

PLANIFICACION PREDIAL DEL RIEGO Y DRENAJE

AUTOR

**ISAAC MALDONADO F.
INGENIERO AGRÓNOMO M.Sc.**

PLANIFICACION PREDIAL DE RIEGO Y DRENAJE

GENERALIDADES

La disponibilidad de agua y el riego, obliga al productor a incluir dentro de su esquema agrícola una serie de interacciones que debe tratar de armonizar con el sólo fin de obtener una optimización en su empresa.

Convertir un predio de secano a uno con riego, incluye un sinnúmero de ventajas, las que deben ser aprovechadas y para lo cual es necesario ejecutar un buen manejo del agua, ya sea a nivel administrativo como operacional. Los principales aspectos que permiten esta optimización son:

- a. Disponibilidad de agua adecuada.
- b. Infraestructura mínima acorde a las necesidades del predio.
- c. Conocimiento básico de los requerimientos de los cultivos.
- d. Conocimientos básicos de riego en cuanto al método empleado.

DISPONIBILIDAD DE AGUA

La disponibilidad de agua, será la base que definirá la superficie potencial de riego, y por lo tanto constituye el punto de partida en la planificación del riego de un predio.

Normalmente, es fácil encontrar en las escrituras de los predios, los derechos de agua que le pertenecen además de la fuente que les provee. Es común que las unidades de medida en que se expresan, no siempre son fáciles de entender o de traducir a cifras que permiten hacer una planificación o programación del uso del agua.

En aquellas situaciones donde la fuente de agua es un río o un estero sin una infraestructura de regulación, no sólo es importante conocer los derechos expresados como un porcentaje del caudal del curso de agua, sino que además, es imprescindible conocer el régimen de éste durante la temporada de riego, poniendo especial énfasis en los caudales mínimos y el o los meses en los que éste se presenta.

Se demuestra lo anterior, con la información de caudales de los ríos Malleco y Cautín, presentados en la Figura 1, hecha con valores promedios mensuales de 60 años de medición.

SISTEMAS DE ADUCCION DE AGUA AL PREDIO

Es común tener canales que cubren distancias muy extensas, influyendo considerablemente en la disponibilidad, especialmente donde se registran pérdidas considerables de agua. Este tipo de problemas es fácil de cuantificar, bastando simultáneamente en la captación y a la entrada del agua al predio.

Otro aspecto importante, lo constituyen las estructuras de captación y que en muchas situaciones no existen, o las que se tienen operan en condiciones indebidas. Las principales desventajas de no tener buenas estructuras de captación, son la imposibilidad técnica de asegurar un caudal acorde a los derechos de cada predio.

Un aspecto importante de analizar, es el estado de los canales al momento de conducir las aguas, pues en aquellas situaciones y que son las mayores en donde no existe un revestimiento, el desarrollo de malezas y arbustos es algo común, y que afectará sustancialmente el paso del agua. La solución a canales enmalezados es recurrir a canales con una mayor sección. Al tener que conducir un caudal de $0,33 \text{ m}^3/\text{seg.}$ por canales de rugosidades distintas, sus dimensiones variarán tal como se muestra en la Figura 2.

Habitualmente se observa que las limpiezas de los canales hechos a inicio de la temporada de riego, se retardan a tal punto, que ocasionan atrasos importantes en los primeros riegos.

Según información de la IX Región aportada por un estudio de los canalistas del Quepe Norte, se tienen registradas pérdidas por conducción entre el 9 y el 23%.

Lo antes señalado condiciona bajos niveles de eficiencia de conducción, al respecto Arias (1980), en el estudio de los canales de Ñuble, presenta los resultados que se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Eficiencia de conducción en los canales del Río Ñuble.

Sector	Eficiencia (%)
Ribera norte	55,8
Ribera sur	71,6
\bar{X} general	61,1

Fuente: Arias, Miguel (1980). Escuela de Agronomía, Universidad de Concepción (Tesis de grado).

Una situación que dificulta hacer mejoras considerables en los sistemas de aducción, es el grán número de canales con caudales pequeños, bajando eficiencias y encareciendo el mantenimiento y uso de ellas. La tendencia actual es ir hacia la unificación de canales que permita disminuir pérdidas, al mejorar sus características técnicas mediante la construcción de estructuras o revestimiento de tramos problema, con un costo razonable para el productor. En el Cuadro 2, se presentan las pérdidas por conducción, medidas por Arias (1980) en los canales del río Ñuble.

Cuadro 2. Pérdidas de agua por kilómetro de recorrido de un canal, según el material sobre el que se construye.

Material de suelo	Pérdidas por kilómetro (%)
Lecho de río	12,7
Terraza de río	4,3
Suelo agrícola	3,7

Fuente: Arias, Miguel (1980). Escuela de Agronomía, Universidad de Concepción (Tesis de grado).

SISTEMAS DE DISTRIBUCION

El nexo entre el canal de aducción de agua al predio y el inicio de distribución al interior de él, debería ser una estructura que permita medir y registrar la cantidad de agua que ingresa al predio (caudal) expresándolo en una unidad de medida que permita ser usada al momento de decidir la superficie máxima de riego a través de toda la temporada. Este punto es de gran importancia en aquellos campos cuya fuente de agua es un río o cauce y sin estructuras apropiadas de regulación (embalses de temporada).

Los problemas más relevantes en los sistemas de distribución de agua predial, se pueden resumir como sigue:

- a. Canales con recorrido zigzagueante que entorpece la circulación expedita del agua.
- b. Canales con secciones inadecuadas, puesto que las limpiezas hechas año a año han ido destruyendo su forma inicial.

- c. Canales construídos sobre sectores muy permeables (suelos arenosos).
- d. Canales sin estructuras apropiadas que permitan una rápida y expedita administración del agua al interior del predio.
- e. Excesivo número de canales por unidad de superficie, lo que además de acrecentar todos los problemas ya planteados, generan una mayor superficie de terreno inutilizado.

Enfrentar estos problemas con soluciones acorde a la realidad específica de cada explotación agrícola, obliga a un estudio específico de cada caso, donde se consideren sus condiciones actuales, evaluando así el impacto en la producción de las mejoras que se proyecten ejecutar en un programa de tecnificación en riego y drenaje.

Cada vez que se necesita hacer una transformación o iniciar un proceso de tecnificación, el diagnóstico inicial debe considerar la recopilación de la mayor cantidad de antecedentes, que proporcionen la base sobre lo cual se han de sustentar las innovaciones propuestas. Cuando se planifica con fines de riego y drenaje, la topografía del terreno junto a la caracterización del suelo, son fundamentales al igual que los cultivos y la disponibilidad de agua.

La inversión hecha en un levantamiento topográfico, tiene un retorno importante en la medida que será la herramienta básica en el diseño de un mínimo de canales y cuya ubicación de máxima flexibilidad en el manejo del agua, puesto que en caso contrario se incurrirá en problemas como los señalados previamente, y que en términos prácticos, se reflejará en largos tiempos de llenado con fuertes disminuciones de caudal, producto de elevadas pérdidas por filtraciones. En los Cuadros 3 y 4, se presentan las pérdidas por filtraciones para los canales del caso presentado en la Figura 3.

Cuadro 3. Pérdidas por filtraciones (lt/seg) en los canales principales de la figura con distintos caudales.

Caudal (lt/seg)	P ₁	P ₂
15	0,4	1,2
30	0,7	1,8
60	1,3	2,4
90	1,8	3,2
120	-	3,8

Cuadro 4. Pérdidas por filtraciones (lt/seg) en los canales secundarios de la figura con distintos caudales.

Caudal	S ₁	S ₂ - S ₅	S ₃	S ₄	S ₆	S ₇
5	1,8	1,0	1,3	0,8	2,3	3,9
10	2,4	1,3	1,9	1,2	3,1	5,2
20	3,3	2,1	2,7	1,4	4,3	6,9
30	4,0	2,6	3,2	-	5,2	8,3
40	4,6	2,8	-	-	-	-

La información de los Cuadros 3 y 4, dan una clara evidencia de las ventajas de diseñar un mínimo de canales con caudales altos, pues se tiene una considerable disminución de las pérdidas porcentuales por filtraciones, mejorando la eficiencia y aumentando la disponibilidad de agua para su aplicación al cultivo.

Otro aspecto importante en el manejo del agua, es el tiempo de llenado, que al igual que en el caso anterior, estará muy influenciado por los caudales que se conducen.

En los Cuadros 5 y 6, se presentan los tiempos de llenado para diferentes caudales.

Cuadro 5. Tiempo de llenado (hr) en canales principales con caudales distintos.

Caudales (lt/seg)	P ₁	P ₂
	(hr-min)	
15	1 - 10	2 - 55
30	0 - 42	1 - 55
60	0 - 25	1 - 12
90	0 - 12	0 - 55
120	---	---

Cuadro 6. Tiempo de llenado (hr) en canales secundarios con caudales distintos.

Caudales (lt/seg)	S ₁	S ₂ - S ₅	S ₃	S ₄	S ₆	S ₇
	(hr-min)					
5	1,4	1-0	1-06	0-36	1-45	2-24
10	1,1	0-48	0-54	0-24	1-18	2-00
20	0,9	0-36	0-45	-	1-06	1-45
30	0,8	0-30	0-36	-	0-56	1-30
40	-	0-26	-	-	-	-

Los antecedentes presentados refuerzan la necesidad de un diseño de la red, muy bien planificado y que aun cuando no se cuente con los recursos suficientes para la ejecución total del proyecto, esta acción no debe omitirse, debiendo sólo hacerse la programación correspondiente de los trabajos en el período de años que se estime adecuado a la realidad económica del propietario. Una ventaja adicional, es que toda estructura definitiva que se construya, no quedará en desuso por cambios en los trazados como ocurre al hacer canales sin el mayor análisis y estudios de las condiciones y requerimiento.

OBRAS DE ACUMULACION

Al decidir una inversión en riego con el propósito de aumentar la superficie regada, será necesario considerar que el camino más adecuado sea elevar la eficiencia de aplicación por la adopción de un método de riego más tecnificado; construir o cambiar las estructuras de captación; mejorar la red de distribución o bien construir un acumulador nocturno o de fin de semana. Decisiones de esta naturaleza deben obligar a una valorización de los costos y beneficios económicos de cada una de las alternativas ya mencionadas, junto a cualquier otra que califique para este análisis.

Los costos de construcción de los acumuladores nocturnos o de fin de semana, son variables, pues dependen del volumen de agua a almacenar, de las condiciones topográficas para su construcción, como así también de la disponibilidad de un suelo apropiado para el muro.

La gran ventaja del acumulador nocturno, es que permite en muchas situaciones a lo menos duplicar la disponibilidad de agua y que por supuesto, se traducirá en una mejora e incremento de la superficie regada.

Con un horario de riego de 8 horas, y al incorporar un acumulador nocturno se logra un aumento de la dotación de agua del predio de hasta un 200%. En situaciones donde se tenga riego nocturno, puede que este aumento sea algo menor aun cuando no se debe olvidar que el riego nocturno tiene una eficiencia baja, además de un escaso control del agua, que repercute en sectores anegados o insuficientemente regados. Mediciones de eficiencia de riego nocturno, dieron valores de 7,9 a 12,1%, en tanto que, regando de día la misma área, se registraron eficiencias de un 25% (en ambas situaciones se regó por tendido).

APLICACION DEL AGUA DE RIEGO

En este punto el componente principal será el método de riego que se use. La selección del método de riego deberá tomar en consideración una serie de factores, tal como se muestra en el Cuadro 7.

En general, el método de riego debe cumplir una serie de requisitos y según varios autores se puede resumir como sigue:

- a. Debe ajustarse al máximo a las condiciones de suelo, topografía y prácticas culturales de los cultivos a regar.
- b. Que no erosione y no afecte las propiedades físicas del suelo (como el sellamiento por la lluvia de los aspersores).
- c. Que no incida en el desarrollo o empeoramiento del drenaje del lugar.

- d. Que permita controlar las pérdidas, ya sea por escurrimiento superficial o percolación profunda.
- e. No debe entorpecer el paso de la maquinaria agrícola.
- f. Su selección debe considerar los costos y beneficios del cultivo a regar.

Tan importante como la selección del método de riego, lo es la aplicación del agua, donde se debe optar por una determinada frecuencia y cantidad de agua a reponer por riego. Esta condición dependerá principalmente de la profundidad de arraigamiento del cultivo (Figura 4), como del contenido de agua presente en el suelo al momento del riego.

SISTEMA DE EVACUACION DE AGUA DE DRENAJE

El drenaje es uno de los aspectos al cual no se le ha prestado la atención debida. Existen pocos casos donde al momento de abordar el manejo predial de las aguas, se analiza la solución o mejoras de los problemas de drenaje del lugar. Es común asociar drenaje a desembolsos importantes de dineros, los que tienen retornos escasos o nulos, llevando a desincentivar a quienes desean iniciar este tipo de acciones.

Las causas de esta situación pueden ser muy diversas, pudiéndose señalar dentro de las más importantes, las siguientes:

- a. Trabajos hechos sin el apoyo técnico debido, lo que ha llevado a construir o instalar infraestructuras que no modifican mayormente la situación inicial.
- b. Falta de información suficiente y clara respecto a funciones de producción que demuestren los beneficios logrados con una baja del nivel freático.
- c. Diseño de sistemas de riego sin su debida red de canales de drenaje.

d. Descuido en el mantenimiento de las redes naturales de drenaje, lo que se traduce en cauces con una abundante masa de matorrales que crea condiciones de anegamiento en las áreas circundantes.

Al igual que la planificación del riego, se debe analizar y programar las inversiones en drenaje.

Debido a las condiciones climáticas de las zonas centro sur y sur de Chile, es normal que se observen los mayores problemas de drenaje durante el invierno, pero aun así, es necesario mantener el debido cuidado en los suelos regados durante la temporada estival, pues en este período se desarrollan cultivos cuya sensibilidad a los excesos de agua es mucho mayor.

LOS CULTIVOS Y SUS REQUERIMIENTOS DE AGUA

La agricultura chilena se distribuye en áreas con cultivo de secano y otra de riego, pero con una superficie más reducida. Ambos tipos de agricultura han coexistido y lo seguirán haciendo en la medida que los recursos de agua no cubran los requerimientos del total de la superficie arable del país. Esta condición ha obligado a que nuestra investigación agrícola contemple en sus estudios ambas situaciones, creando variedades adaptadas a cada una de ellas.

Lo antes señalado hace incapié que esta situación presente a nivel nacional, también puede verse implementada dentro del predio. En este sentido se ha requerido resaltar que no existe una conducción obligada de un riego total de los predios, puesto que ésto dependerá de la disponibilidad o dotación de agua que se tenga.

Al momento de programar la superficie de riego de una temporada, es imprescindible evaluar la disponibilidad de agua a través de toda la temporada de riego, de forma de no enfrentarse a períodos en los cuales debe restringirse el riego a un determinado cultivo o pradera.

Una alternativa propuesta para situaciones de esta naturaleza, es reducir la superficie regada a un número de hectáreas que permitan realizar un manejo óptimo de riego. En el resto del campo, será recomendable la implantación de cultivos o praderas de alta producción, bajo condiciones de secano y cuyos rendimientos en muchos casos superan a un cultivo de riego mal regado.

CONCLUSIONES

- a. Se espera que esta presentación constituya sólo el punto de partida en la planificación predial del riego y el drenaje, puesto que ésto constituirá el punto de apoyo de un crecimiento orgánico y efectivo.
- b. No es posible separar el riego y el drenaje cuando interesa planificar el manejo integrado de las aguas en el predio.
- c. A los profesionales de la especialidad y agricultores, les cabe la responsabilidad de incorporar este tipo de ejercicio dentro de la actividad administrativa de los predios.

Cuadro 7. Factores y Características consideradas en la elección de un Método de Riego

METODO	SUELO E INFILTRACION (1)	PREPARACION DEL TERRENO (2)	TOPOGRAFIA Y RELIEVE (3)	EFICIENCIA (4)	LABORES DE RIEGO (5)	CULTIVOS (6)	COSTOS (7)
Surcos	Adaptable a la mayoría de los suelos $a = \frac{0.6}{5}$	Construcción de surcos, regueras y uniformar la pendiente.	Pendiente uniforme de 0,25 a 2,5%	Baja eficiencia durante germinación. Aceptable de 60 a 70%	Mínimo un operador durante el riego. (Posiblemente 2,5 ha día rias).	Cultivos en hileras, remolacha, hortalizas, frutales y viñedos.	Más economía cuando pendiente es uniforme y com- prendida entre 0,25 - 2,5 %
Platabandas	No es recomendable en suelos de texturas extremas arenosas o arcillas pesadas.	Requiere emparejamiento riguroso de suelo.	Pendiente uniforme, no sobre 3%.	Una eficiencia de 70% se considera buena.	Cuando están bien constituidos labores baja (USA 2,5 ha, por hombre día).	Empastadas, algunos cereales, huertos y viñedos.	Costo inicial alto. Costos operación anual bajos.
Tazas	Adaptable a todo tipo de textura. Especialmente a las de baja y alta infiltración.	Construcción de camellones temporales	Terreno nivelado o parejo cuando se construyen en curvas de nivel.	Buena de 60 - 70.	Labor de aplicación de agua es mínima.	Frutales, arroz y algunos cultivos resistentes a inundación	Costos de construcción de camellones. Bajo costo de operación.
Sub superficial	Franco a arenosos, con buen movimiento lateral de agua.	Superficie debe emparejarse para que quede pareja con nivel freático.	Suelos planos con napas freáticas presente		Labores mínimas. Control de compuertas.	Casi todo tipo de cultivo, excepto hortalizas y arroz.	Depende de condición de terreno. De mínimo o alto.
Inundación o tendido	Suelos con velocidad de infiltración media a alta.	Sólo suavizar el terreno. Construcción de regueros demandan bastante labor.	Poteros irregulares y topografía con pendiente de hasta 8%.	Baja de 20 a 30 %.	Alta para cubrir 100% del área. De 0,8 a 1,2 ha, por día hombre nivel.	Empastadas cuando pañado de regueras en curva de nivel.	Bajo costo anual cuando agua es barata.
Aspersión	Todo tipo de suelo. Velocidad de aplicación siempre menor que velocidad de infiltración.	Sólo para proveer buen drenaje.	Sin limitación	75-80% pérdidas por evaporación no deben ser superiores a 15%.	Depende del diseño. 2 horas hombre por ha por riego.	Frutales, germinación de cultivos. Hortalizas, etc.	Costo inicial, mantenimiento y operación son altos.
Goteo	Todo tipo de suelos. Evitar apozamientos.	Sólo para mejorar el drenaje.	Sin limitación	85% - 90%	Depende del equipo para simple muy bajo.	Frutales y hortalizas.	Costo inicial alto.

FUENTE: Alejandro Valenzuela Aviles. Universidad de Concepción, Escuela de Agronomía.

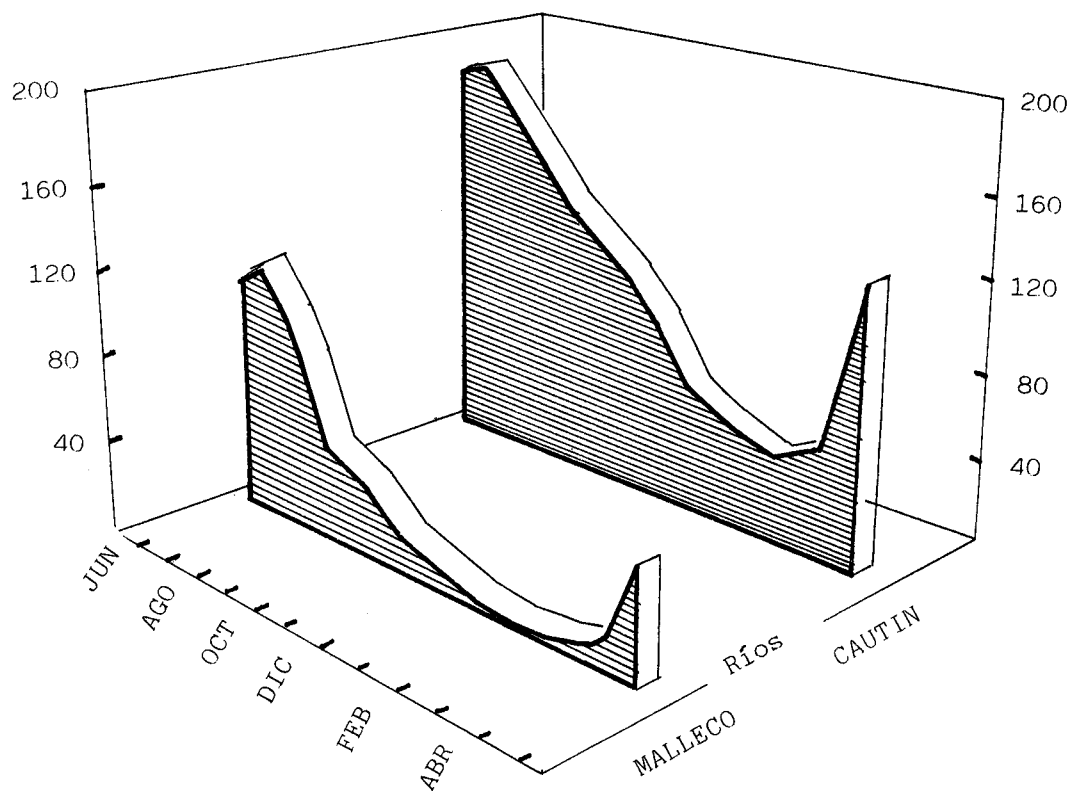
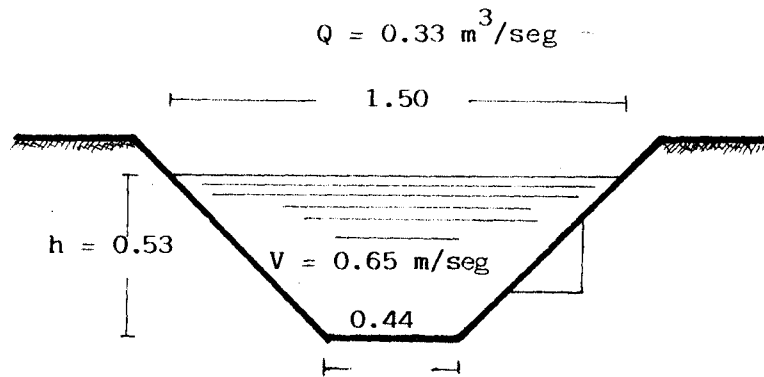
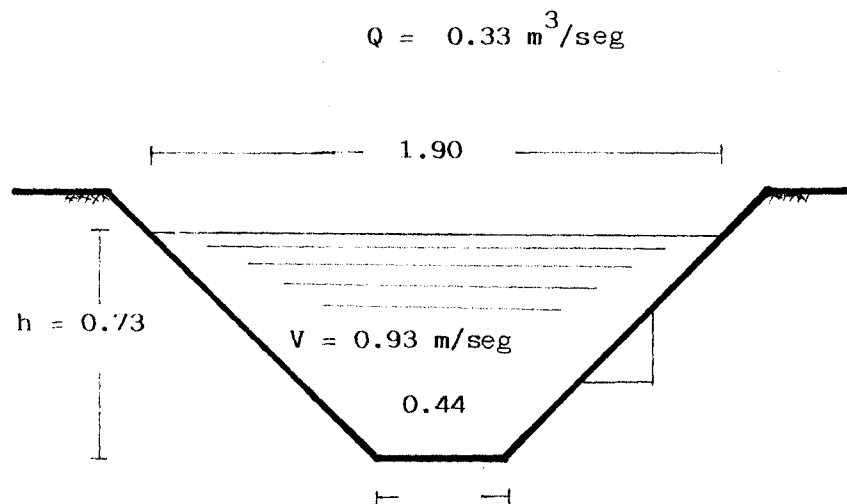


Figura 1. Caudales promedio (m^3/seg) de 60 años para los ríos Malleco y Cautín



a) Canal recién hecho, recto, uniforme, cavado en tierra



b) Irregular, enmalezado, cavado en tierra y lecho pedregoso

Figura 2. Secciones de un canal que conduce $0.33 \text{ m}^3/\text{seg}$ para 2 condiciones de rugosidad en sus paredes

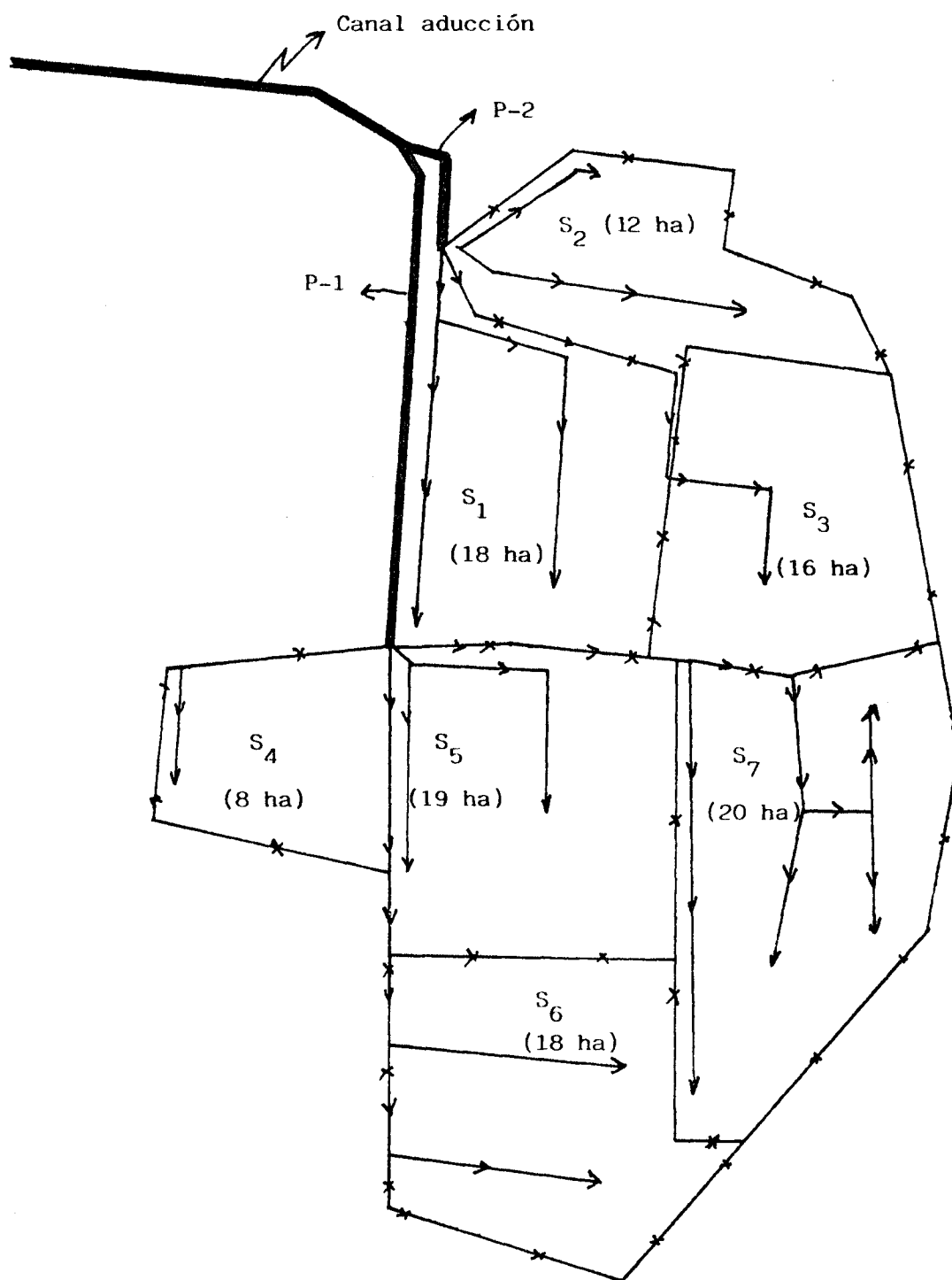
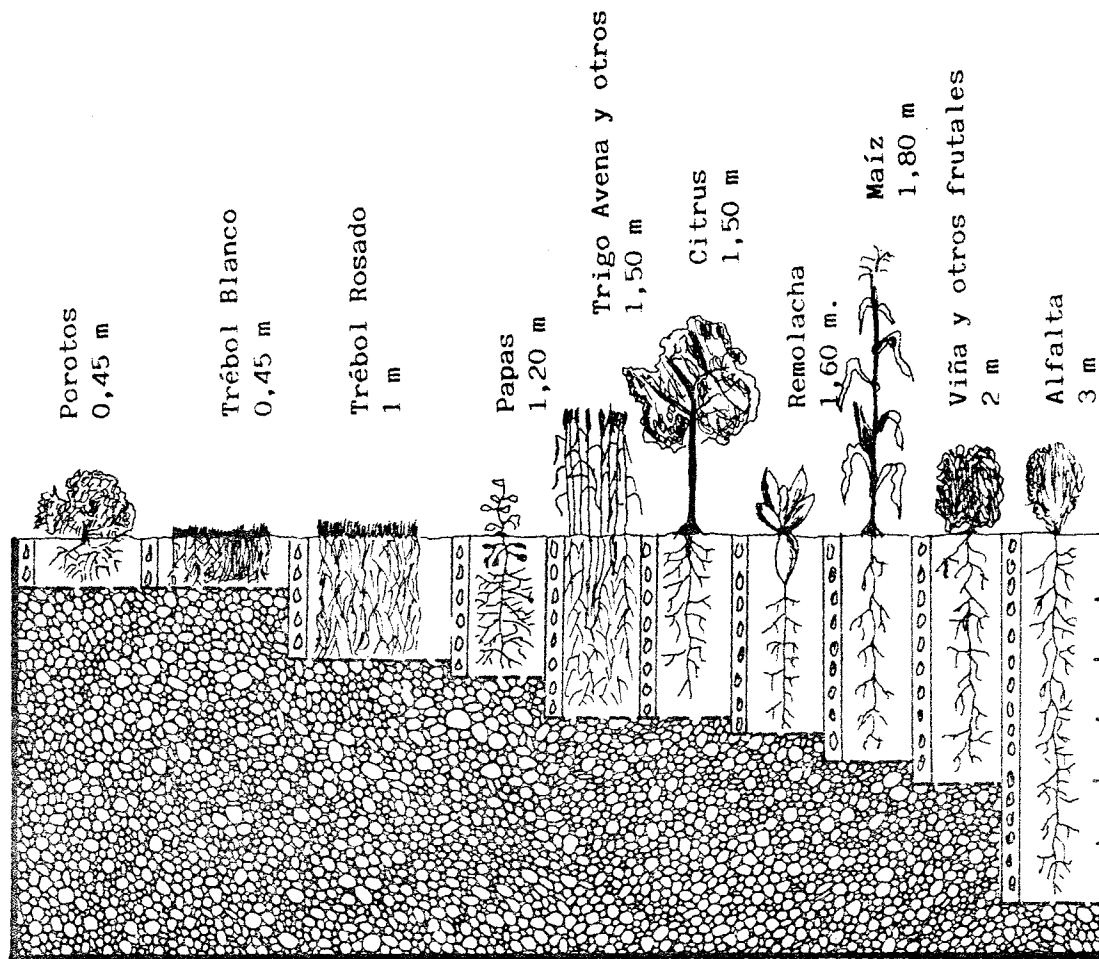


Figura 3. Distribución de potreros y canales en el predio



FUENTE: NORBERT FRITSCH F., Agroinformativo (SAG). N° 50. Segunda Edición, septiembre 1969.

Figura 4. Profundidad del riego en diferentes cultivos