

RIEGO POR ASPERSION

Leopoldo J. Ortega C. ¹

1. INTRODUCCION

En el Sur de Chile, específicamente en las Regiones IX y X, la adquisición de equipos de riego por aspersión se ha incrementado en forma sostenida durante la última década, tendencia que ha ido aparejada al aumento de la rentabilidad de algunos rubros, particularmente remolacha, cultivos hortofrutícolas, y cultivos suplementarios en sistemas ganaderos intensivos (maíz, sorgo).

De acuerdo a estimaciones realizadas en base a las ventas ejecutadas por distribuidores de equipos mecánicos, se calcula que existen actualmente 5.000 ha regadas por aspersión en la Xª Región, siendo la remolacha el principal cultivo regado.

Es factible esperar, que en la medida que se mantengan las condiciones de crecimiento económico del país, en la IX y especialmente en la X regiones, se mantenga y aumente la tendencia a la adquisición de equipos de riego por aspersión por parte de los agricultores.

En el presente artículo, se entregan algunas normas y consideraciones generales que deben tomarse en cuenta, tanto al usuario en la selección del equipo más adecuado,

¹ Ingeniero Agrónomo, Estación Experimental Remehue-INIA. Osorno.

como al ingeniero, previo al cálculo matemático que define las características de los equipos. No se desarrollan en detalle metodologías de diseño, por ser éste un aspecto muy específico de la ingeniería.

2. DEFINICION

El riego por aspersión es un método de riego mecánico o presurizado, ya que necesita de mecanismos que generan presión para mover el agua.

El método de riego por aspersión consiste en aplicar el agua en forma de lluvia, es decir, se fracciona el caudal en innumerable cantidad de gotas que se infiltran en el terreno cuando llegan a la superficie del suelo.

Esta lluvia artificial se consigue gracias a la presión con que fluye el agua dentro de un sistema de tuberías, la cual es expulsada al exterior a través de las boquillas de un aspersor. Normalmente, la presión requerida se obtiene a partir de bombas hidráulicas que aspiran el agua desde canales, ríos, pozos o embalses. Sin embargo, el sistema también puede operar sin bombas cuando la fuente de agua se encuentra en posición más elevada que el terreno que desea regarse (Ver Figura 1).

3. APLICACION DEL RIEGO POR ASPERSION

El riego por aspersión se emplea en una gran diversidad de cultivos y condiciones naturales, y en determinados casos, compite con ventajas con el riego superficial.

Sin embargo, se considera insustituible en las siguientes condiciones:

- a) Terrenos de topografía irregular, ondulados y de pendiente fuerte, en cuyo caso la conducción del agua por tuberías resuelve los inconvenientes del trazado de acequias en terrenos irregulares.
- b) Suelos poco profundos en los cuales no pueden realizarse trabajos de nivelación y deben aplicarse pequeñas láminas de agua en cada riego. También en los suelos de alta velocidad de infiltración con grandes pérdidas por percolación de agua en la cabecera.
- c) Suelos de alta erodabilidad, donde el escurrimiento de agua en superficie puede acarrear efectos perjudiciales para su conservación.
- d) Disponibilidad de agua en caudales pequeños y largos horarios de riego, ya que un diseño económico se logra con un equipo que permanezca en actividad durante un elevado número de horas al año.

4. VENTAJAS Y DESVENTAJAS

El sistema de riego por aspersión presenta principalmente, las siguientes ventajas:

- a) Permite riego de suelos que por sus limitaciones topográficas no pueden ser regados por superficie, como pendientes superiores a 8%.

- b) No requiere de nivelación de suelos.
- c) Posibilita el riego de suelos muy delgados, que no son posibles de nivelar.
- d) Se aprovechan con mayor eficiencia los pequeños caudales de agua, debido a que un sistema de aspersores bien diseñado distribuye mejor el agua que otros métodos.
- e) La eficiencia de aplicación es del orden de un 70% a 80%, comparada con eficiencias que fluctúan entre 30 a 50% en sistemas de riego gravitacional, lo cual es importante por la economía de agua que esto implica.
- f) Permite una distribución uniforme y controlada de los caudales aplicados.
- g) Mediante la adecuada selección de la intensidad de precipitación del aspersor, es posible regar suelos con velocidades de infiltración muy altas (arenosos) o muy bajas (suelos pesados o arcillosos), sin provocar excesivas pérdidas por percolación profunda o escurrimiento superficial, como en el caso de riego gravitacional.
- h) Permite aplicar en forma eficiente, uniforme y oportuna fertilizantes solubles, herbicidas y fungicidas, conjuntamente con el agua de riego.
- i) Permite la aplicación de purines, realizando previamente algunas modificaciones en el aspersor y en los elementos de succión de la bomba. Esto implica un importante ahorro en fertilizantes, evita la contaminación de las aguas de

cauces, y ayuda a justificar económicamente la inversión en equipos de riego por aspersión.

- j) Pueden regarse eficientemente cultivos de arraigamiento radicular superficial, que requieren aplicaciones de pequeñas alturas de agua y una alta frecuencia de riego.
- k) Permite controlar adecuadamente el riego, para favorecer la germinación y emergencia de las plántulas, y posteriormente, realizar riegos ligeros en los primeros estadios del cultivo (plántula y planta pequeña). Si las condiciones lo permiten, el riego por aspersión puede utilizarse sólo con este propósito y luego regar en forma gravitacional.
- l) El costo de operación por mano de obra suele ser menor que en los métodos de riego superficiales, sobre todo en aquellos suelos en que la infiltración es rápida o en los terrenos con fuertes pendientes o accidentados.
- m) Menos dependencia del regador en la calidad del riego, ya que las decisiones son tomadas por el administrador.
- n) Puede utilizarse como un sistema de emergencia para el control de heladas, en caso de que las temperaturas desciendan bajo el nivel tolerado por el cultivo.
- ñ) Disminución de la infestación de malezas producida por el agua de riego.
- o) Mejor utilización de los terrenos, ya que no es necesaria la construcción de acequias.

Asimismo, es importante también identificar las principales desventajas del sistema de riego por aspersión, que son las siguientes:

- a) Alto costo de inversión inicial en materiales y equipos, el cual se estima entre 800 y 2.000 dólares por hectárea, dependiendo de las condiciones y el sistema empleado.
- b) Altos requerimientos de energía para su operación, debido principalmente a las alturas de elevación y a las altas presiones requeridas por los aspersores para su funcionamiento. Los costos por este concepto son mayores cuando se trata de motores a combustión, en comparación con motores eléctricos.
- c) La distribución y eficiencia de aplicación del agua, es afectada considerablemente por el viento. En general, velocidades de viento superiores a 2,5 m hacen no recomendable el riego por aspersión y velocidades entre 1 y 2,5 m lo hacen poco recomendable, u obligan a considerar algunas precauciones.
- d) Requiere de un alto nivel de tecnificación en el diseño, instalación y operación del sistema, para lo cual debe considerarse la participación de un profesional competente en la materia.
- e) Dependencia de equipos mecánicos, los cuales están afectos a múltiples fallas como producto del uso forzado e intensivo a que están sometidos durante cortos períodos de tiempo.

- f) En algunos cultivos y en algunos períodos vegetativos, puede favorecer la presencia de enfermedades fungosas, o dificultar la fecundación cuando se riega en época de floración.
- g) Si la forma del terreno es muy irregular, crea complicaciones en el diseño y operación del sistema.
- h) Las líneas principales y laterales no enterradas pueden dificultar el cultivo y otras operaciones agrícolas.
- i) No es recomendable el uso de aguas con elevada concentración de sales, ya que éstas pueden ser absorbidas por las hojas y crear problemas de toxicidad.
- j) No es recomendable en suelos arcillosos de muy baja velocidad de infiltración (menos que 0,4 cm/hr), debido a que los prolongados tiempos de riego encarecen excesivamente los equipos, al aumentar el número de aspersores por postura y disminuir el número de posturas diarias.

5. COMPONENTES DE UN EQUIPO DE RIEGO POR ASPERSION

Un sistema de riego por aspersion, puede abarcar todo un proyecto con tuberías fijas de alta presión que conducen y distribuyen agua a cada predio o secciones del proyecto, de donde deriva el agua a equipos individuales o comunitarios. También puede estar presente a la forma de equipos individuales, que cuentan con la fuentes de agua en el mismo predio, cubriendo la totalidad o una parte de éste, que es el caso más frecuente de la zona sur.

Un equipo de riego por aspersión se compone de cuatro unidades básicas, que son las siguientes:

- a) Unidad de bombeo
- b) Tuberías
- c) Accesorios
- d) Aspersores

Unidad de Bombeo

La unidad de bombeo de un sistema de riego por aspersión es una instalación con equipos de elevación mecánica, que tiene por objetivo aspirar el agua desde la fuente elegida e impulsarla a la red de tuberías.

Una unidad de bombeo se compone de las siguientes partes:

- Cámara de aspiración
- Canastillo y válvula de succión
- Tubería de succión
- Motobomba
- Accesorios y fittings de descarga

Cámara de Aspiración: Consiste en una caja de hormigón o madera sumergida en el agua, que permite mantener un nivel suficiente de agua, para que durante el funcionamiento del equipo de bombeo no entre aire por la aspiración.

Dependiendo de su tamaño y de los materiales a utilizar, estas cajas se construyen de sección circular o rectangular, ubicándose alejadas del río a unos 10 a 15m., conduciendo el agua hasta ellas mediante una zanja de

aducción. No se recomienda colocarlas en el río o estero mismo, salvo que la ribera sea un corte vertical en roca.

Canastillo y válvula de succión: A una distancia de aproximadamente 30 cm. por sobre el fondo del pozo o caja de succión, se coloca suspendido un canastillo, que se puede adquirir en fierro fundido, el cual viene provisto de una válvula de retención que permite el paso de agua hacia la bomba, pero que impide su retorno al pozo.

Este canastillo sólo impide la entrada de partículas de tamaño tal que puedan quebrar piezas de la bomba, pero no de arena o barro, por lo que es conveniente además, recubrirlo con una malla mosquitera o de arnero.

Tubería de succión: Por lo general, esta tubería debe tener el mismo diámetro que el diámetro normal de succión de la bomba, pero es conveniente tener presente que es un valor mínimo y que el fabricante ha considerado para estos efectos, una longitud de 4 a 10 m. Si por alguna razón la longitud de succión es mayor, debe aumentarse el diámetro de esta tubería.

El material más indicado para la succión es el chorizo de caucho con entramado de tela y refuerzo de espiral de acero. Este chorizo tiene ventajas en la conservación de la bomba, por cuanto es una tubería y al mismo tiempo, un amortiguador de golpe de ariete. Alternativamente, se puede usar tubería de acero, PVC, u otro material que sea resistente a la presión externa. En ningún caso se deben usar mangueras sin espiral de refuerzo, ni tampoco de polietileno.

Motobomba: Se denomina motobomba al conjunto formado por un motor y una bomba. La energía mecánica del motor, produce el accionamiento de la bomba, que se encarga de succionar e impulsar el agua hacia las tuberías, con una determinada presión y caudal, gracias a la fuerza centrífuga generada por la potencia del motor y el diseño del rodete (Ver Figura 2).

La motobomba es la parte principal de la unidad de bombeo, debiendo ser correctamente seleccionada antes de proceder a su instalación, además, debe protegerse en el terreno donde se la ubique.

El equipo motobomba se selecciona de acuerdo al caudal de agua que es necesario elevar y a la presión o altura monométrica que debe poseer el agua a la descarga.

El caudal que debe proporcionar la bomba, deberá satisfacer los requerimientos de riego calculados previamente para el mes más crítico.

Asimismo, la presión de la bomba, se calcula de manera que satisfaga los siguientes requerimientos (Ver Figura 3).

- a) Aspirar el caudal desde el espejo de agua en el pozo de succión, hasta el eje de la bomba.
- b) Elevar el agua desde el eje de la bomba, hasta el punto más alto de entrega.
- c) Compensar las pérdidas de presión que se producen por roce de agua en tuberías y fittings.
- d) Dar la presión necesaria para el correcto funcionamiento de los aspersores.

Es importante destacar que existe un óptimo de eficiencia para un determinado valor de presión y caudal de diseño, criterio vital para dirigir la compra a un distribuidor, o la selección en catálogos.

Las bombas más comunes empleadas en riego por aspersión son las centrífugas, las que pueden ser accionadas por motores eléctricos, de combustión interna (petróleo o bencina), o por el eje toma fuerza del tractor.

En caso de existir tendido eléctrico en las proximidades, es recomendable el uso de motores eléctricos, debido a que son más baratos, requieren menos mantención, son más eficientes y más fáciles de operar que los de combustión interna. Motores de hasta 4 HP, pueden utilizar electricidad monofásica, y potencias superiores requieren electricidad trifásica.

Al utilizar como fuente de energía el eje toma de fuerza del tractor, obligadamente se debe desviar o eliminar un tractor de las labores agrícolas durante la temporada de riego, a menos que se riegue de noche. Por esta razón y por el desgaste del motor del tractor, esta alternativa no es recomendable, salvo en situaciones de riego muy eventuales o esporádicos.

Las motobombas pueden ser fijas o móviles. Son fijas cuando se succionan aguas subterráneas de pozos profundos y cuando se utilizan motores eléctricos. En el caso de motobombas móviles, generalmente corresponden a las accionadas por el eje toma fuerza del tractor, cambiando de posición en cada riego, montadas sobre ruedas de fierro o neumáticos y pueden ser traccionadas a mano o con tractor.

Accesorios y fittings de descarga: Los fittings de descarga más importantes son la válvula de retención vertical, la válvula de compuerta de descarga, y la válvula de compuerta de vaciado.

Asimismo, los accesorios más importantes son los manómetros de control (recomendables de glicerina), y el dispositivo de amortiguación de golpe de ariete, el cual en algunas ocasiones puede ser reemplazado por un conjunto de válvulas de sobrepresión y de antivació.

Tuberías : Las tuberías de un sistema de riego por aspersión la integran los conductos circulares que conducen el agua desde la bomba a los aspersores. Dichas tuberías pueden ser todas fijas, en cuyo caso el equipo es fijo y van enterradas; pueden ser semifijas, con parte de ellas fijas y enterradas y otra parte móvil; y también pueden ser móviles, con todas las tuberías transportables.

Las tuberías fijas son comúnmente de PVC hidráulico, y en algunos casos pueden utilizarse de asbesto, cemento o de concreto reforzado con junta especial. Las tuberías móviles, en cambio, son de aluminio, metálicas o de PVC, y se caracterizan por su reducido peso, a fin de que puedan trasladarse con facilidad y con el mínimo esfuerzo.

Los acoplamientos de las tuberías portátiles deben ser del tipo unión rápida, y poseer la cualidad de ser angulables (3° a 12°), lo cual permite adaptar las tuberías a las irregularidades del terreno (Ver Figura 4).

El traslado de las tuberías es uno de los puntos donde debe prestarse mayor atención, ya que es aquí donde más

comúnmente se produce el deterioro en los equipos, especialmente en las tuberías de PVC (Ver Figura 5).

La decisión más importante en la selección de las tuberías es su diámetro, y se efectúa comparando el aumento de la inversión en tuberías de mayor diámetro, con la correspondiente disminución de los costos de inversión y operación de la motobomba, al disminuir las pérdidas de carga por aumentar el diámetro de la tubería.

Accesorios

Los equipos de riego por aspersión requieren de diversos elementos para su funcionamiento, distribuidos en toda la extensión del equipo (Ver Figura 6).

Pueden ser elementos de control, como manómetros y medidores de caudal; unidades anexas, como tanques de fertirrigación, filtros y amortiguadores de golpe de ariete; también pueden ser válvulas, como valvulas de retención, de compuerta, antivació y sobrepresión; y también son accesorios los diversos fittings, como tees, codos, hidrantes, reducciones, tapones, etc.

Todos estos elementos permiten un manejo adecuado del equipo y varían en cantidad y especificaciones de acuerdo al diseño del equipo y a las condiciones de operación en terreno.

Aspersores

Los aspersores son dispositivos que pulverizan el chorro de agua en gotas de diferentes tamaños, debido al paso del agua por las toberas o boquillas. El agua se reparte uniformemente en el terreno debido a la rotación del cuerpo del aspersor, que se produce por efecto de la reacción al impacto del chorro en el brazo del martillo, el cual vuelve a su posición inicial por la acción de un resorte de tensión (Ver Figura 7).

Se fabrican diversos tipos de aspersores, variando en presión de trabajo, caudal, diámetro de mojadura e intensidad de precipitación. Los catálogos de los fabricantes, además de señalar estas especificaciones, sugieren los distintos espaciamentos de acuerdo a la disposición de los aspersores en el terreno.

Según la presión de funcionamiento, los aspersores se clasifican de la siguiente forma:

- a) **Baja Presión.** Funcionan con presiones inferiores a 20 mca. Utilizan caudales inferiores a 0,3 l/s, y su radio de mojadura es menor a 9 m. Producen un riego uniforme, aún en el caso de vientos de cierta consideración. Se utilizan en jardinería, hortalizas, riego de frutales por debajo de la capa de los árboles y riegos de protección de heladas.

- b) **Media Presión.** Funcionan con presiones comprendidas entre 20 y 45 mca. Los caudales utilizados con estos aspersores varían entre 0,3 y 1,5 l/s, y su radio de mojadura fluctúa entre 10 y 20 m.

Producen riegos uniformes y se utilizan en una gran variedad de suelos y cultivos.

- c) **Alta Presión.** Funcionan con presiones superiores a 45 mca, y arrojan un caudal superior a 1,5 l/s, con radios de mojadura entre 30 y 75 m. Dentro de esta categoría se sitúan los cañones de riego, los cuales tienen el inconveniente de su alto costo en la inversión inicial como en su funcionamiento. La distribución del agua se ve muy afectada por el viento y producen gotas muy gruesas que perjudican con su impacto a determinados suelos y cultivos.

El patrón de humedecimiento de los aspersores varía con la distancia, ya que la mayor cantidad de agua cae cerca del aspersor y va disminuyendo en la medida que se aleja de éste. Por este motivo, los aspersores deben traslaparse en un porcentaje de su radio para aplicar en forma uniforme la lámina de agua, lo cual también está relacionado con las condiciones de viento de la zona, ya que éste modifica la distribución del agua (Ver Figuras 8 y 9).

6. CLASIFICACION DE LOS EQUIPOS

Los equipos de riego por aspersión, pueden ser de tres tipos atendiendo a su movilidad. De esta manera hay sistemas móviles, semifijos y fijos.

Sistemas móviles o portátiles: Tanto la unidad de bombeo como la totalidad de la tubería es portátil. Estos equipos pueden captar agua en diferentes partes del predio, y son de gran utilidad como soluciones de emergencia.

Sistemas semifijos o Semiportátiles: La unidad de bombeo es fija y combina tuberías fijas en las líneas principales y tuberías portátiles en las líneas laterales. Actualmente es el más utilizado, por ser el que presenta mayores ventajas económicas.

Sistemas Fijos: En este caso, la unidad de bombeo y todas las tuberías son fijas. Dada su alta inversión, se justifican solamente en cultivos permanentes sometidos a largos tiempos de riego, donde la mano de obra es escasa, y en superficies pequeñas.

Además de lo anterior, existe una gran diversidad de equipos no convencionales, como líneas de riego autopropulsadas, sistemas de pivote central, máquinas de riego semiautomáticas, etc. Estos equipos requieren condiciones especiales de operación y no son muy comunes en Chile.

7. FACTORES A CONSIDERAR EN EL DISEÑO Y SELECCION DE EQUIPOS.

En el país se han cometido frecuentes errores de diseño de los equipos de riego mecánico, que en muchas ocasiones han frenado el desarrollo de estos sistemas, provocando frustración y pérdidas económicas en los usuarios. Un diseño inadecuado de un equipo mecánico, puede causar mayor daño que un modesto sistema de riego gravitacional.

Por lo tanto, se sugiere que antes de comprar un equipo de riego por aspersión, se consulte a un especialista, ya que se debe adquirir el sistema dimensionado a las necesidades del predio.

En otras palabras, un equipo de riego no es una maquinaria más que se puede adquirir directamente con un vendedor, sino que es un conjunto de partes que al operar, deben comportarse como un equipo optimizado de acuerdo al tamaño y necesidades del predio, es decir, es como un "traje hecho a la medida".

De lo contrario, el agricultor se expone seriamente al riesgo de comprar un equipo que no solucione el problema de riego del predio, y lo que es peor, no porque el equipo sea malo, sino porque no era el apropiado a su predio.

Afortunadamente, la ingeniería dispone de herramientas computacionales de optimización, de cálculo, y de diseño, con las cuales se obtienen excelentes resultados. Estas metodologías tienden a disminuir el elemento artesanal del ingeniero; sin embargo, no debe dejar de considerarse el "sentido o feeling" del proyectista, ya que la sensación basada en el criterio y experiencia profesional, es la clave del éxito del sistema y diferencia lo bueno de lo excelente.

Los factores más importantes a considerar en el diseño y cálculo de un sistema de riego por aspersión son:

- Presión de trabajo del aspersor.
- Disposición de los aspersores.
- Velocidad del viento.
- Velocidad de aplicación.
- Posturas del equipo de riego.
- Tamaño del equipo.

Presión de trabajo del aspersor: La presión de trabajo de los aspersores debe ser la adecuada y corresponde a la señalada en las especificaciones dadas por el fabricante. Si la presión de trabajo es baja, entonces el tamaño de la gota de agua es mayor, por lo que se altera la distribución de agua en el suelo. Por el contrario, si la presión de trabajo es mayor a la indicada por el fabricante, la gota se hace muy pequeña, perdiendo el radio óptimo de mojadura (Ver Figuras 10 y 11).

Cuando el aspersor trabaja a la presión de diseño, se produce un patrón de humedecimiento normal y una buena uniformidad de aplicación, si se ha dispuesto una adecuada separación entre aspersores.

Disposición de los aspersores : Los laterales y aspersores se ubican en el potrero de acuerdo a parámetros de diseño y a factores como viento, tamaño y forma del potrero.

En general existen 3 tipos de ordenamiento de los aspersores en el potrero, pudiendo ser en cuadrado, rectangular y triangular (Ver Figura 12). La ubicación que tengan en el potrero, laterales y aspersores, debe permitir un adecuado traslape, con el objetivo de lograr un mojamiento parejo del suelo. En caso contrario, en algunos sectores la humedad en el suelo será excesiva, y en otros estará más seco.

Se sugieren los siguientes espaciamientos entre aspersores en función del radio de mojadura:

- Disposición en triángulo: $1,4 \times$ radio de mojadura.
- Disposición en cuadrado : $1,7 \times$ radio de mojadura.

Para condiciones óptimas de funcionamiento, el Servicio de Conservación de suelos de los Estados Unidos recomienda usar un 50% del diámetro mojado como espaciamiento entre aspersores, y el 60% del diámetro entre laterales (disposición en rectángulo).

Velocidad del Viento: El viento es uno de los factores más condicionantes del riego por aspersión. Las gotas de lluvia que simula el método son arrastradas fácilmente por éste, lo que impide un mojamiento parejo (Ver Figura 13). En estos casos, se recomienda regar en horas de menor o ausencia total del viento, incluyendo el riego nocturno, para lo cual se deben dejar instaladas las tuberías laterales durante las horas de luz.

El efecto del viento se compensa disminuyendo la separación entre aspersores, pero implica un mayor número de ellos en el sistema.

Velocidad de aplicación: La velocidad con la cual los aspersores distribuyen el agua, debe estar de acuerdo con el tipo de suelo que se está regando. Es así que en suelos arcillosos la velocidad de aplicación debe ser menor que en suelos arenosos, de modo de no producir pérdidas por escurrimiento superficial del agua.

Otro de los factores que determina la velocidad de aplicación de los aspersores es el estado de desarrollo del cultivo, por lo que se debe reducir, cuando el cultivo se encuentra con flores o frutos recién cuajados, de modo que el impacto de la gota no los dañe.

Posturas del equipo de riego: El operar adecuadamente el riego por aspersión asegura una alta eficiencia del método (sobre el 80%), lo que justifica los altos costos de inversión.

Primero debemos conocer la frecuencia de riego, o sea, cada cuántos días se debe regar, en función de los requerimientos de agua del cultivo y de la cantidad de agua que retiene el suelo. Al conocer la frecuencia de riego, se podrán programar las distintas posturas o cambios del equipo y distribuir la superficie a regar por día.

Tamaño del equipo : El diseño del equipo por aspersión para alguna situación en particular, debe ser el adecuado de modo que cumpla con las exigencias del cultivo en la época de mayor demanda de agua.

Es así como, si la red hidráulica queda subdimensionada, la plantación se desarrollará en buena forma durante su primera etapa; sin embargo, al llegar a su etapa de madurez y por ende a la de máximo consumo de agua, un sistema subdimensionado no será capaz de cubrir sus necesidades. Una situación de esta naturaleza es irreversible y puede significar el fracaso de la producción. Por otro lado, sistemas hidráulicos sobredimensionados tienen un alto costo inicial y un alto costo de energía de operación.

8. PROCEDIMIENTO GENERAL DE DISEÑO

Las principales etapas para el cálculo y diseño de un equipo de riego por aspersión son:

- a) Inventario de recursos de suelo, topografía, abastecimiento de agua, fuente de energía, cultivos, programa de administración.
- b) Cálculo de la cantidad de agua a reponer a cada riego.
- c) Cálculo de la frecuencia de riego mensual.
- d) Cálculo de la capacidad del sistema.
- e) Determinación de la velocidad de aplicación.
- f) Determinación del espaciamiento entre aspersores.
- g) Selección del tipo de aspersor por catálogos.
- h) Determinación del número de aspersores de trabajo simultáneo.
- i) Diseño de la distribución de tuberías principales y laterales.
- j) Cálculo de pérdidas de carga y diámetro de tuberías.
- k) Selección de unidad motobomba.

9. RECOMENDACIONES PRACTICAS

La vida útil de los equipos de riego por aspersión varía entre 10 - 20 años. Además, los costos de inversión son muy altos. Si se opera y mantiene adecuadamente, aseguramos una mayor vida útil del equipo y protegemos la alta inversión inicial.

A continuación se entregan algunas recomendaciones prácticas de la inversión, operación y mantención del equipo de riego por aspersión.

Al comprar ...

- Asegúrese que la capacidad de los aspersores y tuberías se encuentre de acuerdo con la capacidad de la bomba.
- Estudie la fuente de energía (motor) más adecuado para su bomba y su presupuesto.
- Consulte a varios fabricantes sobre el equipo más adecuado para su situación.
- Recuerde que un adecuado diseño del equipo permite una eficiente operación.

Al operar ...

- El operador debe ser una persona idónea (acuérdesese del capital invertido).
- Revise aspersores, tuberías, conexiones y unidad de bombeo antes de hacer partir el equipo.
- Estudie el número de posturas que debe hacer en el potrero.
- No riegue con vientos fuertes.
- Durante el riego revise las boquillas y chupador (que no se produzcan taponamientos).
- Cerciórese que la bomba no aspire aire.
- Haga con cuidado el traslado del equipo.
- Revise el motor de su equipo (funcionamiento, cambio de aceite, etc.)

Fin de Temporada ...

- Limpie las tuberías para evitar acumulaciones de sarro que oxidan las tuberías metálicas.
- Limpie los aspersores antes de guardarlos (introducir aire a presión para eliminar residuos por las boquillas).
- Revise la bomba en algún taller mecánico especializado.
- Guarde su equipo (bomba, tuberías, aspersores) en un lugar seguro, seco y bajo techo.

REVISION BIBLIOGRAFICA

- CIREN CORFO. Manual de estándares técnicos y económicos de obras menores de riego. Stgo., Chile. pp. 197-246.
- GETSCHE, ROBERTO. Selección de equipos de bombeo. Apuntes fotocopiados no editados. Temuco, Chile. 6p.
- HOLZAPFEL H., EDUARDO. 1986. Métodos de riego. Boletín de Extensión N° 11. Departamento de Ingeniería Agrícola, Universidad de Concepción. Chillán, Chile. 140 p.
- JEREZ B., JORGE. 1992. Riego por aspersión. En: Curso de riego para agentes de extensión. Serie Carillanca N° 27. Estación Experimental Carillanca (INIA). Temuco, Chile. pp. 121-131.
- MALDONADO I., ISAAC. 1989. Riego por aspersión. En: Curso de riego. Serie Carillanca N° 8. Estación Experimental Carillanca (INIA). Temuco, Chile. pp. 143-155.
- MALDONADO I., ISAAC. 1990. Selección de métodos de riego. Apuntes fotocopiados no editados. Estación Experimental Quilamapu (INIA). Chillán, Chile. 22 p.
- SANDOVAL H., JORGE; JEREZ B., J. 1992. Investiogación y divulgación en riego. Serie Carillanca N° 25. Estación Experimental Carillanca (INIA). Temuco, Chile.
- TOSSO T., JUAN. 1988. Riego por aspersión. En: Riego, elementos fundamentales para su mejor uso. VINILIT. Stgo., Chile. pp. 90-94.
- TOSSO T., JUAN. 1989. Riego presurizado. En: Seminario Internacional de riego. Serie Quilamapu N° 15. Estación Experimental Quilamapu (INIA). Chillán, Chile. pp. 66-77

- VARAS B., EDMUNDO. 1991. Manual de riego. Boletín Técnico N° 28. Estación Experimental Quilamapu (INIA). Chillán, Chile. 78 p.
- VARAS B., EDMUNDO. 1991. Tecnologías de riego. Boletín Técnico N° 168. Estación Experimental Quilamapu (INIA). Chillán, Chile. 109 p.
- VARAS B., EDMUNDO; SANDOVAL H., J. 1989. Riego por aspersión. Serie Carillanca N° 4. Estación Experimental Carillanca (INIA). Temuco, Chile.
- WATTS, DARREL; HOLZAPFEL H., E. 1990. Riego por aspersión sistema fijo y de pivote central. Boletín de Extensión N° 45. Departamento de Ingeniería Agrícola, Universidad de Concepción. Chillán, Chile. 42 p.

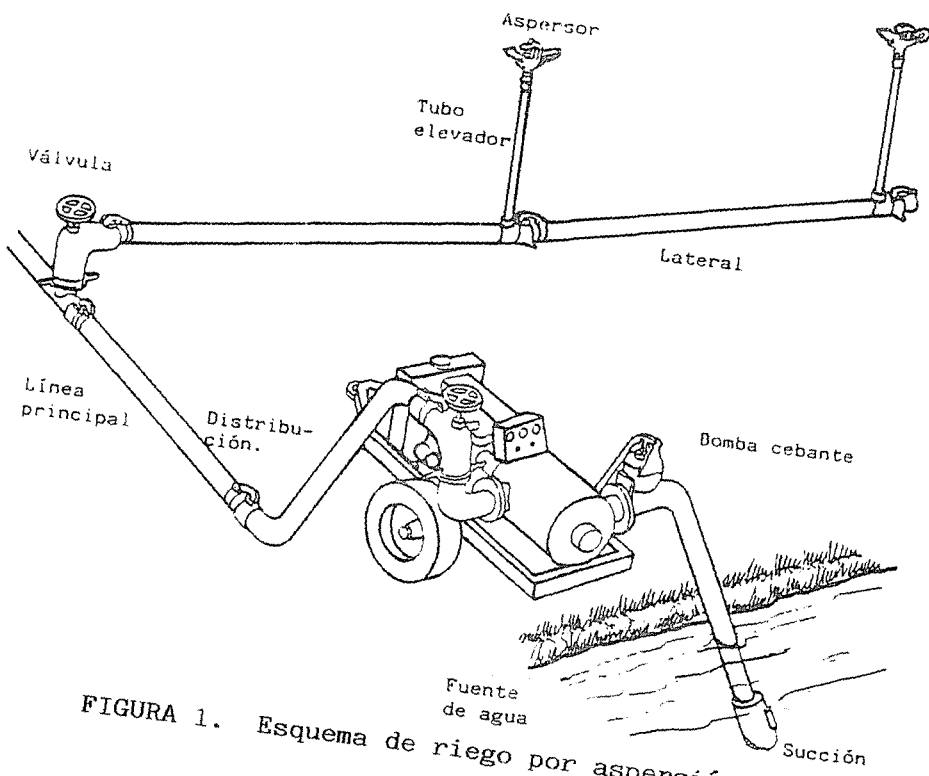


FIGURA 1. Esquema de riego por aspersión.

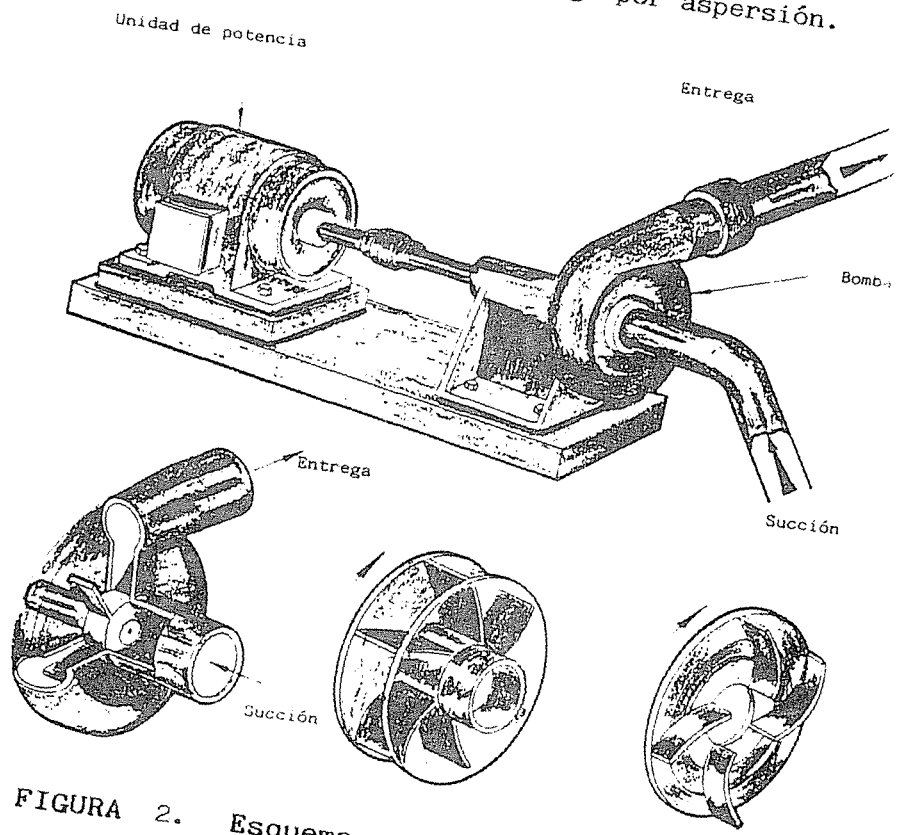


FIGURA 2. Esquema general de una motobomba

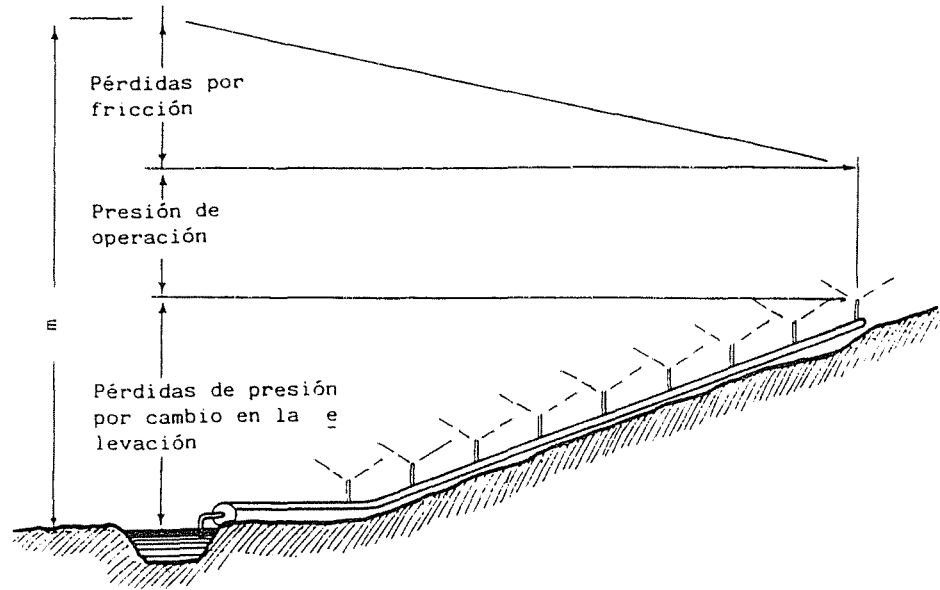


FIGURA 3. Requerimientos de presión de bombeo.

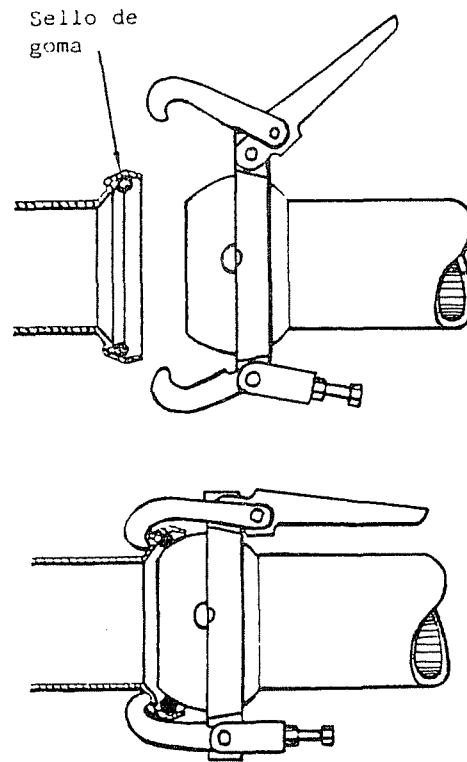


FIGURA 4. Sistema de acople rápido para unión de tuberías.

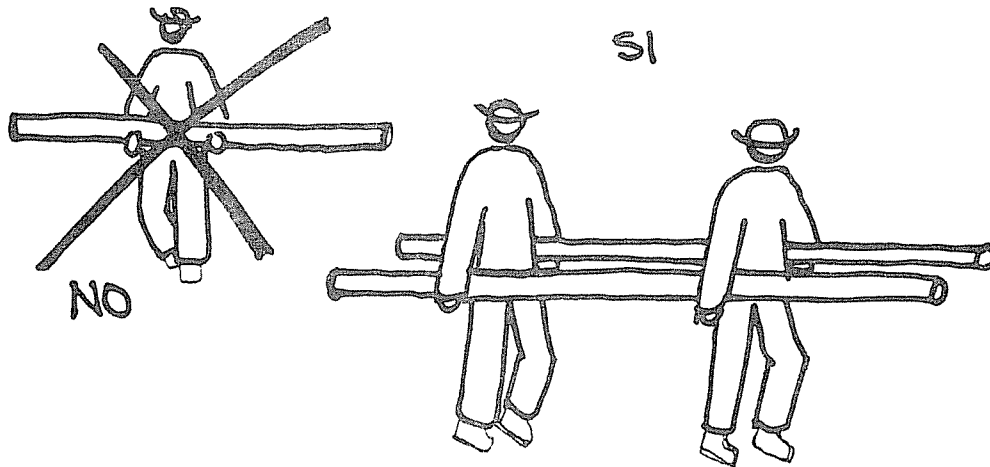


FIGURA 5. Transporte adecuado de tuberías.

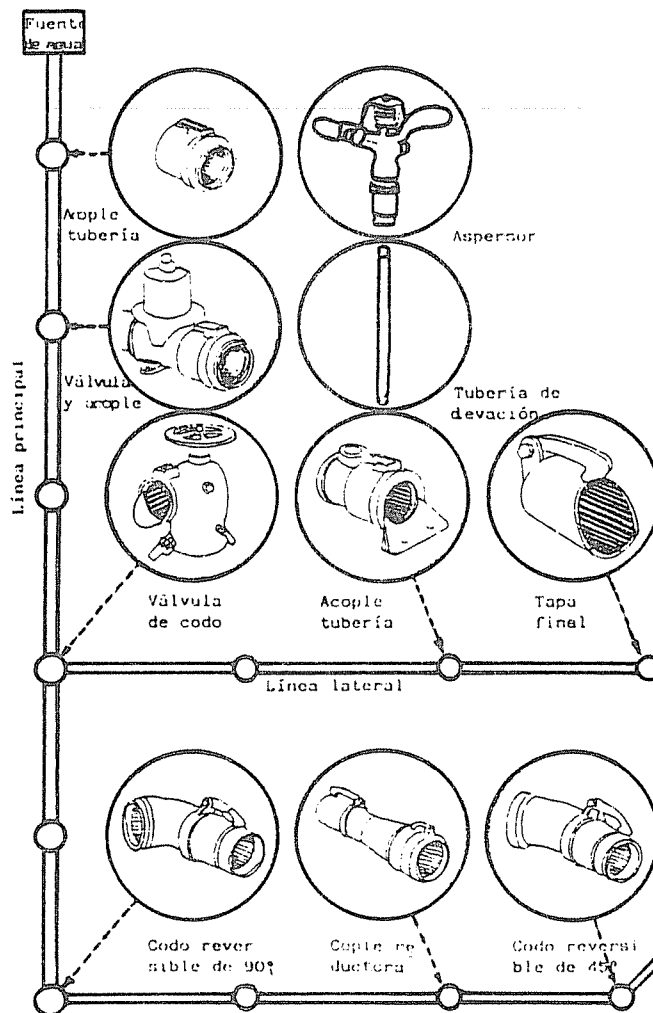


FIGURA 6. Tuberías y otros componentes usados en un sistema móvil.

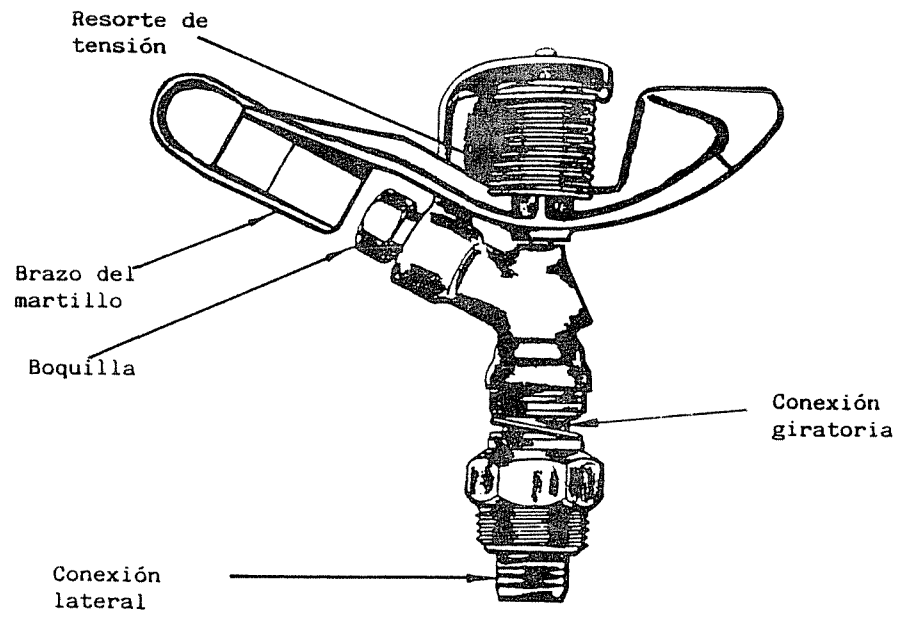


FIGURA 7. Partes componentes de un aspersor.

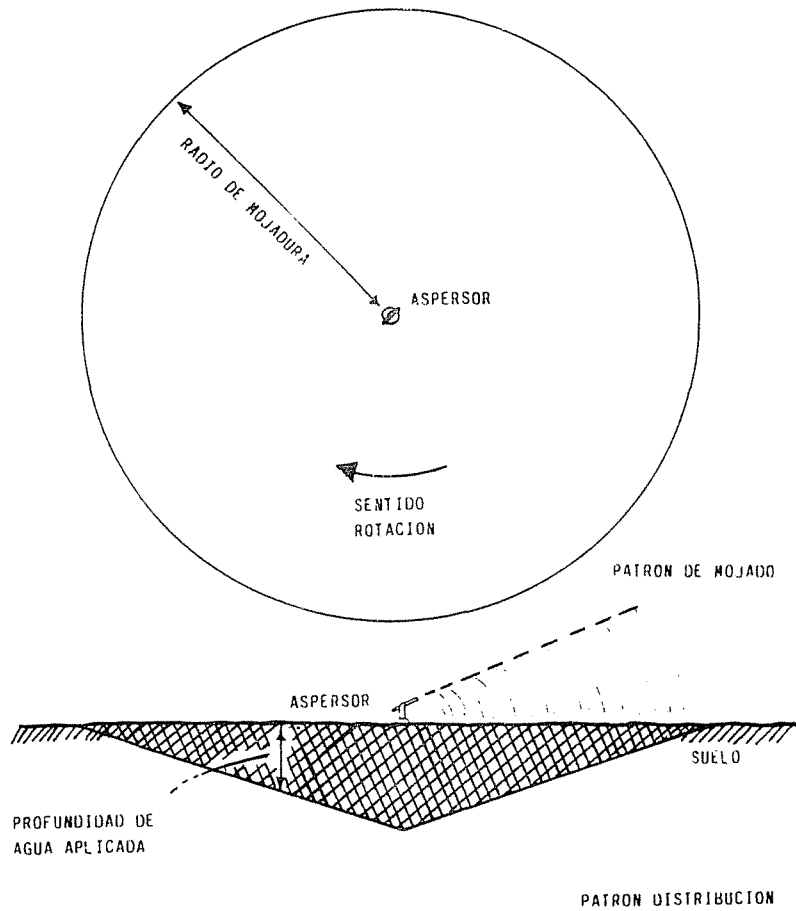


FIGURA 8. Esquema del área mojada por el aspersor.

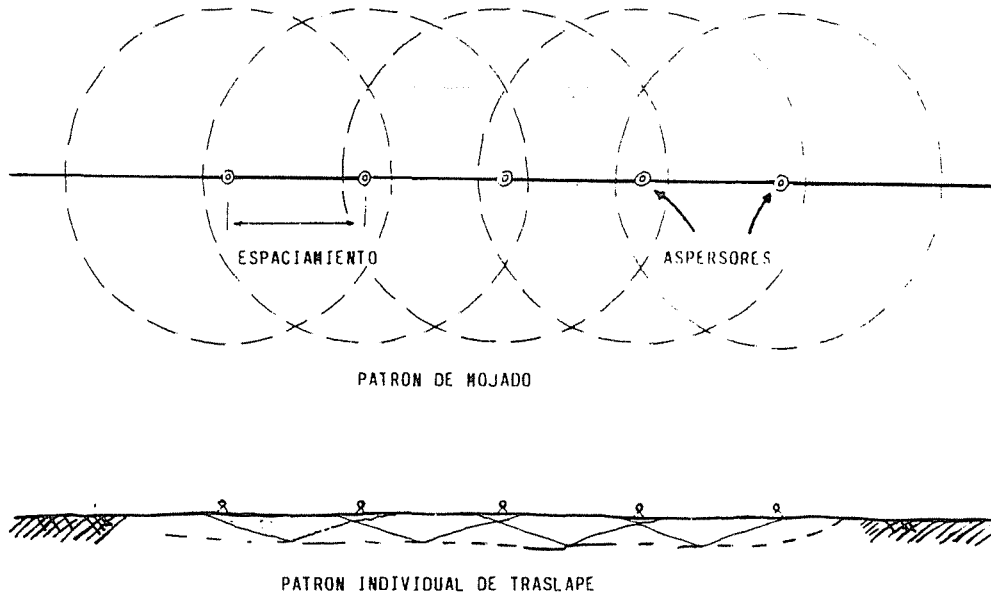


FIGURA 9. Traslapo entre aspersores y humedecimiento del perfil del suelo.

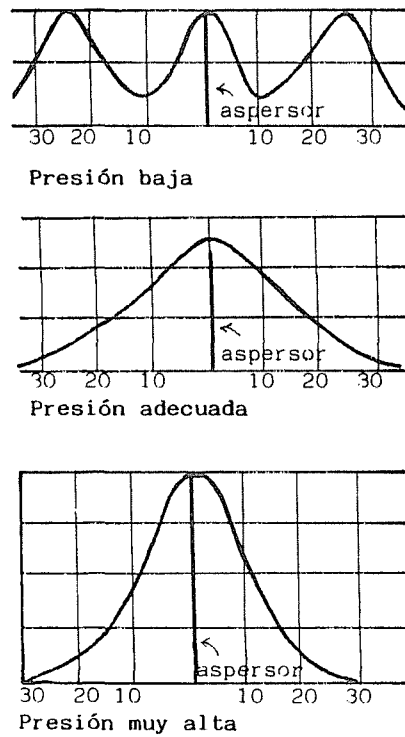


FIGURA 10. distribución del agua en función de la presión de trabajo de los aspersores.

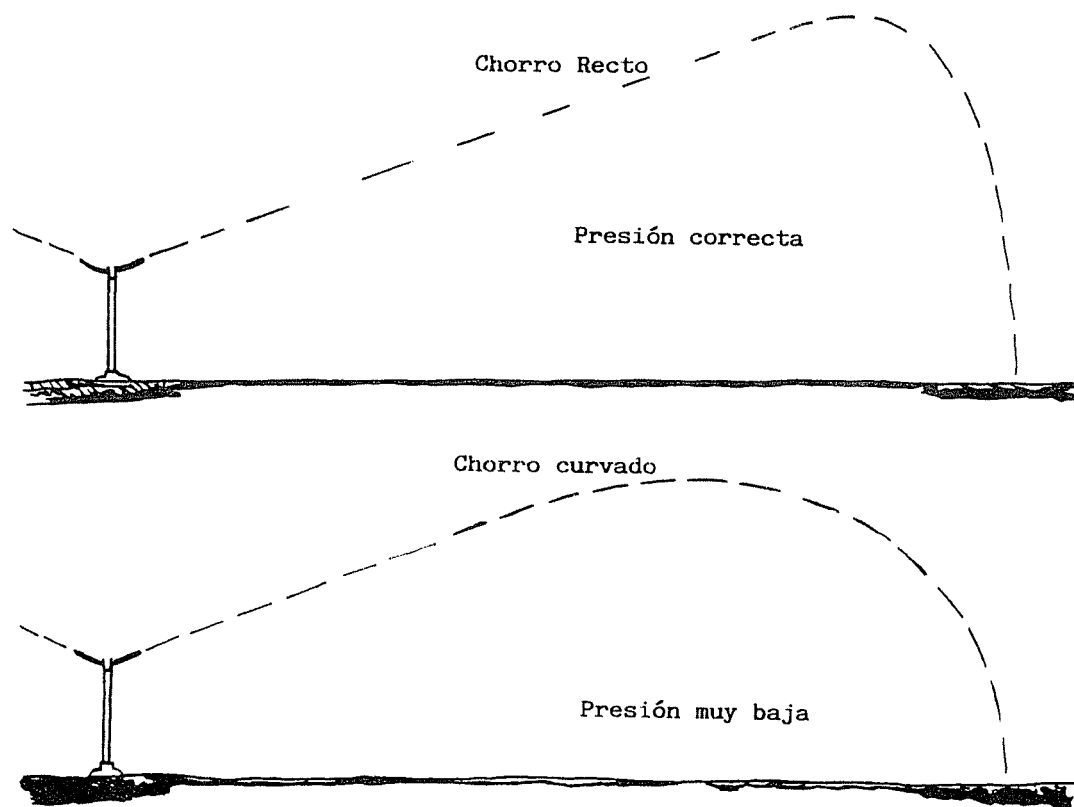
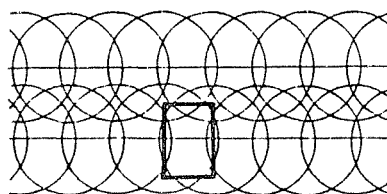
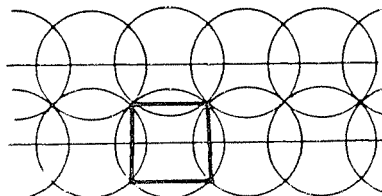


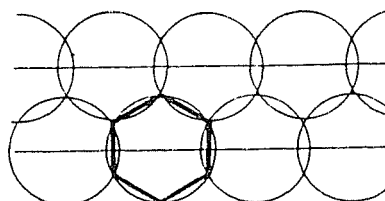
FIGURA 11. Utilización de la linealidad del chorro, como indicador de la presión de trabajo de los aspersores.



Rectangular



Cuadrado



Triangular

FIGURA 12. Tipos de ordenamiento de aspersores.

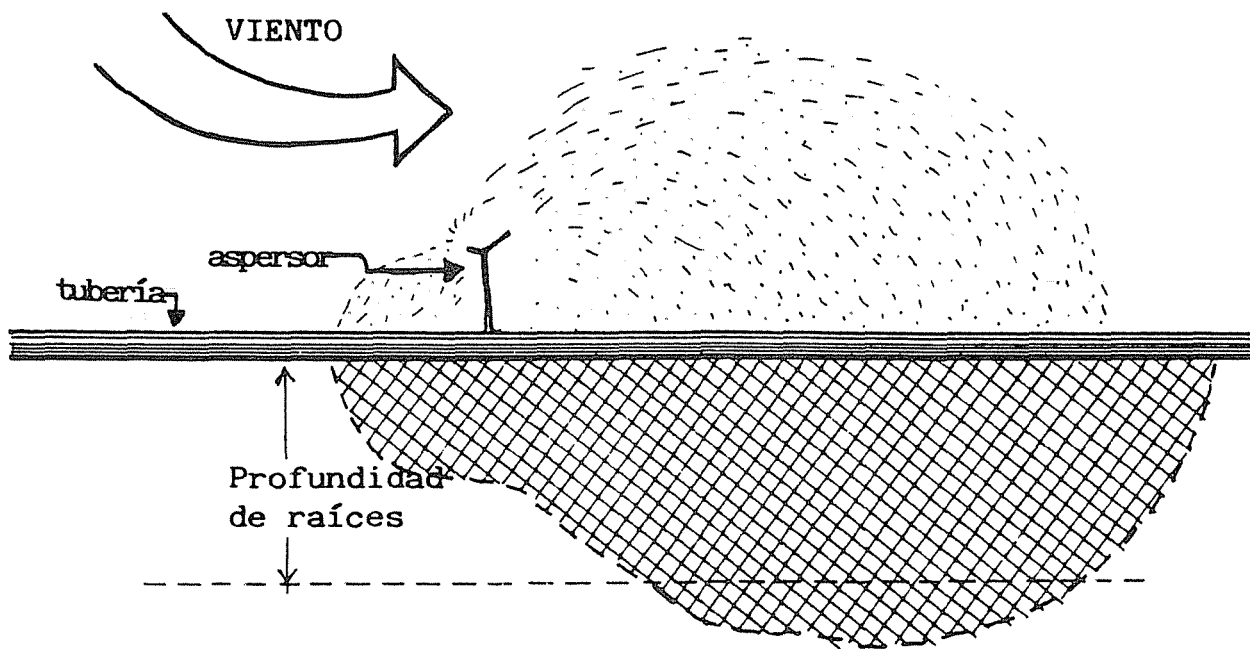


FIGURA 13. Efecto del viento en la alteración del patrón de humedecimiento del perfil del suelo.