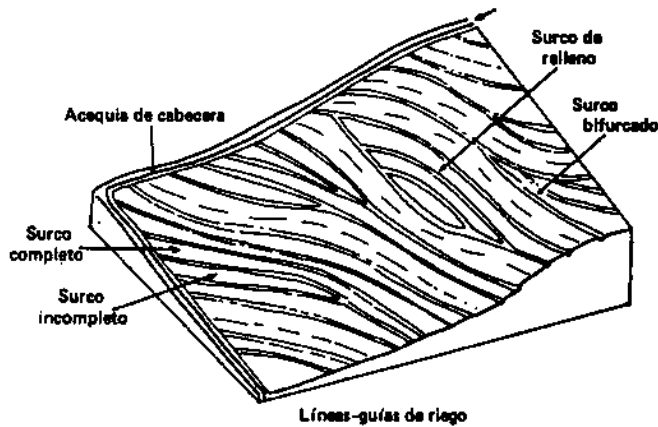


MÉTODOS DE RIEGO



PROYECTO
PROMM
CARTILLA
DIVULGATIVA



MINISTERIO DE AGRICULTURA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
OFICINA DE ESTUDIOS Y POLÍTICAS AGRARIAS



ODEPA

INIA
LA PLATINA

RIEGO POR SURCOS

El riego por surcos se adapta a cultivos sembrados en hileras como hortalizas, chacras, maíz y frutales en general. El agua corre por el potrero desde los sectores más altos a los más bajos, por pequeños canales o surcos que se trazan entre las hileras de siembra o plantación.

La eficiencia promedio del método de riego por surcos alcanza al 50%, es decir de 100 litros que se aplican sólo 50 litros quedan disponibles para las plantas. Para usar este método con eficiencia alta se requiere tener el suelo nivelado, de lo contrario se reventarán los surcos o bien se apozará el agua en los sectores bajos. Además de la nivelación, para lograr una buena eficiencia se deben utilizar sistemas de distribución adecuados y determinar los siguientes factores:

Largo máxima de surcos

El largo de los surcos va a depender del tipo de suelo, de la pendiente del

potrero y de la cantidad de agua a aplicar:

- en los suelos arcillosos los surcos pueden ser más largos que en los suelos arenosos.
- en los potreros más parejos los surcos pueden ser más largos que en los potreros con más desnivel.
- si la cantidad de agua a aplicar es alta los surcos pueden ser más largos.

En el Cuadro 1, se presentan largos máximos de surcos de acuerdo a la pendiente del terreno, la textura del suelo y la altura de agua que se aplica.

Separación entre surcos

La distancia entre los surcos depende del tipo de suelo; en suelos arcillosos el agua se mueve más en sentido lateral que en profundidad, por lo que la distancia entre surcos puede ser mayor que en los suelos arenosos (Figura 1).

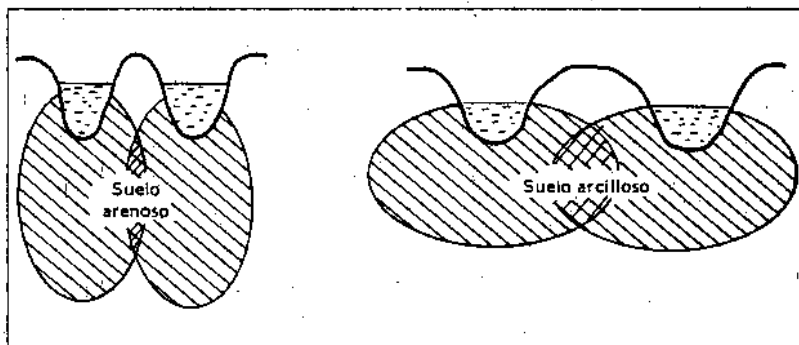


Figura 1. Perfil de humedecimiento de dos suelos.

PROYECTO
PROMM
CARTILLA
DIVULGATIVA



MINISTERIO DE AGRICULTURA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
OFICINA DE ESTUDIOS Y POLÍTICAS AGRARIAS



ODEPA

INIA
LA PLATINA

CUADRO 1. Longitud máxima de los surcos de acuerdo a la textura del suelo, la pendiente del terreno y la altura de agua a aplicar.

Pendiente (%)	Longitud máxima de los surcos (m)								
	Arenoso			Medio			Arcilloso		
	Altura de agua a aplicar (mm)								
	50	100	150	50	100	150	50	100	150
0,25	150	220	265	250	350	440	320	460	535
0,50	105	145	180	170	245	300	225	340	380
0,75	80	115	145	140	190	235	175	250	305
1,00	70	100	120	115	165	200	150	230	260
1,50	60	80	100	95	130	160	120	175	215
2,00	50	70	85	80	110	140	105	145	185
3,00	40	55	65	65	90	110	80	120	145
5,00	30	40	50	50	70	85	65	90	105

Para determinar la distancia entre los surcos se debe considerar además del suelo, las recomendaciones de distancia de siembra del cultivo y la posibilidad de ajustar la máquina sembradora a la distancia que se necesita. Para verificar si la distancia es la correcta conviene realizar una prueba antes de la siembra; se hacen dos surcos a la distancia determinada y se riega, luego se hace un hoyo entre los dos surcos y se verá si se alcanzó a mojar bien hasta la profundidad radicular. Si no se ha logrado un buen traslape de la humedad los surcos deben juntarse.

En el Cuadro 2 se presentan distancias entre surcos adecuadas a distintas profundidades radicales y texturas del suelo.

Cantidades de agua a aplicar

En el riego por surcos se debe controlar bien el agua que se aplica para no provocar erosión al suelo y lograr altas eficiencias, por lo que se recomienda usar sifones, cajas de distribución, mangas plásticas, o los sistemas californiano móvil o fijo.

Al iniciar el riego se debe aplicar la máxima cantidad de agua que puede llevar el surco sin causar erosión o arrastre de terrones o partículas en el fondo (caudal máximo no erosivo); una vez que el agua llega al final del surco se debe reducir el caudal a la mitad o a un tercio; con lo que disminuyen las pérdidas por escurrimiento. Este caudal

CUADRO 2. Distancia entre surcos adecuada a diferentes profundidades radicales y texturas de suelo

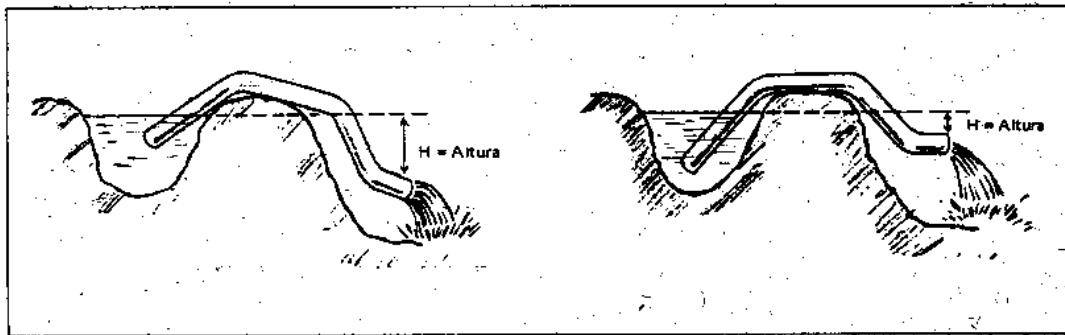
Profundidad radicular (cm)	Distancia entre surcos (cm)		
	Arenoso	Medio	Arcilloso
30	15	45	75
60	30	90	150
90	45	135	225
120	60	180	300
150	76	225	375
180	90	270	450

reducido se mantiene hasta completar el tiempo necesario para regar hasta la zona de raíces del cultivo.

Para reducir el caudal existen varias alternativas:

- si usa un sifón por surco, hundir la entrada del sifón hacia el fondo del canal de manera que se levante la salida (Figura 2).

- si usa dos sifones por surco, dejar sólo uno.
- si tiene una compuerta en el canal, baje el nivel del agua sin mover los sifones.
- si usa cajas de distribución o sistema californiano, cierre parcialmente las compuertas o válvulas.



A. Al inicio del riego emplear el caudal máximo que no erosione el surco.

B. Cuando el agua llega al final del surco, reducir el caudal a la mitad levantando la salida del sifón.

Figura 2. Regulación del caudal usando sifones.

En el Cuadro 3 se presentan caudales máximos no erosivos de acuerdo a la pendiente del terreno.

Tiempo de riego

El tiempo de riego dependerá del tipo de suelo, de la profundidad de las raíces y del contenido de humedad del suelo al momento del riego.

Aunque es conveniente determinar este parámetro en terreno a modo de referencia, en el Cuadro 4 se indican, tiempos de riego para mojar un metro de suelo de distintas texturas.

Los surcos se pueden trazar rectos en suelos con desniveles inferiores a 2 m en 100 metros (2%). El trazado se puede modificar de acuerdo a las características de los suelos. Variaciones del riego por surcos se presentan en la Figura 3.

CUADRO 3. Caudal máximo no erosivo según la pendiente del terreno

Pendiente (%)	Caudal máximo no erosivo (l/seg)
0,25	2,50
0,50	1,25
0,75	0,83
1,00	0,63
1,50	0,41
2,00	0,23
3,00	0,21
5,00	0,12

CUADRO 4. Tiempo de riego para mojar un metro de suelo de acuerdo a la textura

Textura del suelo	Tiempo de riego para mojar 1 m de suelo (horas)
Arcilloso	15-25
Arcilloso-arenoso	10-15
Franco-arcilloso-arenoso	5-10
Franco-arenoso	1-5

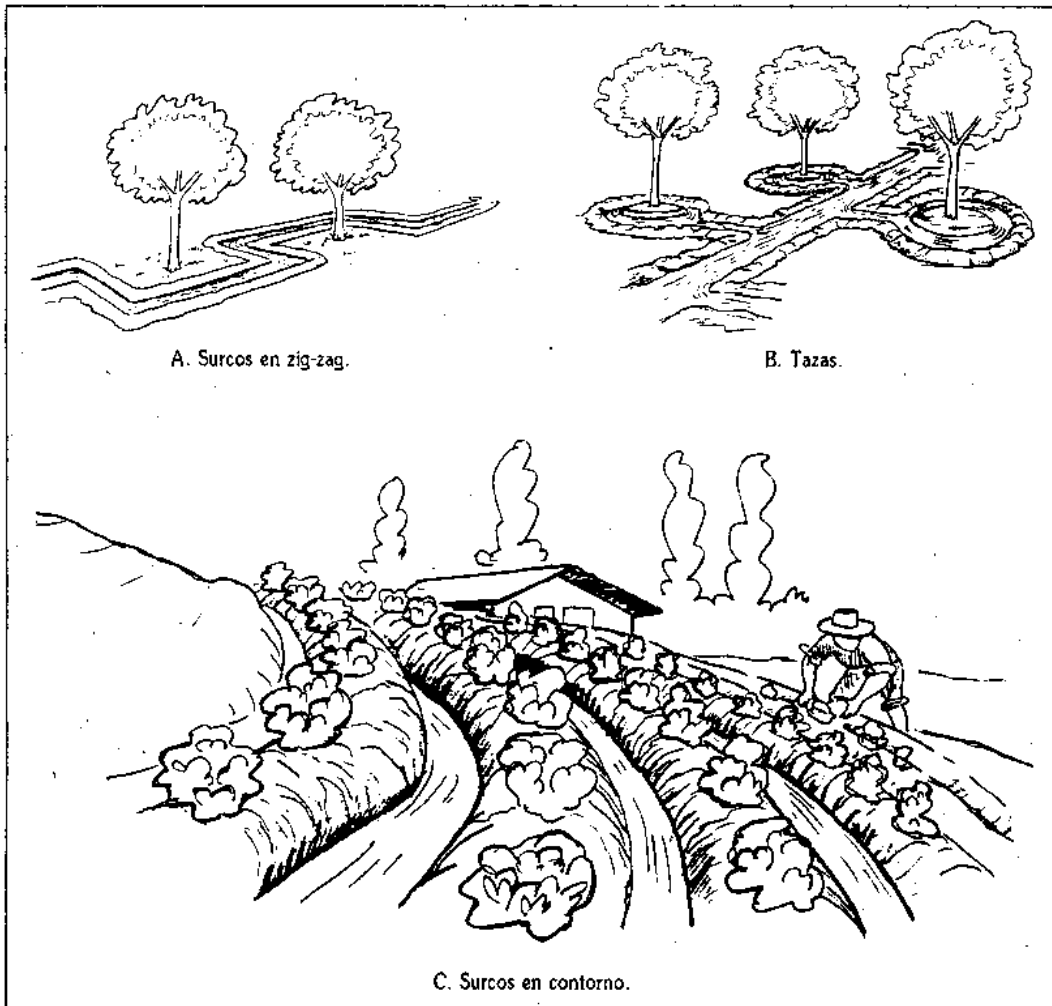



Figura 3. Diferentes formas de surco.

- Surcos en zig-zag: se emplean en cultivos permanentes, especialmente en suelos arcillosos, donde la penetración del agua en el suelo es muy lenta; de esta manera se permite un mayor tiempo de contacto del agua con el suelo.
- Surcos en contorno: cuando el suelo tiene demasiada pendiente, un desnivel sobre 2 m en 100 metros (mayor de 2%) y no es posible nivelarlo, se trazan los surcos siguiendo las curvas de nivel del terreno.
- En frutales: se pueden hacer tazas alrededor de cada árbol, llevando el agua de una taza a otra por surcos, de esta manera se puede aplicar la cantidad de agua necesaria sin mojar el tronco del árbol. 

EQUIPOS DE FILTRADO

El problema más grave y frecuente en las instalaciones de riego localizado y en particular las de goteo, es el de las obturaciones. Por ello, es importante estar seguro que el equipo tiene los filtros adecuados en cuanto a tipo y tamaño. El tipo o tipos de filtros necesarios en una instalación de riego localizado dependerá de la naturaleza y tamaño de las partículas contaminantes. En la tabla 1 se indican los tipos de filtros apropiados para el tamaño y tipos de partículas contaminantes.

TABLA 1. Selección de filtros según el tamaño y tipo de contaminante

Hidroción contaminante	Filtro de separador	Filtro de grava	Malla
Arena	X	-	X
Limo y arcilla	-	X	X
Orgánicos	-	X	X

Prefiltros sedimentadores

Bajo condiciones de agua contaminada por sólidos, existe la alternativa de instalar estructuras de decantación, antes que el agua entre al cabezal de control. Como recomendación general, para tratar 200 m³/ha de agua contaminada con partículas de tamaño medio, puede utilizarse un estanque de 15 metros de largo por 3 metros de ancho y 1,25 metros de profundidad, con pendiente prácticamente o en superficie que permitiría un recorrido del agua en 15 minutos de duración, tiempo suficiente para la decantación en la mayoría de los casos.

Separadores de arena

Son aparatos que pueden hacer las funciones de prefiltros, aunque normalmente van incorporados al cabezal, se utilizan como sustitutos de filtro de grava, cuando el agua está contaminada fundamentalmente por arena. Se recomienda incluirlos en el cabezal cuando la fuente de agua proviene de pozos, ya que esas aguas generalmente arrastran considerable cantidad de arena.

Filtros de grava

Consisten en tanques metálicos o de políester (los segundos más caros), en cuyo interior se coloca una gruesa capa de arena a través de la cual pasa el agua a filtrar.

A continuación se entrega una tabla donde aparece la relación entre caudal y la superficie del filtro y de malla.

TABLA 2.

Superficie filtrante (m ²)	Malla fina acero inoxidable caudal m ³ /h	Malla fina plástica caudal m ³ /h.
0.1	25	10
0.2	50	20
0.3	75	30
0.4	100	40
0.5	125	50
0.6	150	60
0.7	175	70
0.8	200	80
0.9	225	90
1.0	250	100
1.1	275	110
1.2	300	120
1.3	325	130
1.4	350	140
1.5	375	150

PROYECTO
PROMM

CARTILLA
DIVULGATIVA



MINISTERIO DE AGRICULTURA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
OFICINA DE ESTUDIOS Y POLÍTICAS AGRARIAS



ODEPA

INIA
LA PLATINA

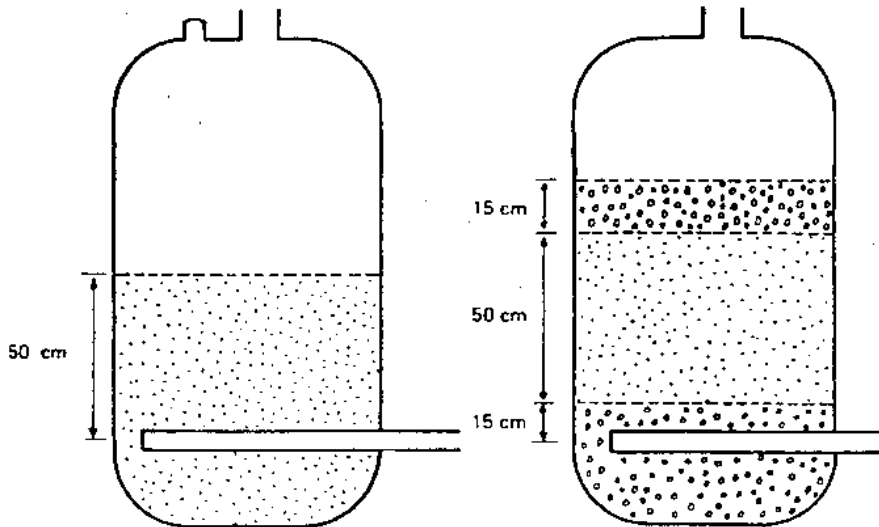


FIGURA 1. Disposición de la arena en los filtros de grava.

Filtros de mallas

Normalmente se sitúan en el cabezal, inmediatamente después del tanque fertilizante. A diferencia de los filtros de grava que trabajan por superficie y profundidad, los filtros de mallas sólo lo hacen por superficie, por lo que pueden retener menos cantidad de partículas sólidas.

El caudal a tratar 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 se admite, normalmente, un caudal máximo de $250 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$ (Tabla 2) de superficie filtrante de acero inoxidable y $100 \text{ m}^3/\text{h}$ para una malla de nylon para un mismo diámetro de orificio.

En un filtro de malla limpio, las pérdidas de cargas varían de 1 a 3 m y se debe limpiar cuando ésta aumenta en 3,5 m, lo que significaría una presión en la entrada del filtro de 4,5 a 6,5 metros.

Lista de materiales y costo de construcción de un filtro artesanal de malla.

Superficie filtrante:

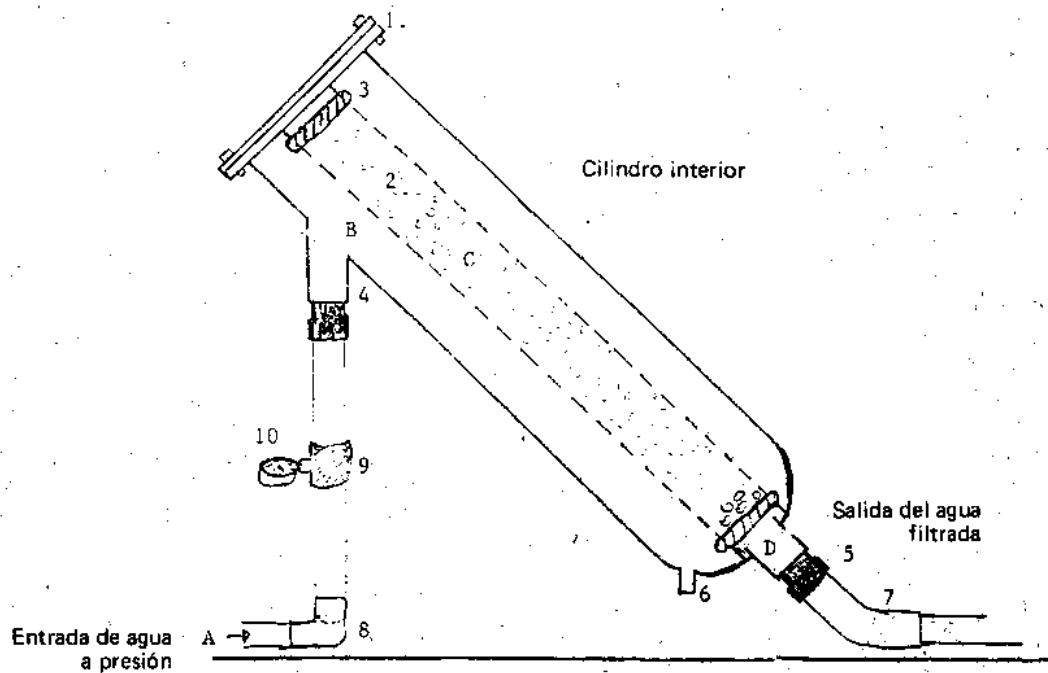
1 Botella de extintor de 10 kg	\$ 3.000
2 Coplas de 1,5 pulgadas galvanizadas	\$ 3.000
1 Copla y tapón de 1/2" (despiche)	\$ 800
2 Gomas de asentamiento tubo interior	\$ 700
1 Tubo PVC clases 6 a 10 (40 cm)	\$ -
50 cm malla fina de 160 a 200 mesh	\$ 2.000
1 Collarin de 50 mm	\$ 900
1 Manómetro	\$ 3.000
Mano de obra	\$ 25.000

TOTAL APROXIMADO \$ 38.000

Esquemas:

PARTES DEL FILTRO:

1. Flanche tapa apernado con goma de ajuste.
2. Cilindro interior perforado y recubierto con malla fina.
3. Gomas de ajuste de cilindro interior.
4. Coplas galvanizadas unidas al cilindro principal.
5. Terminales HE según medida.
6. Despiche de 1/2" para eliminación de residuos.
7. Curva PVC según medida.
8. Codó PVC según medida.
9. Collarin / Copla.
10. Manómetro.



MÉTODOS DE RIEGO: RIEGO POR BORDES

El método de riego por bordes es un mejoramiento del riego por tendido y consiste en aplicar el agua por una platabanda ancha, delimitada por camellones o pretiles (Figura 1). Se adapta bien para el riego de cultivos tupidos como son las praderas. En algunas situaciones también se puede emplear en frutales y viñas, ubicando las plantas sobre los camellones.

El riego por bordes requiere de una buena nivelación de suelos, tanto en el sentido del riego para que el agua escurra sin problemas, como en sentido transversal. De este modo el agua se distribuye uniformemente a todo el ancho de la platabanda. La nivelación debe ser cuidadosa de modo que entre un lado y otro de la platabanda quede como máximo una diferencia de nivel de 4 cm (Figura 2). Por otra parte entre una platabanda y otra no debe existir un desnivel de más de 10 cm (Figura 2).

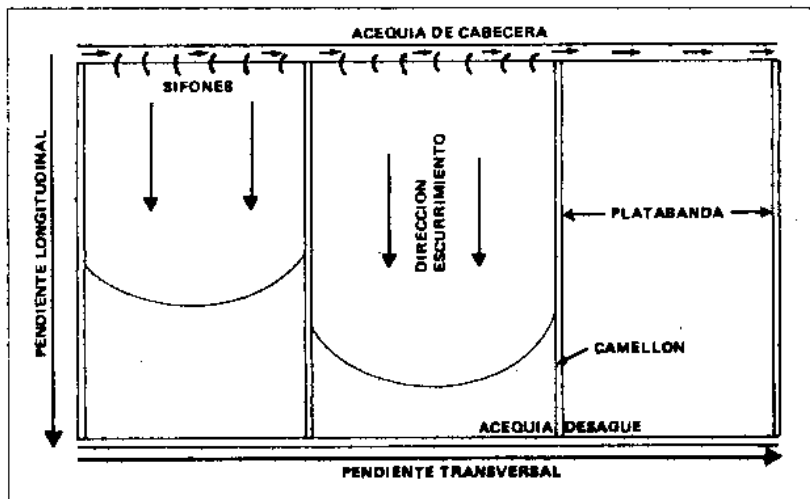


Figura 1. Esquema de riego por bordes.

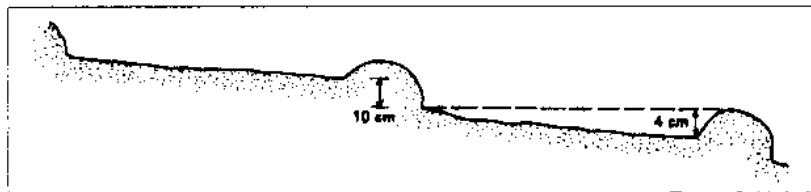


Figura 2. Diferencias de nivel en la platabanda entre un lado y otro de la platabanda y entre platabandas.

PROYECTO
PROMM
CARTILLA
DIVULGATIVA



MINISTERIO DE AGRICULTURA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
OFICINA DE ESTUDIOS Y POLÍTICAS AGRARIAS



ODEPA

INIA
LA PLATINA

Cantidad de Agua

La cantidad de agua que se aplique debe permitir que sobre la platabanda se forme una lámina de agua de una altura de entre 5 a 8 cm, lo que se logra con caudales relativamente grandes. El caudal a aplicar dependerá de la textura del suelo, del ancho de la platabanda, de la pendiente del terreno y de la cubierta vegetal.

En el Cuadro 1 se presentan los caudales por metro de ancho de platabanda que se requieren para la formación de la lámina de agua en distintas condiciones de suelo. Por ejemplo, si se tiene una platabanda de 10 m de ancho en suelo arcilloso, se requiere, según el cuadro 1, un caudal de 20 a 40 l/s (2 a 4 l/s/por metro de platabanda).

Ancho de las platabandas

En el caso de empastadas, el ancho puede variar entre 5 a 20 metros, sin embargo, para definirlo es necesario considerar varios factores:

- El caudal de agua disponible para el riego: como se señaló anteriormente, se requiere la formación de una lámina de agua sobre el pretil, para lo que se necesita un determinado caudal por metro de ancho de platabanda (Cuadro 1). Por ejemplo, si se cuenta con un caudal para riego el riego con 30 l/s, y se necesitan entre 2 a 4 l/s por metro de ancho de platabanda, el ancho máximo de estas será de entre 8 a 15 m.
- Pendiente transversal del terreno: Dado que la diferencia de nivel que debe existir entre un lado y otro de las platabandas no debe superar los 4 cm, la pendiente transversal del terreno limita el ancho de éstas. Por ejemplo, si la pendiente transversal del terreno es de 0,5% el ancho máximo debe ser de 8 m.

- Ancho de la maquinaria: el ancho de la platabanda también debe estar de acuerdo con el ancho de la maquinaria agrícola que se emplee. Lo ideal es que sea un múltiplo del ancho de trabajo.

Cuando se trate de frutales o viñas, el ancho de la platabanda queda definido por la distancia de plantación.

CUADRO 1. Caudal por metro de ancho de la platabanda

Textura	Pendiente (%)	Caudal l/seg
Arenoso	0,2 - 0,4	10 - 15
	0,4 - 0,6	8 - 10
	0,6 - 1,0	5 - 8
Arenoso franco	0,2 - 0,4	7 - 10
	0,4 - 0,6	5 - 8
	0,6 - 1,0	3 - 6
Franco Arenoso	0,2 - 0,4	5 - 7
	0,4 - 0,6	4 - 6
	0,6 - 1,0	2 - 4
Franco arcilloso	0,2 - 0,4	3 - 4
	0,4 - 0,6	2 - 3
	0,6 - 1,0	1 - 2
Arcilloso	0,2 - 0,3	2 - 4

Longitud de las platabandas: la longitud de las platabandas depende varios factores, dentro de los más importantes se encuentran de los siguientes:

- Textura del suelo.
- Velocidad de infiltración.
- Profundidad radicular del cultivo.
- Pendiente del terreno en el sentido del riego.
- Caudal disponible.

Su largo debe ser el máximo posible, mientras se logre una buena eficiencia de riego y una aplicación uniforme del agua. En el Cuadro 2 se indican los largos máximos de platabanda para diferentes condiciones de textura de suelo y pendientes en el sentido del riego.

CUADRO 2. Longitud de la platabanda

Textura	Pendiente (%)	Longitud (m)
Arenoso	0,2 - 0,4	60 - 90
	0,4 - 0,6	60 - 90
	0,6 - 1,0	75
Arenoso franco	0,2 - 0,4	75 - 150
	0,4 - 0,6	75 - 150
	0,6 - 1,0	75
Franco Arenoso	0,2 - 0,4	90 - 250
	0,4 - 0,6	90 - 180
	0,6 - 1,0	90
Franco arcilloso	0,2 - 0,4	180 - 300
	0,4 - 0,6	90 - 180
	0,6 - 1,0	90
Arcilloso	0,2 - 0,3	350 o más

Camellones

La función de los camellones es la de mantener el agua en cada platabanda sin que se desborde a la platabanda vecina, de manera que su altura debe ser de unos 15 cm. El ancho del camellón dependerá de la pendiente transversal del terreno. En terrenos con mayor pendiente transversal el ancho debe ser de unos 60 cm (Figura 3). Cuando la pendiente transversal es ligera, su ancho puede ser de 2,4 a 2,5 m (Figura 4).

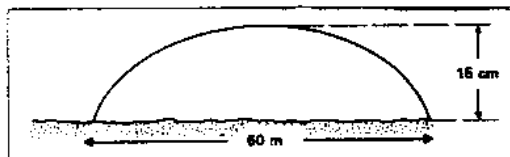


Figura 3. Camellón para pendientes grandes.

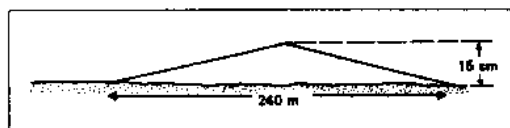


Figura 4. Camellón para pendientes suaves.

Mantenimiento

En el caso de los cultivos, es necesario una buena preparación de suelos, con el objeto de no destruir el trabajo de nivelación. Además, la siembra se debe realizar en sentido transversal de las platabandas de modo que también se siembre sobre los camellones. De esta forma se evita la pérdida de terreno, como ocurre al acequiar para regar por tendido.

En frutales las platabandas se pueden mantener con pastos para evitar la erosión. Las mezclas de pastos que pueden usarse son varias según la especie frutal que se trate.

Ventajas y limitaciones

Dentro de las ventajas del riego por bordes se puede señalar:

- Alta eficiencia de aplicación del agua (50 a 60%).
- Reducción de la mano de obra durante el riego.
- Bajo costo de mantención.

Las principales limitaciones son:

- Se requieren caudales relativamente grandes.
- Requiere de una buena nivelación, por lo que los costos iniciales de inversión pueden ser altos. ❁

FILTROS DE ARENA

Los filtros de arena consisten en tanques metálicos o de poliester (los segundos más caros), en cuyo interior se coloca una gruesa capa de arena a través de la cual pasa el agua a filtrar.

El filtrado se realiza a través de una capa de arena, cuyo espesor no debe ser menor de 50 cm. Se puede colocar toda la arena del mismo tipo o bien colocar una zona central de arena de la granulometría necesaria y encima y debajo de ella capas de arena más gruesa, que deben tener un espesor mínimo de 15 cm. Con este segundo método se realiza un prefiltrado en el interior del tanque, lo que hace que la colmatación de la arena fina sea más lenta y en consecuencia la limpieza debe ser menos frecuente. Sin embargo, al cabo de un tiempo los materiales se mezclan y a partir de este momento el filtrado es más deficiente. Por tal motivo preferimos el sistema de un solo tipo de arena.

El filtro de arena debe colocarse en el cabezal después de la bomba e inyectores de fertilizantes. Después de un filtro de arena es conveniente instalar uno de malla para retener los posibles arrastres de arena procedentes del propio filtro.

Cuando se riega por gravedad a partir de un depósito de poca altura no conviene poner los filtros inmediatamente a la salida del depósito, y esto es válido para los de arena y para los de malla. La razón de esto es que para el correcto funcionamiento de los filtros se

necesita una cierta presión, del orden de 3 m.c.a. cuando están limpios y de unos 6 m.c.a. cuando están sucios. Si el depósito no está a una altura sobre los filtros superior a lo indicado, el funcionamiento será deficiente.

En estos casos es preferible colocar los filtros lejos del depósito, en un punto de la tubería en que haya una diferencia de cota suficiente.

PRINCIPIO DE FILTRACIÓN

El agua entra por la parte superior del filtro, pasando de arriba hacia abajo a través de las capas de arena. Durante este recorrido se está realizando el proceso de filtración, ya que los materiales en suspensión que contiene el agua van quedando retenidos entre las partículas de arena.

El agua en el fondo del filtro entra al elemento filtrante de material de PVC, con ranuras muy finas para evitar que penetre la arena y sale por una salida inferior, ubicada a 0,20 m del fondo, a los sistemas de riego.

LIMPIEZA DEL SISTEMA

El principio de limpieza de los filtros de arena se basa en pasar un flujo de agua en sentido contrario de la circulación del agua hasta la limpieza total: proceso de retrolavado.

El agua entra por la parte inferior y sale por la superior a través de una válvula de drenaje, hacia afuera del tanque,

PROYECTO
FROMM
CARTILLA
DIVULGATIVA



MINISTERIO DE AGRICULTURA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
OFICINA DE ESTUDIOS Y POLÍTICAS AGRARIAS



ODEPA

INIA
LA PLATINA

recogiendo en este movimiento todos los elementos detenidos entre las partículas de arena.

El proceso de limpieza puede ser controlado mediante válvulas hidráulicas en forma automática o manual, o por diferencias de presión en el sistema.

Estos filtros pueden ser adquiridos en el comercio o contruidos en forma artesanal a partir de cilindros de gas de 45 kg.

En el siguiente cuadro se presentan los distintos tamaños de filtros de arena disponibles en el mercado y se entregan algunos antecedentes de cada uno.

FILTROS DE ARENA

Diámetro de filtro (pulgadas)		48"	36"	20"	Cilindro gas 15"
Caudal recomendado por filtro, Q	(LPS)	11-20	4 - 11	0 - 4	0 - 2
	(m ³ /hr)	40-72	14 - 40	0 - 14	0 - 7
	(GPM)	177 - 317	62 - 177	0 - 62	0 - 32
Superficie del filtro; A	(m ²)	1,17	0,66	0,20	0,11
Velocidad del flujo; V	(m/hr)	61,5	60,6	70,0	65,70
Número de filtros en función de distintos caudales; Q	(LPS)				
	2	-	-	1	1
	4	-	-	1	2
	8	-	1	2	4
	10	-	1	3	-
	20	1	2	6	-
	24	2	3	6	-
	32	2	3	7	-
	36	2	3	8	-
40	2	3	9	-	

LPS: litros por segundo.

m³/hr: metros cúbicos por hora.

GPM: galones por minuto.

El cálculo de la superficie filtrante se realiza a través de la siguiente relación: donde:

$$\text{Superficie filtrante} = \frac{\pi D^2}{4} \times N^{\circ} F$$

D : Diámetro filtro.

N° F : Número de filtros.

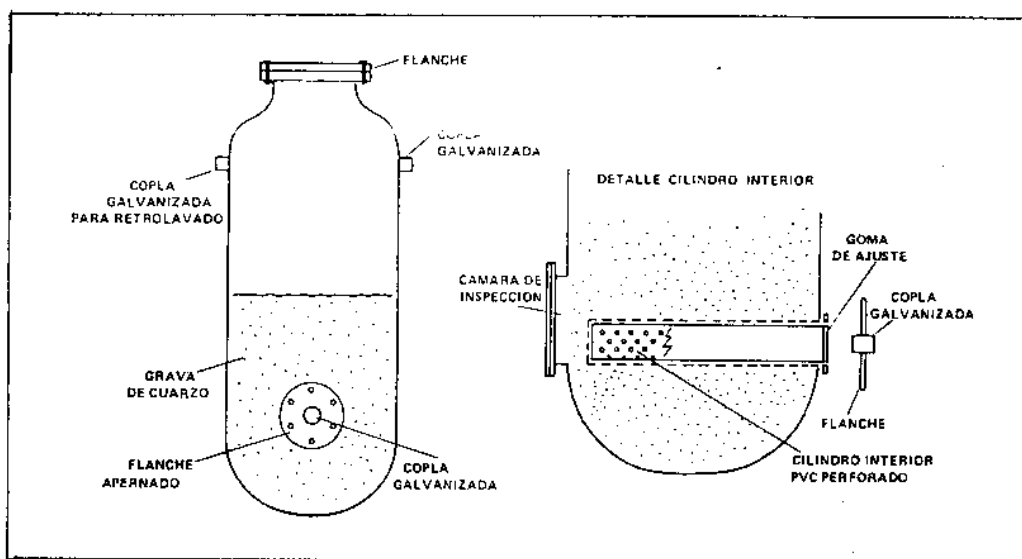
π : 3,14.

A continuación se indican los materiales para la fabricación de un filtro de grava artesanal y los costos:

FILTRO ARTESANAL DE ARENA

2 balones de gas 45 kg	\$ 2.000*
Flanges y coplas Fe	\$ 48.000
Despiche 1/2"	\$ 3.900
Malla metálica 200 msch	\$ 22.500
Grava	\$ 10.800
Tuberías, válvulas y manómetro	\$ 62.000
Mano de obra	\$ 35.000
 Total aproximado	 \$ 184.200

*Precios a diciembre 1994.



En la Figura 1 aparece un esquema del filtro artesanal.

Para mayor información sobre la confección artesanal de estos filtros, dirigirse a la Oficina del INIA en Limache, ubicada en calle Serrano N° 100. ❀

MÉTODOS DE RIEGO: Riego por cintas

El sistema de riego por cintas se le clasifica dentro de los sistemas de riego localizado debido a la característica de entregar el agua de riego en puntos determinados. Se adapta especialmente para hortalizas y tiene un comportamiento muy adecuado en invernaderos y bajo mulch y túnel, por lo cual **es el método de riego que se recomienda usar con este tipo de tecnologías de producción.**

COMPONENTES DEL SISTEMA

El sistema, como cualquier otro de este tipo, consta de tres unidades fundamentales:

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

1. CABEZAL DE RIEGO

El cabezal de riego (Figura 1) está constituido, en primer lugar, por **la bomba o cualquier otra fuente de agua a presión**; por ejemplo, un estanque o captación elevado sobre el nivel del terreno a regar o una red comunitaria de agua presurizada.

En segundo lugar, en el cabezal se encuentra el equipamiento necesario para **medir y controlar el caudal** (válvulas volumétricas y de paso) y la presión de operación (manómetros).

En tercer lugar aparecen los **equipos de filtrado**, elementos imprescindibles que tienen como función principal el impedir el taponamiento o la obturación de los emisores. Están constituidos por filtros de arena (Figura 2), de malla (Figura 3) o por ambos, dependiendo del tipo de materiales contaminantes que contenga el agua de riego. Es importante subrayar la **obligatoriedad** de filtros en estos equipos, incluso si el agua proviene de pozos o vertientes. Estos filtros, de alto costo, pueden ser construidos en forma artesanal, muy económica,

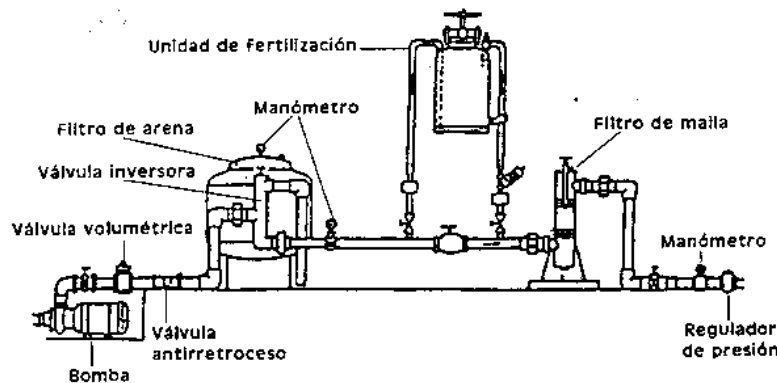


Figura 1. Esquema de un cabezal de riego localizado.

PROYECTO
PROMM
CARTILLA
DIVULGATIVA



MINISTERIO DE AGRICULTURA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
OFICINA DE ESTUDIOS Y POLÍTICAS AGRARIAS



INIA
LA PLATINA

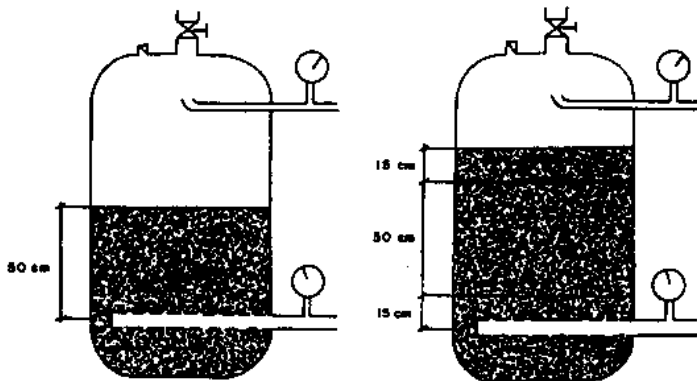


Figura 2. Filtros de arena.

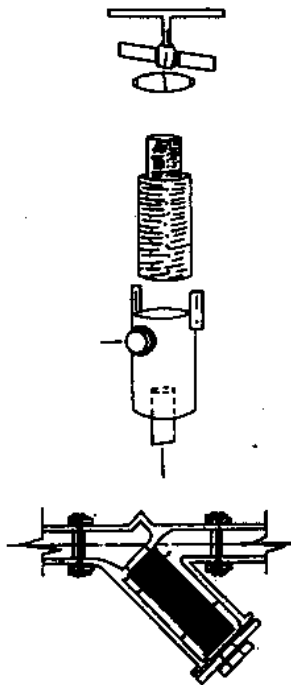


Figura 3. Esquema de filtros de malla.

con cilindros de gas (filtros de arena) y tubos de extintores de incendio (filtros de malla). La construcción de este tipo de filtros será explicada en próximas cartillas.

En la Tabla 1 se indica la forma de seleccionar el elemento de filtrado de acuerdo al tipo de elementos a filtrar.

Tabla 1. Selección de tipo de filtros

Contaminante	Separador arenas	Filtro de grava	Filtro de malla
Tipo arena	X	-	X
Tipo limo y arcilla	-	X	X
Tipo orgánico (algas, etc.)	-	X	X

En cuarto lugar se puede mencionar la **unidad de fertilización**. Corresponde a un estanque de 120 litros para preparar la solución fertilizante, el cual va conectado a la succión de la bomba. Esta unidad es de suma importancia, ya que permite un suministro óptimo de fertilizantes de acuerdo al volumen de agua aplicada y al desarrollo del cultivo (Figura 4).

Finalmente, en quinto lugar y en forma opcional, aparece el **equipo de automatización**. Este incluye un programador de riego y la instalación eléctrica necesaria. Se encarga de ejecutar automáticamente las instrucciones de tiempos y frecuencias de riego, con lo cual el manejo del equipo se simplifica. Este equipo permite regar de noche, aprovechar al máximo las norias y disminuir la mano de obra para el riego.

2. RED DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN

El sistema de conducción y distribución (Figura 5) está conformado por **una red de tuberías enterradas** primarias, secundarias, y —dependiendo del tamaño del equipo— terciarias y cuaternarias.

Estas tuberías son, en su gran mayoría, de PVC, material de bajo costo y de fácil manejo.

La red primaria es la encargada de conducir el agua desde la fuente a la red secundaria, que da origen a los subsectores de riego. La secundaria distribuye el agua a dichos subsectores y la terciaria, finalmente, alimenta a los emisores.

Además, en el inicio de cada sector de riego se encuentra una **válvula**

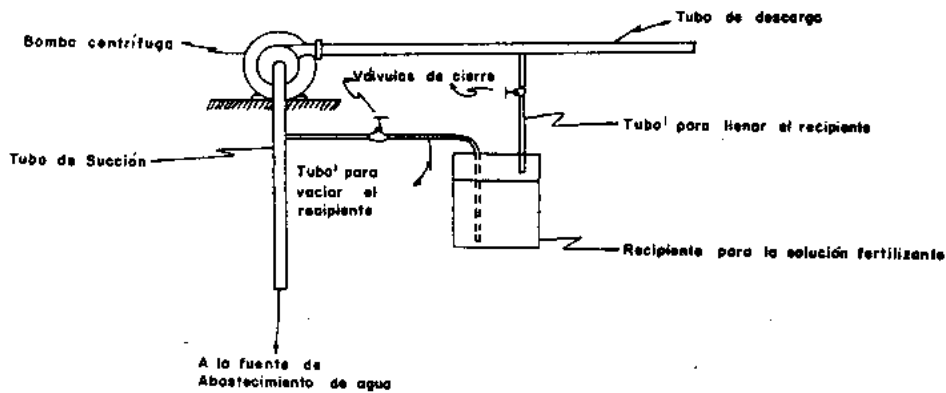


Figura 4. Estanque de fertilización.

de regulación de flujo que puede ser manual de tipo compuerta o bien automática o solenoide (conectada al programador). Ambas de un diámetro equivalente a la tubería donde va inserta.

Desde las tuberías terciaria o secundaria emergen a la superficie las laterales o porta emisores a una distancia fluctuante, dependiendo del marco de plantación (alrededor de 1,2 m).

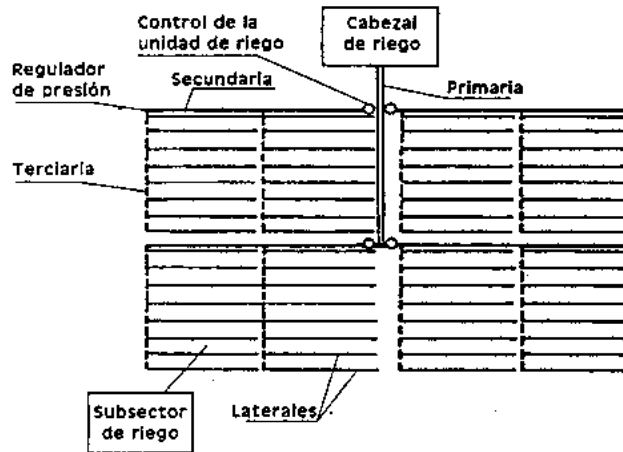


Figura 5. Esquema de una instalación de riego localizado.

3. EMISORES

La emisión localizada del agua es uno de los elementos fundamentales del equipo y su uniformidad de aplicación depende del tipo y calidad de los emisores. En el caso de la **cinta de riego**, éstos están incorporados en un tubo (cinta) de polietileno de bajo espesor, muy conveniente para ser usadas en hortalizas, en nuestras condiciones.

En la Tabla 2 se indican las longitudes de cinta aconsejadas para diferentes condiciones topográficas.

Tabla 2. Longitud aconsejada de cinta (m) para diferentes condiciones topográficas

Presión: 6 m.c.a., Coeficiente de uniformidad 90%

Caudal (l/h/m)	Pendiente (%)		
	+1	Plano	-1
4	73	143	186
2,5	85	195	250
1,25	92	250	311

m.c.a.: metros de columna de agua.

l/h/m: litros por hora por metro de cinta.

VENTAJAS DEL RIEGO POR CINTAS


Por ser un sistema de riego localizado, el riego por cintas presenta las siguientes ventajas:

- Aumento significativo de la eficiencia de aplicación del agua, que llega a aprovecharse en un 90 a 95%.
- Se entrega el volumen justo de agua que las plantas necesitan diariamente.
- Permite aplicar fertilizantes a través del riego.
- La uniformidad del riego es alta, todas las plantas reciben volúmenes similares.
- Se logran mejores rendimientos asociados a los beneficios anteriores.
- Los equipos tienen larga vida útil, superior a los 10 a 15 años.
- Requiere de una baja utilización de mano de obra.

DESVENTAJAS

- Alto costo inicial de inversión.
- Necesidad de gasto energético (electricidad, petróleo).

COSTO

El costo depende fundamentalmente del tamaño del equipo y del grado de automatización, fluctuando entre los \$ 700.000 y \$ 1.500.000 por hectárea (US\$ 1.600 a US\$ 3.500). 

CENTRO REGIONAL DE INVESTIGACIÓN LA PLATINA: Santa Rosa 11610, Parad. 33, Fono 5417223, Fax 5417667, Santiago.
OFICINA TÉCNICA LIMACHE: Serrano 100, Fonofax (033) 411972, Limache.
OFICINA TÉCNICA SANTA CRUZ: Nicolás Palacios 277, Fonofax (072) 822820, Santa Cruz.

MÉTODOS DE RIEGO

Surcos en contorno

Este método de riego sirve para economizar agua, reducir la erosión y conseguir mejores rendimientos en terrenos con cierta pendiente. El agua es conducida mediante surcos construidos en sentido cruzado a la mayor pendiente, a los que se les da una pendiente definida para facilitar el escurrimiento del agua. Las acequias o regueras de cabecera están orientadas en el sentido de la pendiente o ligeramente desviadas de ella, por lo cual es necesario protegerlas para evitar la erosión.

TERRENOS EN LOS CUALES SE USAN SURCOS EN CONTORNO

El método de riego mediante surcos en contorno, se adapta muy bien en casi todos los terrenos regados. Sin embargo, en suelos arenosos que son inestables, puede producirse la ruptura de los costados de los surcos, causando con ello una erosión seria al terreno de más abajo. Asimismo, puede producirse un daño similar en suelos arcillosos, donde el agua de los surcos puede escurrir en el sentido de la pendiente a través de grietas que puedan formarse en la parte inferior de los surcos.

Algunos cultivos en hileras que utilizan surcos profundos, tales como papas, pimiento, pueden regarse en pendientes de hasta 8% en suelos de textura media a pesada. En suelos de textura liviana, no conviene regar por surcos en contorno con una pendiente superior al 5% por temor a la ruptura de los surcos. Para obtener un riego eficiente en cultivos que utilizan surcos poco profundos, las siembras en contorno deben limitarse a terrenos que tienen una pendiente inferior a 3%.

Las plantaciones permanentes como huertos frutales, citrus, viñas, etc., pueden regarse exitosamente mediante surcos en contorno. Si estos surcos no son afectados por labores culturales, pueden emplearse en pendientes de hasta 20%.

2. Tipos de surcos en contorno

Al emplear este método de riego, debido a las diferentes condiciones topográficas de cada predio, al construir surcos, pueden originarse varios tipos de éstos:

- a) **Surcos "completos"**, que nacen de las acequias o regueras y atraviesan todo el campo hasta la próxima acequia de riego o de desagüe.
- b) **Surcos "incompletos"**, que también nacen desde la acequia de cabecera pero terminan en otro surco.
- c) **Surcos de "relleno"**, que nacen a cierta distancia de la acequia de cabecera y se unen a otro surco después de recorrer una distancia corta. En el punto de nacimiento de estos surcos, se taquea el surco inferior para permitir el escurrimiento del agua por los surcos de relleno.
- d) **Surcos "bifurcados"**, que nacen a cierta distancia de la acequia de cabecera y se extienden hasta la acequia de desagüe. Como en el caso de los surcos de relleno, el agua se obtiene desde el surco inferior.

Para trazar los surcos en contorno, se utilizan líneas guías que se desplazan en sentido cruzado a la pendiente, con una gradiente igual a la que llevarán los surcos.

PROYECTO
PROMM

CARTILLA
DIVULGATIVA



INIA

MINISTERIO DE AGRICULTURA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
OFICINA DE ESTUDIOS Y POLÍTICAS AGRARIAS



ODEPA

INIA
LA PLATINA

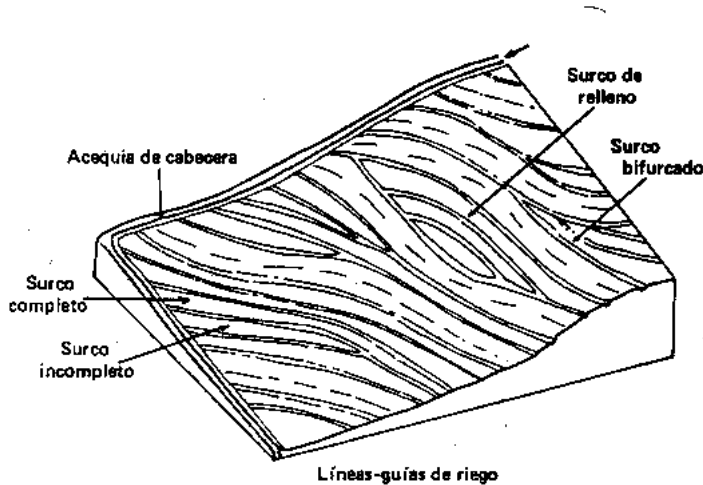


Figura 1. Esquema de un terreno con surcos en contorno, mostrando varios tipos de surcos.

Un terreno que tenga pendientes uniformes, permitirá construir el máximo de surcos completos y el mínimo de surcos incompletos, de relleno y bifurcados. Asimismo, el riego se efectuará con más facilidad. Si la topografía es irregular, se hace más difícil la planificación y construcción de los surcos.

4. Construcción de surcos en contorno. En la planificación y construcción de surcos en contorno, deben seguirse las siguientes etapas:

- a) Confección de un plano de curvas a nivel del terreno considerado;
- b) Si es recomendable emparejar el terreno para obtener más surcos completos, y dicha labor se realiza, hay que cambiar el mapa topográfico original y guiarse por uno nuevo que tome en cuenta el emparejamiento;
- c) Ubicación de las acequias o regueras de cabecera, de modo que pueda obtenerse el mayor número de surcos completos e

incompletos, y la menor cantidad de surcos de relleno y bifurcados. Así se facilitará el riego, cultivo y cosecha. Si en la superficie que se va a regar hay que construir más de un 25% de surcos de relleno y bifurcados, debe disminuirse la longitud de los surcos;

d) Ubicación de las líneas guías de riego en el mapa-topográfico, las que corrientemente tienen una pendiente variable entre 0,3 y 0,5% para evitar la erosión.

La pendiente de los surcos debe ser mayor en terrenos muy inclinados, pero los surcos deben ser más cortos. Si se utilizan pequeños caudales de agua, puede aumentarse la pendiente de los surcos hasta un 2%, siempre que existan cultivos de cobertura.

Las líneas guías se ubican corrientemente cada 15 m, pero éstas pueden estar más juntas en terrenos de topografía accidentada;

- e) Estacado de las líneas guías en el terreno, empezando por la acequia de cabecera. Las estacas deben colocarse cada 15 m, siguiendo la pendiente que tendrán los surcos, es decir, si la línea guía tendrá una pendiente del 0,5%, se tendrá que buscar en el terreno una diferencia de nivel de 7,5 cm en 15 m, medidos desde la altura del suelo donde fue puesta la estaca inicial;
- f) Siembra o plantación del terreno, comenzando por la línea guía inferior, y en base a ésta se irán construyendo hacia arriba los surcos paralelos (Figura 2); y

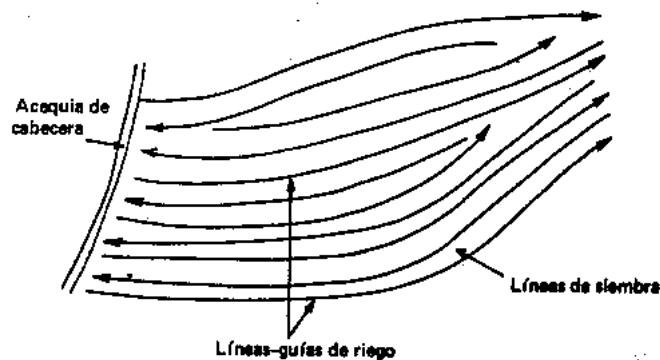


Figura 2. Forma de sembrar hileras en contorno.

g) Ubicación de las acequias de riego y de desagüe. Cuando ellas quedan en pendientes susceptibles de causar erosión, es necesario construir estructuras que las impidan (saltillos).

MÉTODOS PARA TRAZAR LAS LÍNEAS GUÍAS

Para el trazado de las líneas guías existen varios métodos. Entre los principales están los que se describen a continuación:

Métodos del nivel de ingeniero: para este método se debe contar con un nivel de ingeniero, una mira topográfica, una huincha de 10 m o más. Un combo de 7 lb y estacas. Para el empleo de este procedimiento se comienza por trazar las líneas matrices a una distancia de unos 10 m una de otra. Dichas líneas se trazan directamente sobre el terreno con el nivel topográfico y mira, haciendo desplazarse a el alarife hasta obtener la lectura correspondiente al desnivel elegido. Por ejemplo, si la pendiente adoptada es de 0,4% y la lectura de la mira en el borde de la acequia es

1,84, ello significa que la primera lectura a 10 m de distancia deberá ser 1,88 m, la segunda 1,92 y así sucesivamente. Una forma práctica de obtener rápidamente la distancia de 10 m entre cada lectura es amarrar a la parte inferior de la mira una soga de 10 m. El otro extremo de la soga lleva un bozal que se introduce en la estaca. El alarife va girando para encontrar la diferencia de altura deseada, moviéndose siempre a una distancia de 10 m del punto anterior.

Método del nivel del carpintero: los materiales que se utilizan para trabajar con este método son: un bastidor, cuyas características se indican en la Figura 3, un nivel de carpintero, estacas y un combo de 7 libras.

El bastidor tiene un punto de apoyo A y uno B (regulable) y debe ser rígido en todo su largo. El tamaño del punto de apoyo regulable B se fija de acuerdo a la pendiente que se desee dar al surco en conformidad a la Tabla 1. Por ejemplo: para obtener un surco con una pendiente del 0,4, el punto de apoyo B (regulable) deberá ser 2 cm mayor que el punto de apoyo A.

Tabla 1. Regulación del bastidor según la pendiente del surco para un punto de apoyo A fijo de 30 cm de largo

Pendiente del surco %	Punto de apoyo A largo	Punto de apoyo B (regulable)
0,2	20 cm	21,0 cm
0,3	20 cm	21,5 cm
0,4	20 cm	22,0 cm
0,5	20 cm	22,5 cm
0,6	20 cm	23,0 cm

Una vez ajustado el bastidor, se coloca el punto de apoyo A próximo a la acequia alimentadora y se ubica con B el punto del terreno donde la burbuja del nivel de carpintero (colocado en el bastidor) queda centrada. En este punto se coloca una estaca. Luego se traslada el bastidor, colocando el punto de apoyo A en el punto determinado anteriormente, repitiendo sucesivamente la operación.

Determinados los puntos, se traza el surco a través de ellos.

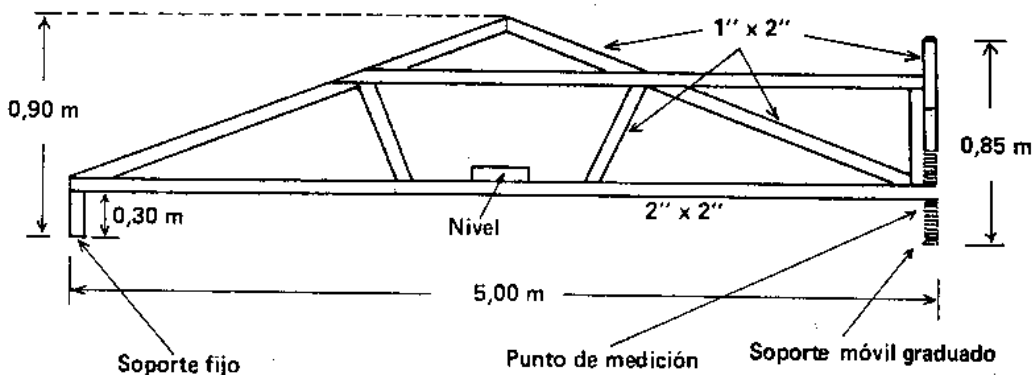


Figura 3. Bastidor con nivel de carpintero para trazado de surcos en contorno y uso de éste a nivel de campo.

Método de la manguera: para usar este método deberá contarse con los siguientes materiales: una manguera de plástico transparente de 13 m de largo, dos listones de 1,60 m de largo, un combo de 7 libras y estacas.

En un listón (A) se coloca una marca a una altura de 1,50 m. En otro listón (B) se le marca una altura correspondiente a la pendiente que se desea dar al surco, de acuerdo a lo indicado en la Tabla 2 y Figura 4.

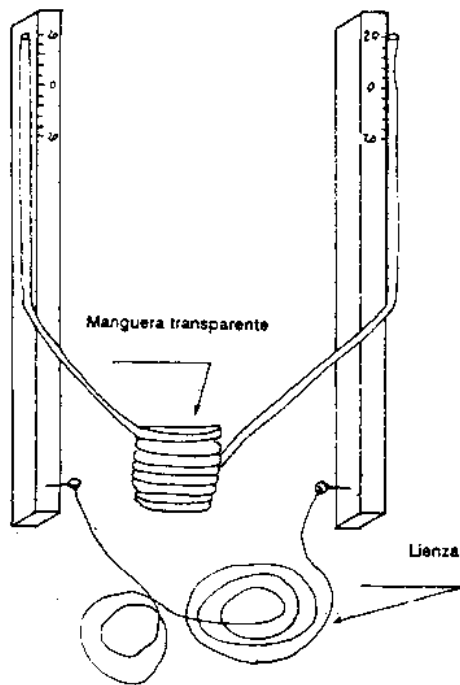


Figura 4. Método de la manguera para determinar la pendiente.

Tabla 2. Valores de lecturas que deben utilizarse para una manguera de 10 m de largo entre los puntos y para diferentes pendientes de surco

Pendiente del surco %	Listón A	Listón B
0,2	1,5 m	1,52 m
0,3	1,5 m	1,53 m
0,4	1,5 m	1,54 m
0,5	1,5 m	1,55 m
0,6	1,5 m	1,56 m

Por ejemplo, si se desea obtener un surco con una pendiente del 0,4% y considerando que la manguera permite colocar los listones a 10 m de distancia, el listón B de altura de 1,54 m.

El paso siguiente consiste en colocar el listón A en el lugar donde se va a comenzar el surco, colocando un extremo de la manguera llena con agua, de tal forma, que el nivel del agua coincida con la marca del listón. El otro listón debe moverse en un radio de 10 m hasta que el nivel del agua en el otro extremo de la manguera coincida con la marca del listón B. Ubicado este punto, se coloca una estaca, luego se traslada el listón A al punto señalado y se repite sucesivamente la operación.

Una vez colocadas las estacas que señalan la trayectoria del surco, se procede a su trazado.

Antes de la siembra o plantación, es conveniente comprobar que el agua escurra libremente por los surcos. 