido no superan niveles de eficiencia sobre el 40%. Continuar con sistemas tradicionales no guarda relación con lo mencionado anteriormente, respecto a la disponibilidad de agua en el valle y al esfuerzo que está haciendo el Estado al construir una gran obra de regadío como lo es el Embalse Santa Juana.

En esta 2° Cartilla Divulgativa, generada por el Proyecto INIA-CNR, se describen en forma detallada los métodos de riego por goteo y microaspersión con sus características y aspectos generales de diseño.

Riego tecnificado, riego localizado, riego presurizado

Existen diferentes alternativas para la tecnificación de un determinado método de riego, entendiéndose por ello el uso de la "técnica", para obtener el máximo beneficio del agua de riego, es decir, que gran parte de lo suministrado vaya en directo beneficio de las plantas y no se traduzca en pérdidas. Dentro de la tecnificación pueden plantearse los siguientes objetivos



Foto 1. Cortina Embalse Santa Juana en construcción. Vallenar, III Región.

objetivos respecto al manejo del agua: uso de caudal adecuado; pendiente apropiada; tiempo y frecuencia de riego según demandas del cultivo; mínima pérdida de agua por escurrimiento superficial y percolación profunda; entre otros.

El logro de objetivos como los planteados no siempre resulta fácil, siendo uno de los mayores problemas de manejo del agua las bajas eficiencias obtenidas con los métodos tradicionales. Al respecto, desde hace bastante tiempo (aproximadamente 30 años), la agricultura mundial ha ido incorporando **tecnologías** que tienden a entregar el agua a las plantas en aquellos puntos del terreno donde se desarrolla la mayor cantidad de raíces, concibiéndose de este modo la idea del **Riego localizado**. Bajo este concepto de riego localizado tienen cabida todos aquellos métodos como goteo, cintas, microaspersión, microjet, etc., los cuales requieren para su funcionamiento una determinada presión, lo que obliga al uso de conductos cerrados o tuberías para la conducción, distribución y aplicación del agua; surgiendo el concepto de **Riego Presurizado**.

Luego entonces, cuando se habla de riego por goteo, se está haciendo referencia a una forma de tecnificación del riego a través de la localización del agua aplicada, la cual es conducida por tuberías que tienen una determinada presión interna.

Cualesquiera sea la forma de aplicar el agua (goteros, cintas, microaspersores, microjets), los componentes utilizados para la operación de estos métodos son similares. A continuación se entrega un detalle de las características de los diferentes elementos que lo componen.

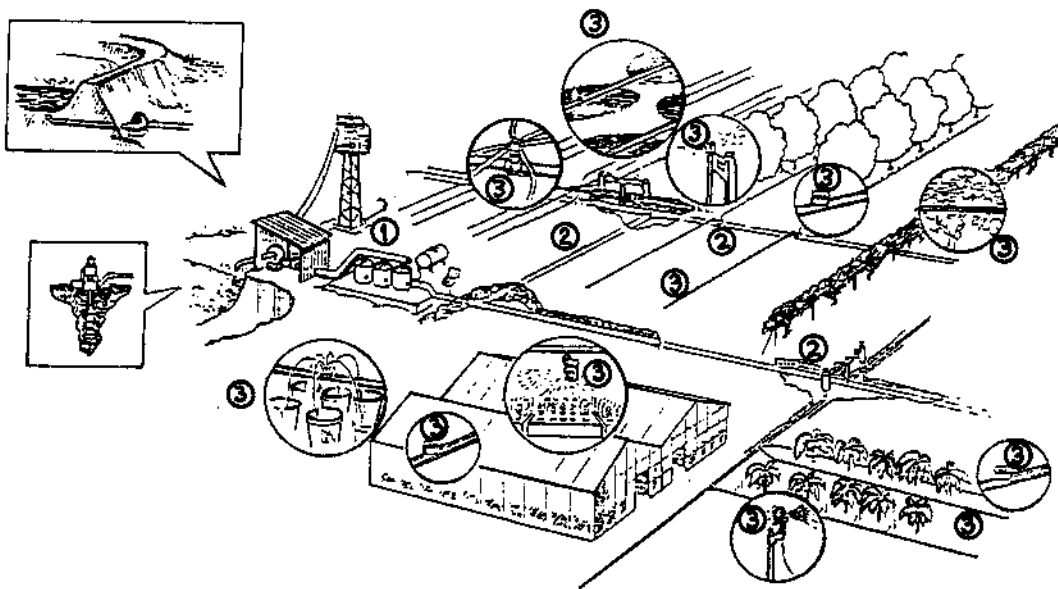
Componentes de un sistema de riego presurizado

Un equipo de riego presurizado consta de tres unidades fundamentales:

1. **Cabezal de riego.**
2. **Red de conducción y distribución.**
3. **Emisores.**

En la Figura 1 se muestra esquemáticamente la disposición dentro de un predio o granja de los diferentes componentes de un riego presurizado.

Figura 1. Esquema de la disposición de los diferentes componentes de un sistema de riego presurizado.



1. CABEZAL DE RIEGO

El cabezal de un equipo de riego presurizado está compuesto principalmente por 4 unidades o elementos:

- Fuente impulsora del agua.
- Unidad de filtraje.
- Unidad de fertilización.
- Elementos de programación y control de flujo.

a) Fuente impulsora del agua

Sin lugar a dudas que el principal componente de un sistema de riego presurizado es la fuente impulsora, la que debe otorgar presión y caudal de agua suficiente al sistema; situación que debe estar en función de las necesidades que demanda una instalación en particular.

En la Figura 2 podemos observar que esta unidad o componente corresponde al grupo motobomba, ubicado a la izquierda de la figura.

En relación a los caudales y presiones proporcionadas por las bombas, éstas vienen especificadas en catálogos editados por los fabricantes, donde se relaciona el caudal con la presión y la potencia requerida para diferentes diámetros de rodete o impulsor y distintos niveles de eficiencia de funcionamiento de grupo motobomba. Las curvas que representan estas relaciones se denominan "curvas de descarga de la bomba".

Por ejemplo, en la Figura 3 se tienen las curvas de descarga de la Bomba Modelo N610N, para 5 diámetros de rodetes.

Supongamos el caso que se tengan los siguientes requerimientos de Caudal (Q) y Presión (H):

$$Q = 260 \text{ l/m (4,33 l/s)}$$

$$H = 21 \text{ m.c.a. (metros columna de agua)}$$

Para la selección de la bomba, habría que interceptar los valores de caudal y presión requerida, en la zona de las curvas que presenten un mayor valor de eficiencia ($\eta\%$).

En el caso de la Figura 3, se escogería una bomba de las siguientes características:

- Rodete seleccionado: Diámetro (\varnothing) = 140 mm.
- Potencia motor :2 hp
- Consumo de energía: 1,5 kw/hora.

En otras situaciones la presión puede ser otorgada por un estanque elevado sobre el nivel del suelo, un canal trazado en altura (Figura 4) o una red comunitaria de agua presurizada.

En el caso de un canal trazado en altura se utiliza la gravedad como fuente de presión. En tal situación se deben considerar 2 aspectos principales:

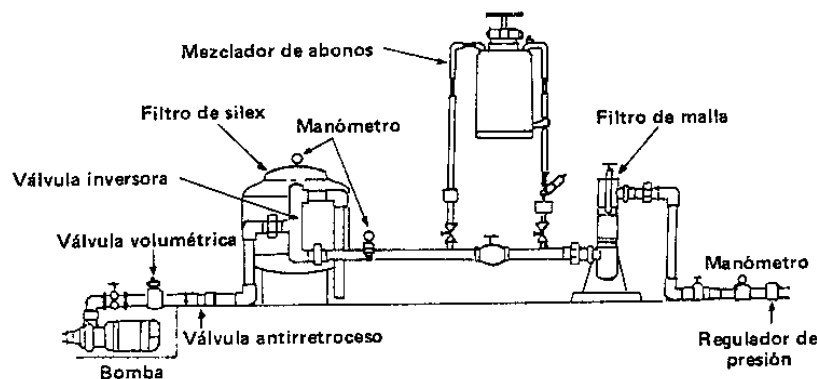


Figura 2. Cabezal de riego tipo.

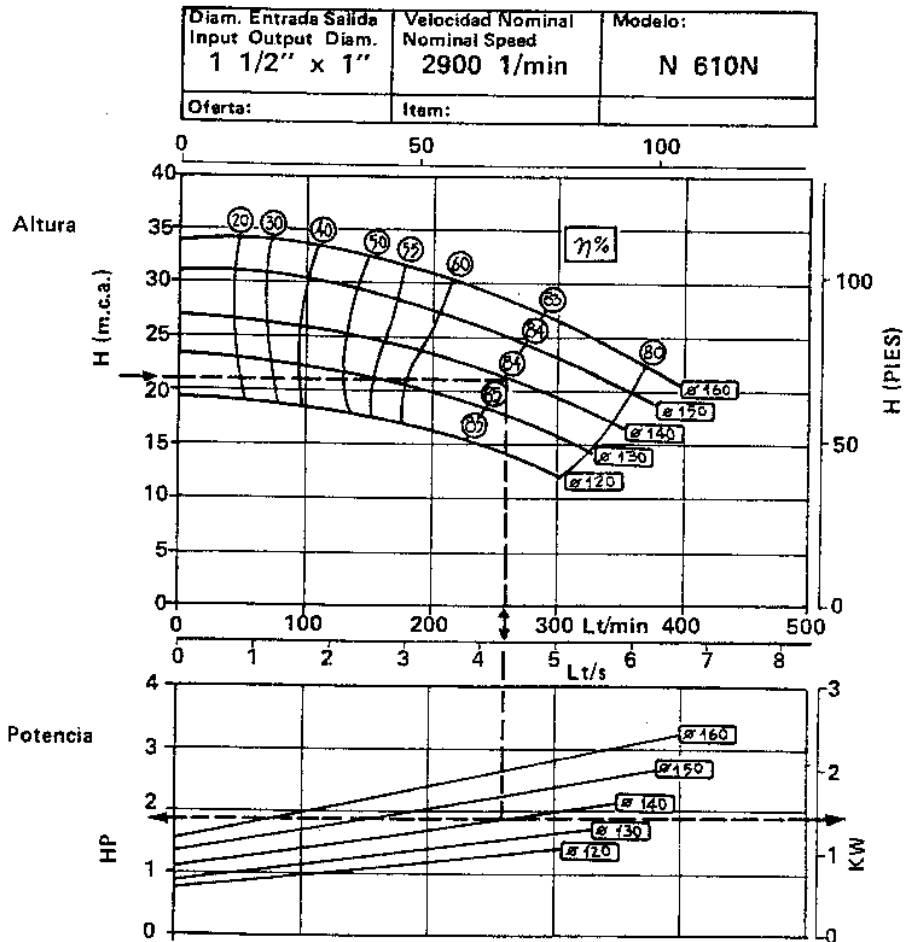


Figura 3. Curva característica de una bomba tipo.

- El desnivel entre el espejo de agua de la fuente y la superficie a regar.
- El caudal requerido para dimensionar la salida del estanque auxiliar y la tubería de conducción hasta la unidad de filtros.

La situación presentada en la Figura 4 considera también la construcción de un pequeño estanque auxiliar ubicado al lado del canal, el que funciona como desarenador y facilita la extracción de agua.

b) Unidad de filtrado

Corresponde a una unidad de singular importancia en el cabezal, dado que su acción impide el taponamiento u obturación de los emisores. Esto nos indica que el agua que se va a aplicar al terreno debe ir filtrada; utilizándose para tal función dos elementos complementarios:

- Filtro de arena.
- Filtro de malla.

Ambos tipos de filtros deben instalarse si se utilizan aguas superficiales (canal, vertiente). Cuando se utiliza agua de pozo se puede obviar el filtro de arena.

***Filtros de arena** o también denominados filtros de grava, corresponden a recipientes o tanques de metal, normalmente circulares, que llevan en su interior arena o grava de un determinado tamaño.

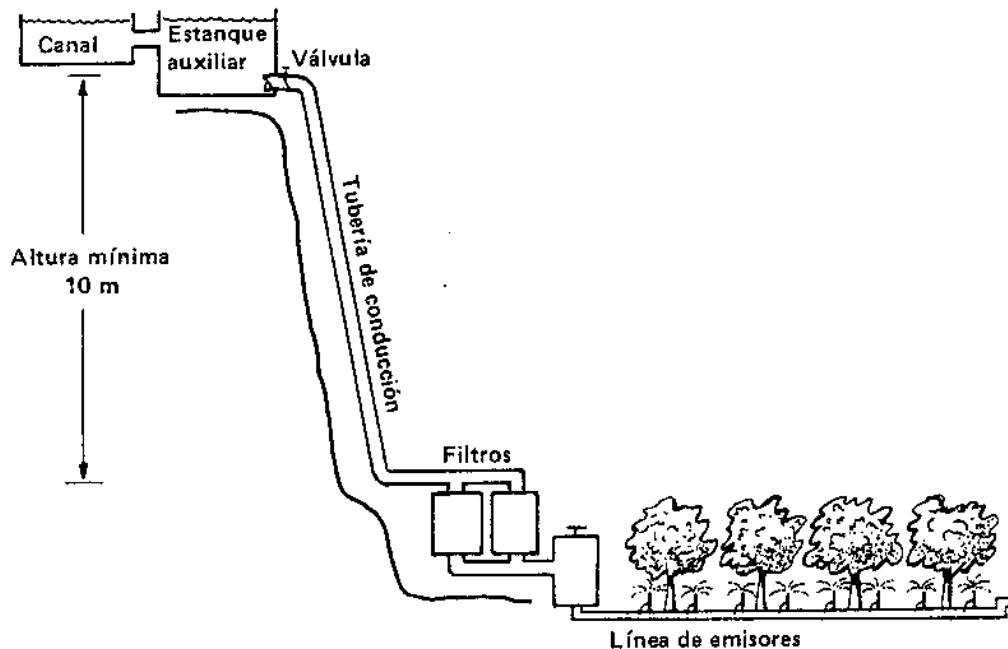


Figura 4. Diseño de cabezal de bombeo utilizando la fuerza de gravedad.

Cuando el agua atraviesa el tanque, la arena realiza el filtrado de limos, arenas finas y materia orgánica (Figura 5).

El diámetro del tanque está en relación directa con el caudal de agua que se desea filtrar, utilizándose como referencia tasas de filtraje entre 10 y 15 l/s/ml de superficie filtrante (debe considerarse que 1 m² de superficie filtrante equivale a tener un filtro cilíndrico de 1,13 m de diámetro). De esta manera, para filtrar caudales menores, se requerirá una superficie menor, y por lo tanto, un filtro de diámetro más pequeño.

La limpieza de estos filtros se hace produciendo la inversión del flujo, lo que se logra con la apertura y cierre de la válvula correspondiente.

La operación de lavado se facilita cuando se instalan 2 filtros; de esta forma un filtro puede estar funcionando normalmente y el otro estar en proceso de retrolavado, como se muestra en la Figura 5. Cuanto menor sea el caudal por superficie de lecho filtrante más eficaz será el filtrado.

La operación de retrolavado debe efectuarse frecuentemente para que no se produzca disminución en la presión de operación de; sistema, permitiéndose pérdidas de carga no superiores a los 4 a 6 metros columna de agua (m.c.a.).

* **Filtros de malla.** Normalmente se sitúan en el cabezal inmediatamente después del filtro de arena y del tanque fertilizante. A diferencia de los filtros de arena que trabajan por superficie y profundidad, los filtros de mallas sólo lo hacen por superficie, reteniendo menos cantidad de partículas sólidas.

El caudal que pase por un filtro de malla dependerá de la calidad de agua, la superficie de filtrado, el porcentaje de orificios de la malla y la pérdida de carga permitida. Para un filtro de malla fina de acero inoxidable se admite normalmente un caudal máximo de 250 m³/h/m² de superficie

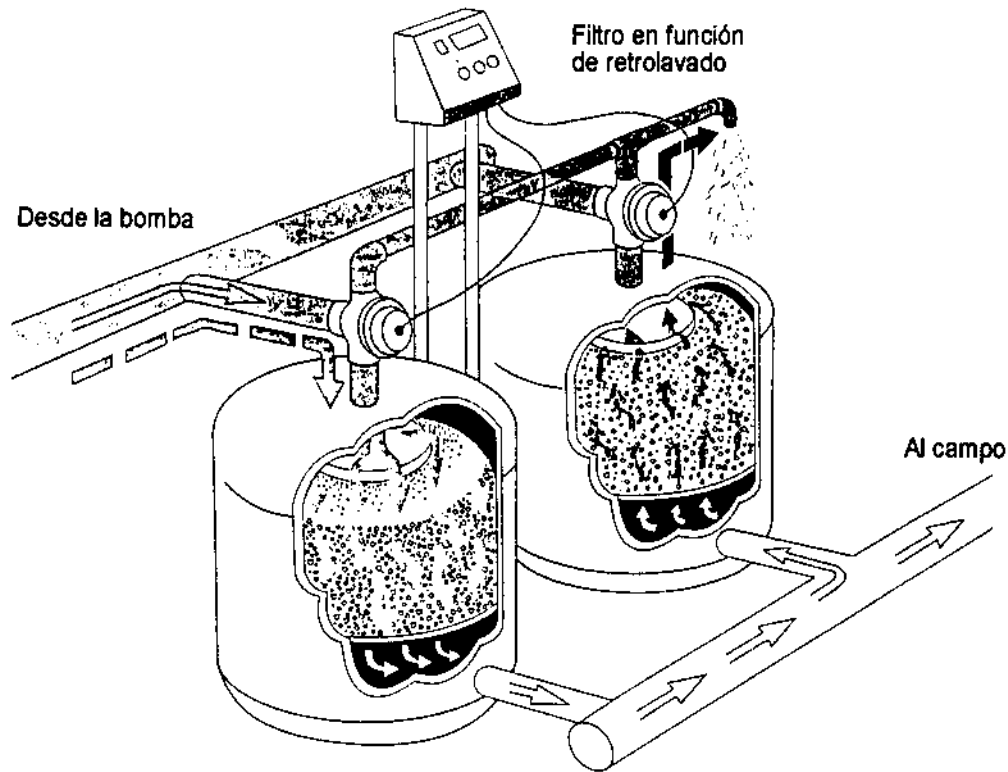


Figura 5. Retrolavado en filtros de arena y programador de riego.

filtrante y de 100 m³/h/m² para una malla de nylon, considerando un mismo diámetro de orificio que en la malla de acero.

En un filtro de malla limpio (Figura 6) las pérdidas de cargas varían de 1 a 3 m.c.a, debiéndose limpiar el filtro cuando ésta aumente sobre dichos valores.

Ambos tipos de filtros son comercializados por empresas especializadas, pero también pueden ser construidos artesanalmente, como se ha hecho en instalaciones efectuadas por este proyecto en el Valle del Huasco.

c) Unidad de fertilización

Tanto los abonos principales como los microelementos que el parronal, frutal o cultivo necesita, cuando se utilizan estos sistemas, pueden ser incorporados en el agua de riego, siempre y cuando estos abonos sean solubles en agua. También pueden aplicarse ácidos (ácido sulfúrico, clorhídrico, fosfórico, nítrico), fungicidas y desinfectantes, como hipoclorito de sodio, por ejemplo.

Existen dos clases de aparatos para la incorporación de abonos al agua: los tanques de fertilización y los inyectores de abono.

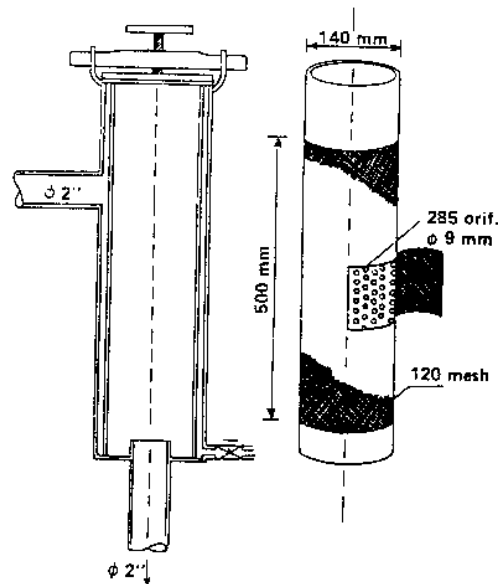


Figura 6. Filtro de malla.

c-1) Tanque de fertilización

Los tanques de fertilización, en general son depósitos de 20-200 litros, en donde se coloca el abono. De acuerdo a como funcionan pueden dividirse en dos tipos:

*** Tipo Venturi**

Son dispositivos muy sencillos que consisten en una pieza en forma de T con un mecanismo Venturi en su interior. El mecanismo venturi aprovecha un efecto vacío que se produce a medida que el agua fluye a través de un pasaje convergente que se ensancha gradualmente (Figura 7b). El Venturi funciona cuando hay diferencia entre la presión del agua entrante y la de la combinación de agua y fertilizante saliente al sistema de riego.

Este dispositivo generalmente se instala en paralelo, debido a que el caudal que circula por el sistema rebasa la capacidad del propio Venturi. Por este motivo los dispositivos más usados se basan en una combinación del principio Venturi y de diferencia de presión. Si se decide instalar el Venturi en paralelo se requerirá una diferencia de presión entre la entrada y salida del orden del 20%. Es necesario indicar que el tanque tipo Venturi tiene una capacidad de succión reducida, por lo que se recomienda su uso, principalmente en instalaciones pequeñas. La mayor ventaja de este tipo de fertilizador es su bajo costo y fácil mantención.

Tipo tanque en paralelo

Son dispositivos cuya principal característica es la de poseer un depósito donde se pone la solución concentrada de abono que quiere incorporarse a través del sistema de riego. En su interior alcanza la misma presión que en la red de riego una vez que ha sido cerrado. Por este motivo, el tanque deber ser metálico o de plástico reforzado, colocándose paralelamente a la conducción principal. En ésta, se instalan dos tomas de enganche rápido separadas por una válvula para producir una diferencia de presión entre ellas.

Estos tanques son sencillos y de buen funcionamiento aunque presentan el inconveniente de no mantener una aplicación uniforme, ya que la concentración de abono va disminuyendo con el riego hasta el final del mismo. Para solucionar este inconveniente se recomienda consumir una carga del tanque por unidad operacional de riego.

c-2) Inyector de fertilizante

Los inyectores de fertilizantes, al igual que los fertilizadores tipo Venturi, utilizan un tanque abierto sin refuerzos en los que se agrega el fertilizante, siendo luego inyectado éste a la red a través de algún tipo de bomba como las siguientes:

- **Bomba de inyección eléctrica.**
- **Bomba de inyección hidráulica.**
- **Bomba del sistema.**

Bomba de inyección eléctrica

Son bombas de diafragma con caudal variable en las que se puede regular con toda precisión la cantidad de solución de abono que se desea incorporar. El único inconveniente, además del costo, es la necesidad de una fuente de energía.

*** Bomba de inyección hidráulica**

En este tipo de inyector el motor eléctrico se sustituye por uno de accionamiento hidráulico, que usa la propia energía del agua de la red para mover sus mecanismos.

Se trata de bombas del tipo peristáltico, que por lo tanto, producen una dosificación a impulsos, inyectando en cada embolada un volumen de solución igual a la capacidad de la cámara receptora. El control del ritmo de inyección se realiza variando el número de embotadas por unidad de tiempo.

La presión máxima de trabajo de los modelos existentes en el mercado puede variar entre 6 y 10 atmósferas y su capacidad máxima de inyección suele estar entre los 200 y 300 l/h. En general, este tipo de inyector consume 2 a 3 veces el volumen de líquido inyectado. El principal inconveniente que presenta este tipo de bomba es su difícil mantención.

*** Bomba del sistema**

Algunos agricultores e instaladores, usan como inyector de fertilizante la propia bomba del sistema de riego por goteo. En este caso, la mezcla de fertilizante es ubicada en un tanque paralelo para luego ser aspirada por la bomba. Es necesario indicar que este sistema podría tener el inconveniente de deterioro anticipado del rotor de la bomba.

d) Elementos de Programación y Control de Flujo

Son elementos electrónicos que permiten automatizar el accionamiento de la red y a la vez operar en forma secuencial el riego en distintos sectores. Su inclusión, aun cuando es opcional, se justifica en instalaciones de gran superficie o de difícil manejo. Se usan también para automatizar el proceso de limpieza de los filtros.

Entre los elementos de regulación y control de flujo están las válvulas de distinto tipo: de paso, reguladores de presión, de retención (check), hidráulicas, electrónicas, volumétricas, etc. Su operación directa o indirecta (mediante programadores) regulan el comportamiento del flujo y la presión en la red.

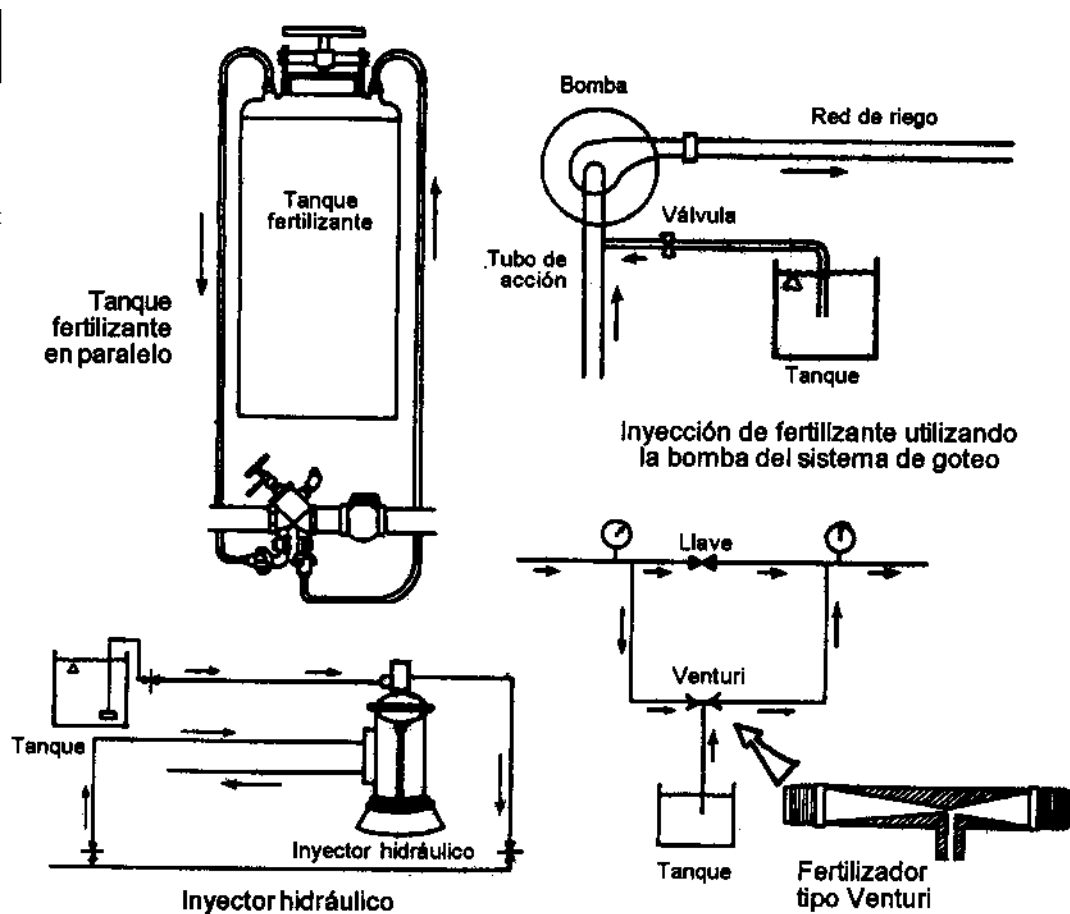


Figura 7. Dferentes sistemas de aplicación de fertilizantes en riego por goteo.

2. RED DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN

Tuberías de Polistilano (PE) y Policloruro de Vinilo (PVC)

Las tuberías que se utilizan en las instalaciones de riego presurizado son fundamentalmente de PVC y PE y últimamente, polipropileno y polibutileno. En grandes instalaciones se recurre al fibrocemento para la red principal. Ocasionalmente para tramos muy cortos, se utiliza el hierro galvanizado, aunque este último debe evitarse siempre que sea posible por su fácil corrosión.

De estos materiales, el fibrocemento es el más barato para grandes diámetros de tubería, particularmente diámetros mayores a 150-200 mm. Debido a que es un material más pesado, la conexión de los distintos tramos resulta más laboriosa que cuando se trabaja con PVC y PE, por lo que el metro lineal instalado no suele ser mucho más barato que el de los otros materiales.

El PVC es rígido y más barato que el polietileno para diámetros de 50 mm y superiores.

Por último, el PE es flexible a la vez que resulta ser el material más barato para diámetros inferiores a 50 mm, por lo que se utiliza siempre en la red terciaria y ramales de dego.

En definitiva, el conjunto de tuberías deben ser capaces de conducir, con la mayor eficiencia posible, el agua desde la fuente de abastecimiento hasta la planta misma. Para que ello ocurra se efectúan una serie de combinaciones de diámetros y tipos de tuberías.

Matriz o línea principal

Es la tubería de mayor diámetro en la red, su función es conducir el agua hasta la derivación de los diferentes sectores. Normalmente es de PVC o bien Rocalit (en diámetros mayores) generalmente van instaladas bajo tierra.

Submétricos o líneas secundarias

Corresponden a tuberías de menor diámetro que la matriz o línea principal y son las encargadas de llevar el agua desde ésta al sector correspondiente.

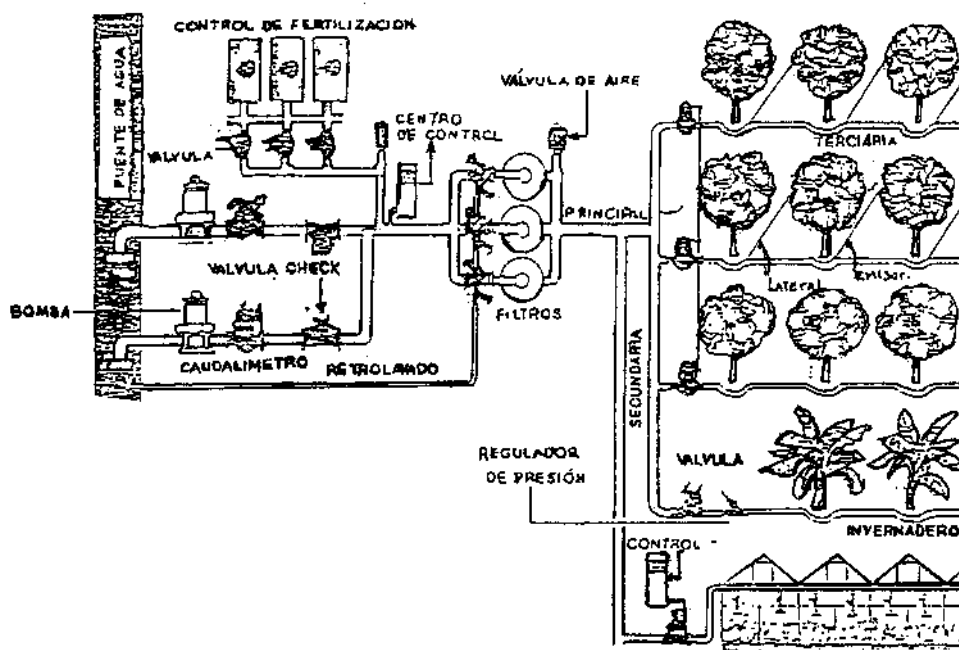


Figura 8. Esquema de una red de conducción y distribución de un sistema de riego presurizado.

Terciarias o múltiples

Estas son las tuberías que distribuyen el agua hacia las líneas con goteros actuando como cabecera de la línea portagoteros o lateral. Son generalmente de PVC y de diámetro más pequeño que las submatrices, pudiendo combinarse varios diámetros en su diseño.

Generalmente también van instaladas bajo tierra.

Linsas portigoteros o laterales

En estas tuberías se insertan los goteros. Son de polietileno y por lo general de 16 ó 12 mm de diámetro. Estas son las tuberías que van sobre la superficie en la hilera de cultivo.

3. EMISORES

Los emisores son dispositivos que controlan la salida del agua desde las tuberías laterales con caudales inferiores a 12 l/h. Los más utilizados en nuestro país y a nivel mundial son los emisores de 4 l/h.

Para seleccionar un emisor o gotero es necesario tomar en cuenta las siguientes características:

- a) Que entreguen un caudal relativamente bajo, pero uniforme y constante, con pocas variaciones de presión.
- b) El diámetro del conducto debe ser suficiente para que no se obture fácilmente y para permitir un adecuado paso de agua.
- c) Fabricación robusta y poco costosa.
- d) Buena uniformidad de fabricación.
- e) Resistencia a la agresividad química y ambiental.
- f) Estabilidad de la relación caudal-presión a lo largo de su vida.
- g) Poca sensibilidad a los cambios de temperaturas.
- h) Reducida pérdida de carga en el sistema de conexión.

En un sistema de riego presurizado se puede recurrir a distintos tipos de emisores.

- 1) Goteros**
- 2) Cintas o tuberías perforadas**
- 3) Microaspersores y Microjets**

1) Goteros

La gran variedad de goteros que se fabrican obliga a hacer una clasificación de los mismos, que puede servir de orientación de acuerdo con la situación particular que se presente.

A continuación se describen las características de algunos tipos de goteros:

a) De largo conducto: en ellos la pérdida de carga tiene lugar en un conducto (de hasta 2 m de longitud) de pequeño diámetro (de 0,5 a 5 mm). A este grupo pertenecen los microtubos con diámetros de 0,6 a 2 mm. Su coeficiente de fabricación (C.V.) puede ser bastante bueno (0,02 a 0,05), pero dependiente fundamentalmente del cuidado que se tenga cuando se corten a una determinada longitud. Al grupo de estos emisores de largo conducto pertenecen también los goteros con conducto en helicoide, los cuales entregan un caudal de 2 a 4 l/h, siendo muy sensibles a las obturaciones. También son de este grupo los goteros de laberinto, menos sensibles a las obstrucciones que los anteriores.

b) De orificio: en estos goteros el agua sale al exterior a través de uno o varios orificios de pequeño diámetro, en donde tiene lugar la mayor pérdida de carga.

Estos emisores son muy sensibles a las obturaciones.

c) De tipo Vortex: estos goteros tienen una cámara circular en donde se produce un flujo vertical. El coeficiente de fabricación en general es bajo (CV = 0,04), pero son muy sensibles a las obturaciones, pues los modelos existentes en el mercado tienen un diámetro de paso del orden de 0,6 mm.

d) **Autocompensantes:** se trata de gotero con flujo turbulento o transitorio en los que se intenta obtener un caudal constante independiente de la presión. El límite inferior de presión de funcionamiento suele estar en 1 m.c.a. y el superior en 30-40 metros columna de agua (m.c.a.).

e) **Autolimpiantes:** existen, fundamentalmente dos tipos de goteros autolimpiantes: aquellos que pueden estar o no en posición limpiante y los que continuamente lo están. Los primeros sólo se limpian durante el corto tiempo que tarda el sistema en ponerse en funcionamiento a la presión de régimen, o en pararse y pasar de esa a la presión atmosférica. Con este gotero hay que tener la precaución de que la capacidad del sistema en caudal sea suficiente para poder llegar a la presión de régimen, ya que descargan más caudal cuando están en la posición de limpieza.

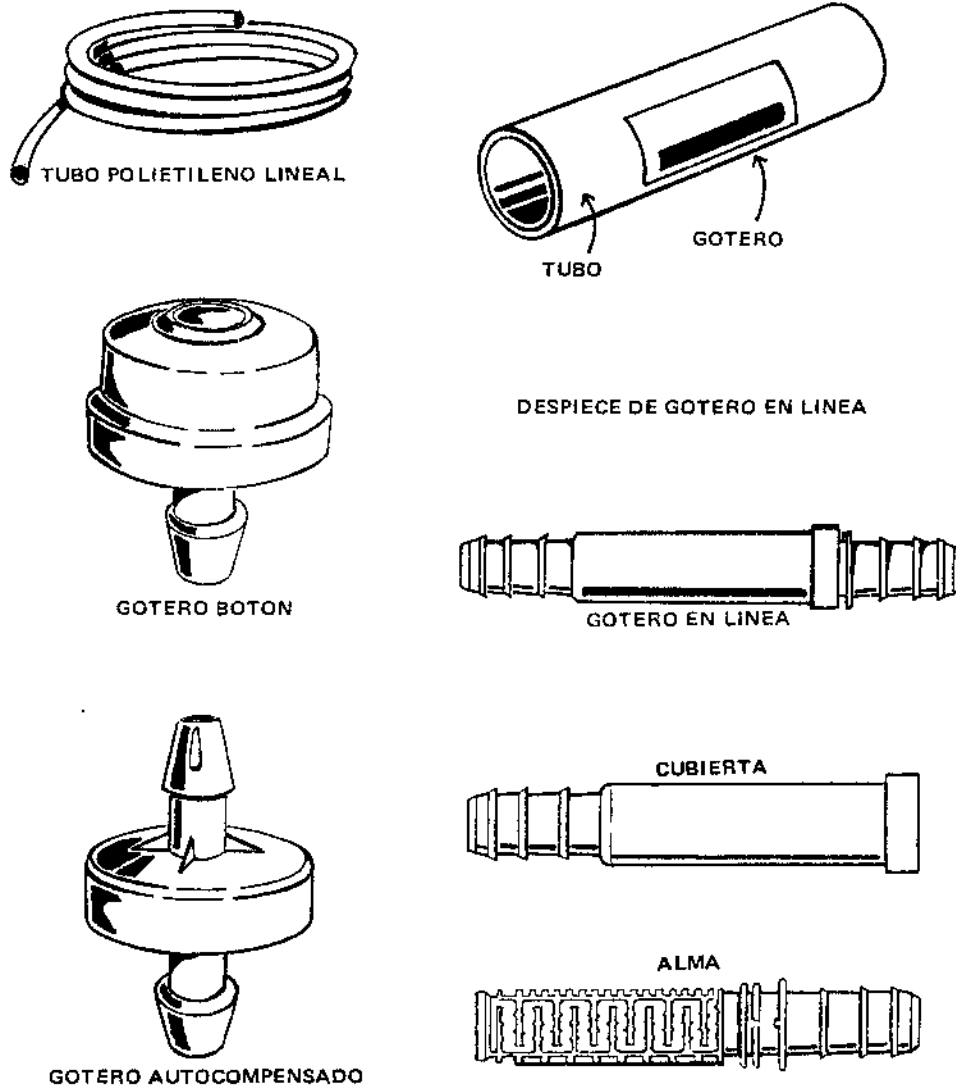


Figura 9. Diferentes tipos de goteros existentes en Chile.

2) CINTAS O TUBERÍAS PERFORADAS

Los primeros equipos de riego utilizados en hortalizas consideraban el uso de goteros en sus diferentes tipos; sin embargo, con el correr del tiempo y fundamentalmente debido a motivos de costos, se fue derivando hacia el uso de cintas de riego o tuberías perforadas del tipo T-Tape o Bi-wall, entre otras.

Todas ellas suministran un caudal continuo a lo largo de su recorrido, por lo que en sus características no se define un caudal por cada salida, sino un caudal por metro lineal de tubería.

El proceso de fabricación de estas tuberías es más simple en general, que el de cualquier gotero.

Los orificios de salida del agua son pequeños, siendo necesaria la utilización simultánea de filtros de arena y malla fina para evitar obstrucciones. Funcionan ordinariamente a bajas presiones, menores de 1 atmósfera (1 atmósfera = 10 m.c.a.).

El material que se utiliza en su fabricación suele ser polibutileno.

A su favor tienen el precio, que es generalmente bajo, por lo que las instalaciones de este tipo suelen ser más baratas que las implementadas con goteros. En estos momentos, el metro lineal de cinta (o tubería perforada) oscila entre \$ 40 y \$ 80 el metro lineal (US\$ 0,10-0,20), mientras que una cinta con goteros cuesta el doble, \$ 80 y \$ 120 (US\$ 0,20-0,30), principalmente por la incorporación de los goteros.

Se utilizan tanto extendidas sobre el terreno como enterradas, siendo su campo de aplicación, principalmente en los cultivos en línea; sobre todo las hortalizas de pequeño marco de plantación.

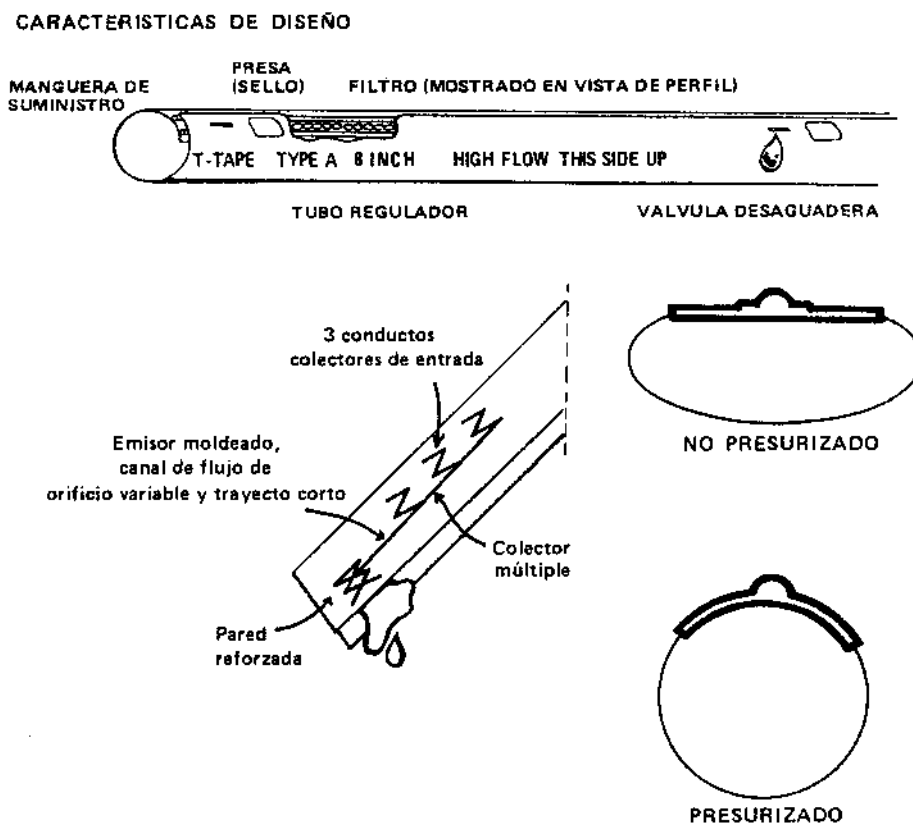


Figura 10. Diferentes tipos de cintas o tuberías perforadas.

3) MICROASPERSORES Y MICROJETS

Cuando se riega utilizando estos emisores el agua de riego se aplica como una lluvia de gotas finas a baja altura. Los microaspersores y microjets permiten dar un aojamiento localizado a las plantas. La diferencia entre microaspersores y microjets es que en los primeros el chorro de agua va rotando y en los últimos es estático.

Las descargas normales de un microaspersor o microjet son altas, llegando a usarse caudales entre 25 y 120 l/h. Cuando se emplean estos emisores los sistemas se diseñan para realizar riegos frecuentes.

Las principales ventajas de regar con microaspersores y microjets son las siguientes:

- 1) Se pueden aplicar caudales importantes a baja presión (15 a 20 m.c.a.) lo que disminuye el costo total del sistema.
- 2) Se aplica el agua en forma localizada sobre la zona de las raíces del cultivo aumentando por este motivo la eficiencia de aplicación del riego. El microjet tiene un diámetro de mojamiento pequeño (menor a 8,5 m).
- 3) Se administran caudales controlados por el cabezal del sistema, por lo tanto, las pérdidas por escurrimiento superficial son mínimas.

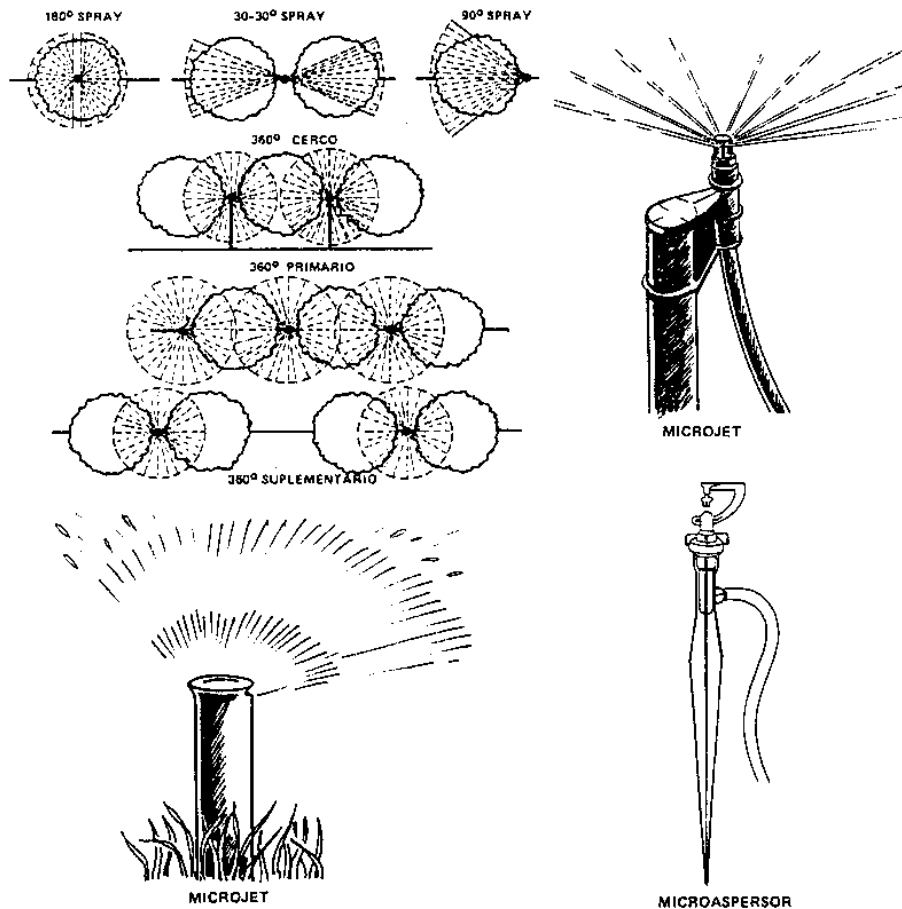


Figura 11. Características de microjet y microaspersores.

Además, se pueden diluir fertilizantes y pesticidas en los volúmenes de riego ya que se aplican cantidades de agua programadas.

4) En cultivos con riego por microaspersión o microjets, disminuye la expansión de las malezas, debido a que el agua es aplicada en forma localizada. En consecuencia, hay un ahorro de mano de obra al disminuir las labores de limpia.

5) El costo de la red de tuberías es menor que en un riego por aspersión y similar al riego por goteo, dado que se administran caudales medios (25 a 120 l/h) a menor presión que la aplicada en aspersión.

La principal limitante del sistema es el costo de inversión, dado que se requiere generalmente de uno a dos microaspersores o microjets por planta.

Los microjets básicamente son boquillas compuestas de una sola pieza de polímero, sujeta a un soporte que la eleva a una altura de 10 a 20 cm sobre el suelo.

Las áreas de aojamiento de un microjet pueden ser de 360°, 280°, 270°, 180°, 90° ó 40°, lo que resulta de gran utilidad. Así por ejemplo, con una boquilla de 300° se tiene un mojado casi circular excluyéndose del área de aojamiento un arco de 60° que no se humedece y que puede corresponder a la ubicación del tronco del árbol, de tal modo de no humedecer esa zona de la planta, evitando dañarla.

Los microaspersores son del mismo material que los microjets, pero compuestos de dos piezas, una base y una cabeza. En la base está el orificio de salida del agua y la cabeza la distribuye en áreas de 180° y 360°.

Este tipo de emisores están usándose cada vez más, sustituyendo en algunos casos a los goteros.

A pesar de tener diámetros de paso relativamente pequeños son poco sensibles a las obturaciones debido a la velocidad de salida del agua.

Casi todos ellos tienen un deflector contra el cual choca el chorro de agua, cambiando de dirección y distribuyéndose a través del aire. El área mojada puede tener diversas formas desde un círculo completo hasta un sector de pequeño ángulo. La posición que ocupa el difusor con relación a la vertical, tendrá mucha influencia sobre la forma y dimensión de la superficie mojada.

COSTO

Uno de los antecedentes importantes a saber de un sistema de riego es su costo, el cual puede ser abordado por diferentes vías financieras.

El costo depende fundamentalmente de las siguientes variables:

- Tamaño del equipo.
- Grado de automatización.
- Tipo de cultivo (frutales, hortalizas, praderas).
- Tipo de fabricación (industrial o artesanal).
- Materiales utilizados (cinta o gotero).

No obstante lo anterior, los valores pueden fluctuar aproximadamente entre los \$ 800.000 por hectárea en el caso de goteo (frutales) y \$ 1.600.000 por hectárea en el caso de utilizar cintas (hortalizas), o sea, cerca de US\$ 2.000 a US\$ 4.000/ha.

El Gobierno de Chile, consciente de las ventajas que significa la tecnificación con métodos de riego de alta eficiencia y de su elevado costo de implementación, ha creado líneas de subsidios a obras que signifiquen optimizar el recurso agua destinada al regadío.

Una de las líneas de subsidio estatales a obras de riego está reflejada en la Ley de fomento a obras de riego y drenaje N° 18.450, llamándose preferentemente a concursos de postulación de proyectos. Al concursar se puede optar a niveles de subsidio de hasta un 75% del costo total de la obra de riego. Es del mayor interés que la Comisión Nacional de Riego llame a concurso especial para el Valle del Huasco, siendo la oportunidad para que los agricultores se motiven y se incorporen a estos beneficios en pro del desarrollo del valle y de la agricultura regional.