COMISION
NACIONAL
DE RIEGO

INIA
CAUQUENES

Boletín Nº 69
ISSN 0716-6265

EXPERIENCIAS EN CAPTACION Y UTILIZACION DE AGUA EN EL SECANO DE LA VII REGION, PROVINCIA DE CAUQUENES.

(Vertientes cuyo caudal no escurre de su zona de origen)

Néstor Cabas Monje

MINISTERIO DE AGRICULTURA
CONVENIO COMISION NACIONAL DE RIEGO
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

CENTRO EXPERIMENTAL CAUQUENES
Cauquenes, Chile, Octubre 1996

Edición : Hernán Riquelme R.

Consultores : Juan Pedro Sotomayor S.
Iván Gallardo A.
Gonzalo Sepúlveda.
Ing. Civil
Dirección de Riego VII Región

Dibujos : José Aguirre M.

Digitación : Lorena Sandoval M.

Impresión : Imprenta La Discusión

SEGUNDA EDICION

FOTO PORTADA.- La foto muestra las acciones desarrolladas en el sector "Esquina Mocha" en la propiedad del Señor Orlando Venegas, trabajando hortalizas bajo plástico con invernaderos de 3x15 metros, regados con agua de vertiente, cuyo caudal durante la noche se almacena en tambores de 200 litros, ubicados en torres de madera de 2,5 metros de altura, para asegurar la presión de trabajo de la cinta de riego.

INDICE

Materia **Página**

INTRODUCCION 7

CAPITULO I. Lugar de las experiencias 8
1.1 Antecedentes generales de los agricultores con los que se trabajó 8

CAPITULO II Metodología de trabajo 9

CAPITULO III Acciones desarrolladas en el secano interior 9
3.1 Fuente de agua 12
3.1. 1 Vertientes cuyo caudal no escurre de su zona de origen 12
3.1. 2 Descripción de la estructura instalada en Esquina Mocha 14
3.1. 2.1 Elementos que constituyen la estructura 15
3.1. 2.2 Vertederos de la estructura 21
3.1. 2.3 Construcción de la obra 23
3.1. 2.4 Funcionamiento de la estructura 27
3.1. 2.5 Mantención de la obra 27
3.1. 2.6 Costo estructura 27
3.2 Experiencias en Esquina Mocha 28
3.2. 1 Temporada 1993/94 32
3.2. 2 Temporada 1994/95 34
3.2. 3 Producción estacional y nuevas alternativas productivas pequeño agricultor temporada 94 - 95 35
3.2. 4 Análisis económico de la experiencia de Esquina Mocha 41
3.2. 4.1 Media hectárea trabajada en forma tradicional 41
3.2. 4.2 Media hectárea con uso de vertiente y alternativas productivas 42

CAPITULO IV Acciones desarrolladas en el secano costero de Cauquenes 43
4.1 Limpieza del agua de la vertiente 47

INDICE DE CUADROS

	Materia	Página
1.	Pluviometría	9
2.	Precipitación anual mensual y máxima en 24 horas, años 1959-1994. INIA-Centro Experimental Cauquenes	11
3.	Volúmenes de hormigón	20
4.	Algunos ejemplos de dosificación en morteros.	21
5.	Costo estructura Septiembre 1995	28
6.	Coeficiente Kc de la vid de acuerdo al porcentaje de desarrollo del cultivo regado por goteo	34
7.	Aporte de agua de dos vertientes Esquina Mocha	34
8.	Costo invernadero 3x15 metros	38
9.	Costo producción ovejas por hectárea de secano	41
10.	Costo inversión media hectárea suelo secano interior	42
11.	Inversión y margen bruto con y sin proyecto media hectárea secano interior	43
12.	Costo construcción filtro, ancho 1,50 m	50

INTRODUCCION

El Secano Interior y Costero de la VII Región está ubicado desde el sur del Río Mataquito hasta la provincia de Cauquenes.

El agua existente en estas áreas es muy limitada en el período de riego. Se obtiene de vertientes, norias, pequeños esteros, los cuales tienen en común el hecho de poseer un caudal escaso en los períodos de máximo requerimiento de agua de los cultivos.

El Instituto de Investigaciones Agropecuarias, con financiamiento de la Comisión Nacional de Riego, ha desarrollado en el Secano Interior y Costero de Cauquenes una serie de trabajos, en captación de agua, de vertientes, norias y pequeños esteros, para regar pequeñas superficies destinadas a alternativas diferentes a las manejadas por los productores, como hortalizas bajo plástico y cultivos de vides en sistemas modernos, y de alternativas frutícolas como arándanos y frambuesas, entre otros.

El objetivo de este boletín es presentar los trabajos realizados en el secano, sobre las alternativas de utilización de agua realizados durante dos años, temporadas 93-94 y 94-95, orientadas a superficies no superior a 0,60 ha. en el secano interior y no superior a una hectárea en el secano costero, considerando la utilización de vertientes cuyo caudal no escurre de la zona de origen, conocidos como "charcos de agua".

I. LUGAR DE LAS EXPERIENCIAS

Las acciones desarrolladas están ubicadas en la Provincia de Cauquenes, Séptima Región: en el secano interior, comuna de Cauquenes y en el secano costero, comunas de Chanco y Curanipe.

1.1 Antecedentes generales de los agricultores con los que se trabajó

Comprende pequeños agricultores, beneficiarios del sistema de transferencia tecnológico que realiza INDAP, a través de Empresas de Transferencia Tecnológica, u Organizaciones no Gubernamentales (ONG) que trabajan en la Provincia de Cauquenes.

Las características más relevantes de estos agricultores y sus predios son:

- La superficie predial no es superior a 12 hectáreas de riego básico.
- Realizan una agricultura tradicional de subsistencia.
- Las fuentes de agua ,vertientes, pozos, norias y esteros, son limitados, no existiendo un manejo adecuado de ellas, que en verano reducen al mínimo su caudal o desaparecen.
- El promedio de edad de los agricultores es de 54 años.
  (de acuerdo a información proporcionada por INDAP Cauquenes).
- La mano de obra la constituyen los integrantes del núcleo familiar, dónde el jefe de hogar es quien decide que hacer y cuando.
- El nivel educacional es bajo.
- Un alto porcentaje de los predios está con praderas naturales.
- Los suelos de aptitud agrícola dentro del predio se encuentran muy subdivididos, más por tradición que por algún esquema productivo.
- Los jóvenes no se interesan por las actividades agrícolas, siendo su meta irse a la ciudad en busca de mejores alternativas.
- Sus ingresos están complementados con trabajos que efectúan en predios forestales, por pensiones, o ayuda de hijos que trabajan en la ciudad.
- Aprovechan sus fuentes de agua en bebida de personas y animales; el cultivo de hortalizas es realizado preferentemente por las mujeres, en pequeñas superficies, sólo durante la primavera.

II. METODOLOGIA DE TRABAJO

Sobre la base de las actividades o intereses de los agricultores, y las fuentes de agua de sus predios, se trabajó considerando presentar el riego como una alternativa técnica, que permita modificar la estructura productiva tradicional del agricultor, con la introducción de cultivos más rentables, en una pequeña superficie, con la mano de obra del núcleo familiar.

III. ACCIONES DESARROLLADAS EN EL SECANO INTERIOR

La comuna de Cauquenes, ubicada en el Secano Interior de la VII Región, se caracteriza por una pluviometría promedio de 660 mm. al año, concentrada en los meses de Mayo, Junio y Julio, de acuerdo a los registros del Centro Experimental Cauquenes del INIA (Figura 1). Esta situación determina que la precipitación para fines de riego se produce cuando el agua no es necesaria, y cuando llueve el volumen es insuficiente.

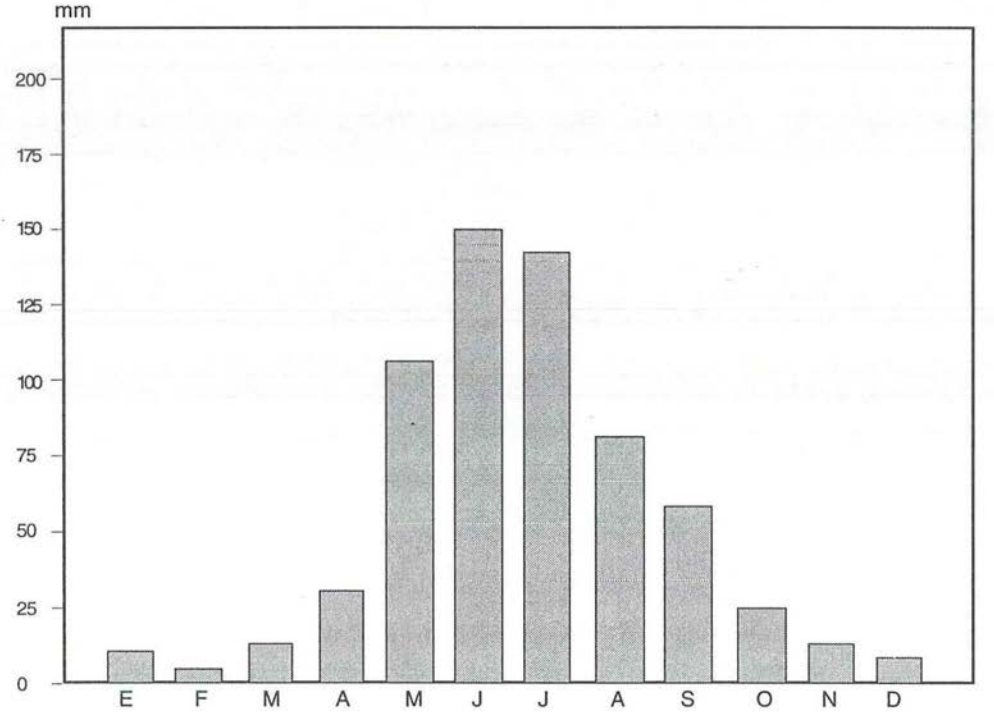


FIGURA 1.- Distribución mensual de la precipitación en la provincia de Cauquenes.

En el diseño y construcción de pequeñas obras en el secano es necesario conocer la máxima precipitación en veinticuatro horas y la precipitación total durante el año. El cuadro 1 muestra la precipitación total del año, el mes de mayor precipitación, y en éste el día de máximas, desde el año 1959 al 1994, de acuerdo a los registros del Centro Experimental Cauquenes del INIA.

En el cuadro tenemos que el promedio de precipitación anual desde el año 1959 a 1994 es de 660 mm, y la máxima anual durante éste período fue de 1.203,4 mm en el año 1972, con una máxima en 24 horas de 71,1 mm. La máxima anual del período fue de 258,2 mm el año 1968, con una máxima precipitación en veinticuatro horas de 22,8 mm.

El año 1992 presentó una precipitación total anual de 97,47 mm con una máxima precipitación en 24 horas de 132,3 mm siendo ésta la máxima del período considerado.

CUADRO 1.- PRECIPITACION ANUAL MENSUAL Y MAXIMA EN 24 HORAS AÑOS 1959 - 1994. INIA CENTRO EXPERIMENTAL CAUQUENES.

Año	Día	Mes	Total Mes	Max.24 hrs	Total Año
1959	03	Julio	229,5	54,7	842,9
1960	20	Junio	282,7	74,7	557,7
1961	02	Junio	162,9	41,6	620,8
1962		Junio	121,6		292,2
	13	Agosto		49,7	
1963	22	Agosto	193,3	42,6	788,8
1964	15	Agosto	124,6	46,0	394,1
1965	22	Junio		55,6	805,6
		Julio	252,8		
1966	20	Junio	304,1	55,0	796,3
1967	21	Mayo	199,8	54,3	499,7
1968	08	Junio	67,8	22,8	258,2
1969	06	Junio	206,9	62,4	557,7
1970	28	Julio	151,2	49,2	466,0
1971		Junio	163,3		609,1
	19	Agosto		48,3	
1972	14	Junio	381,9	71,1	1203,4
1973	27	Mayo	217,4	63,7	596,2
1974	27	Junio	416,9	130,7	771,3
1975	09	Mayo	119,9	26,8	646,8
1976		Junio	143,4		577,3
	27	Septiembre		40,1	
1977	21	Julio	330,5	53,9	804,9
1978	14	Julio	311,3	85,8	696,0
1979	28	Julio	182,5	53,6	532,4
1980	10	Abril	184,5	71,8	861,6
1981	11	Mayo	350,3	50,4	662,1
1982		Junio	225,5		1014,6
	12	Septiembre		60,3	
1983	17	Junio	165,4	67,2	541,4
1984	04	Julio	328,4	62,2	905,7
1985	25	Mayo	110,3	40,8	441,7
1986	21	Abril		63,4	968,7
		Mayo	279,8		
1987	11	Julio	341,0	74,2	908,7
1988	14	Mayo		72,8	698,1
		Julio	177,7		
1989	26	Julio	164,5	43,1	449,0
1990	29	Marzo		48,2	414,3
		Julio	85,8		
1991		Mayo	217,8		684,9
		Septiembre		50,9	
1992	04	Mayo	463,3	132,3	974,7
1993	03	Junio	236,0	49,1	654,7
1994	19	Julio	140,2	37,1	301,6

3.1 Fuentes de agua

Las fuentes de agua en el secano interior y costero son vertientes, pozos, norias y esteros. Estos últimos desaparecen o su caudal es mínimo en el período de riego.

En las experiencias realizadas se trabajó con vertientes, dónde se distinguen dos tipos:

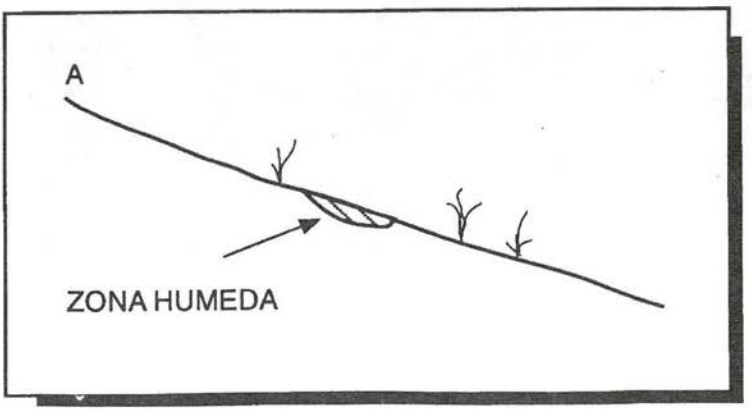
1. Vertientes cuyo caudal se acumula en un área definida y no escurre, que son las consideradas en el presente boletín.
2. Vertientes cuyo caudal escurre fuera del lugar de origen.

3. 1.1. Vertientes cuyo caudal no escurre de su zona de origen

Son numerosas en el secano interior, y son de menor calidad que las del secano costero, considerando el tiempo de recuperación o "llenado" de ellas.

Es el tipo de vertientes que normalmente se ubican como "charcos de recuperación" de agua, o bebederos de animales, los cuales se pueden trabajar en su zona de humedecimiento haciendo un estanque al excavar en la zona de origen (Figura 2) proporcional al tamaño del área mojada.

Obtenida la capacidad de almacenaje de la vertiente en metros cúbicos, se mide el tiempo (horas) en que se llena de agua el volumen del acumulador, marcando un nivel máximo de agua como punto de referencia (Figura 3). Cuando el agua llega al nivel máximo de referencia previamente marcado, se extrae mecánicamente toda el agua y se mide nuevamente el tiempo de recuperación.



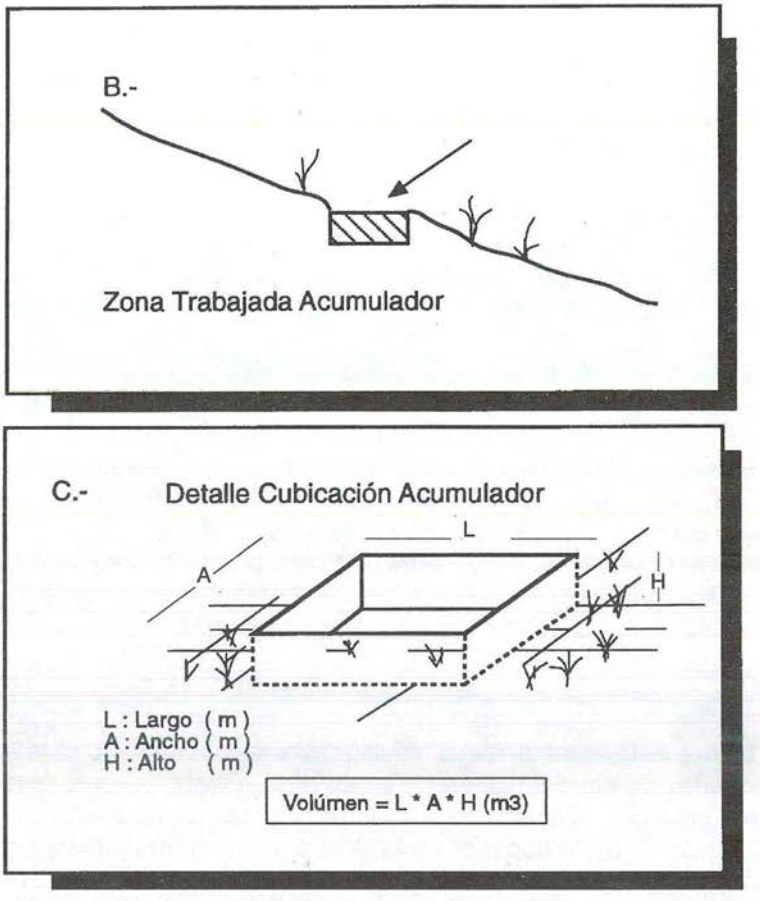


FIGURA 2.- Preparación de un charco de recuperación de agua.

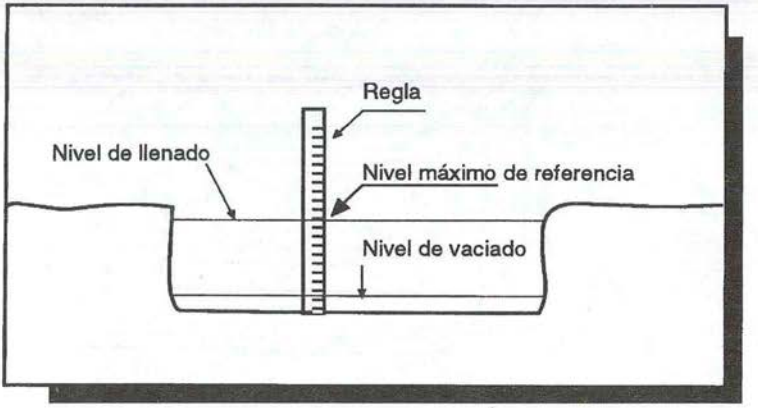


FIGURA 3.- Medición del caudal en un "Charco de recuperación de agua".

Estas mediciones se efectúan en primavera, verano y otoño, antes que se inicien las lluvias de la temporada, obteniéndose los volúmenes de recuperación, y el volumen de agua disponible por día y mes durante el año, lo que permite planificar los cultivos a trabajar. Para esto hay que considerar :

a. Requerimiento de agua del cultivo
b. Sistema de riego a utilizar
c. Mercado del cultivo
d. Mano de obra del grupo familiar en armonía a la superficie de trabajo.

En el desarrollo de las experiencias, se trabajó en diferentes sectores del secano interior de Cauquenes, uno de ellos es el Sector de "Esquina Mocha", ubicado en el kilómetro 8,5 del Camino Cauquenes - Chanco.

En algunas oportunidades, como en el módulo de "Esquina Mocha" Vertiente número dos, se requiere, por las características del lugar de origen de la vertiente, que no escurre del lugar de origen, instalar en el punto de salida del agua, una estructura muy simple de metal sobre concreto, para captar mejor el agua que se acumula durante la noche.

La altura de la lámina central de esta estructura es inferior a un metro.

3.1.2. Descripción de la estructura instalada en Esquina Mocha

Es una estructura de metal "anclada" sobre concreto. Cumple la función de una pequeña presa que almacena las aguas de la vertiente durante su recuperación nocturna (Figura 4). Dispone de dos vertederos, uno comprendido por el espacio formado entre la parte superior de la lámina y el extremo superior del muro de concreto y el otro, es un tubo ubicado en la parte extremo superior de la lámina que descarga sus aguas directamente a la tubería de riego .

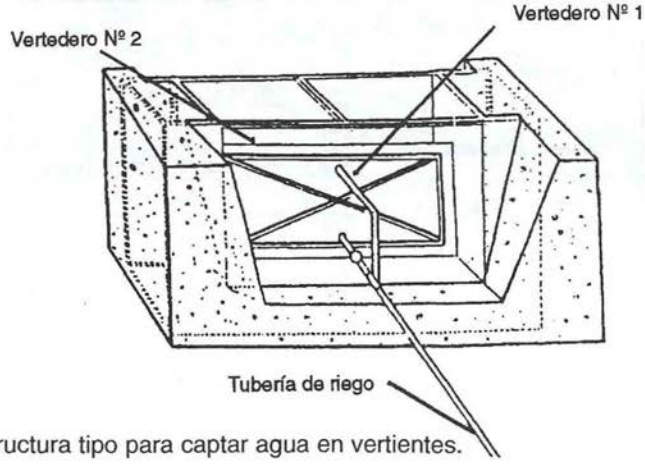


FIGURA 4.- Estructura tipo para captar agua en vertientes.

3.1.2.1 Elementos que constituyen la estructura

Las estructuras trabajadas utilizaron como materiales:

A. Concreto
B. Metal
A. Concreto

De acuerdo al tamaño de la obra, no necesariamente el concreto debe ser armado con fierro, por tener una altura de muro (lámina) no superior a 1 metro (Figura 5). Se recomienda trabajar con concreto armado cuando el ancho de la estructura es superior a un metro y medio. La base del concreto debe tener un ancho mayor o igual al alto del muro y sus alerones frontal y trasero, deben "anclar" la estructura en la estrata impermeable del suelo, para evitar pérdidas de agua por filtración. En el caso que la estrata impermeable esté demasiado profunda, es antieconómico concretar hasta llegar a ella, recomendándose profundizar el concreto hasta una profundidad equivalente a la mitad de la altura del muro (1/2 Hm) como máximo (Figura 6), lo que producirá ciertas filtraciones que no constituyen peligro. (Figuras 7 y 8).

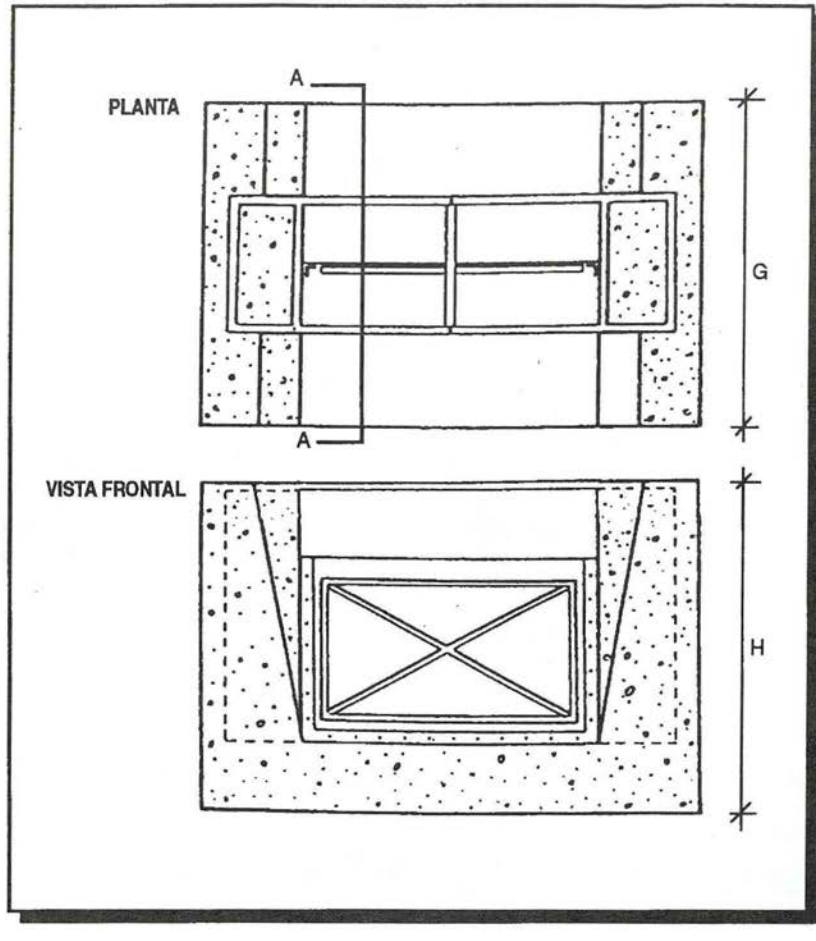


FIGURA 5.- Estructura tipo, menor a 1,0 metros de altura de la lámina para captar agua de vertientes

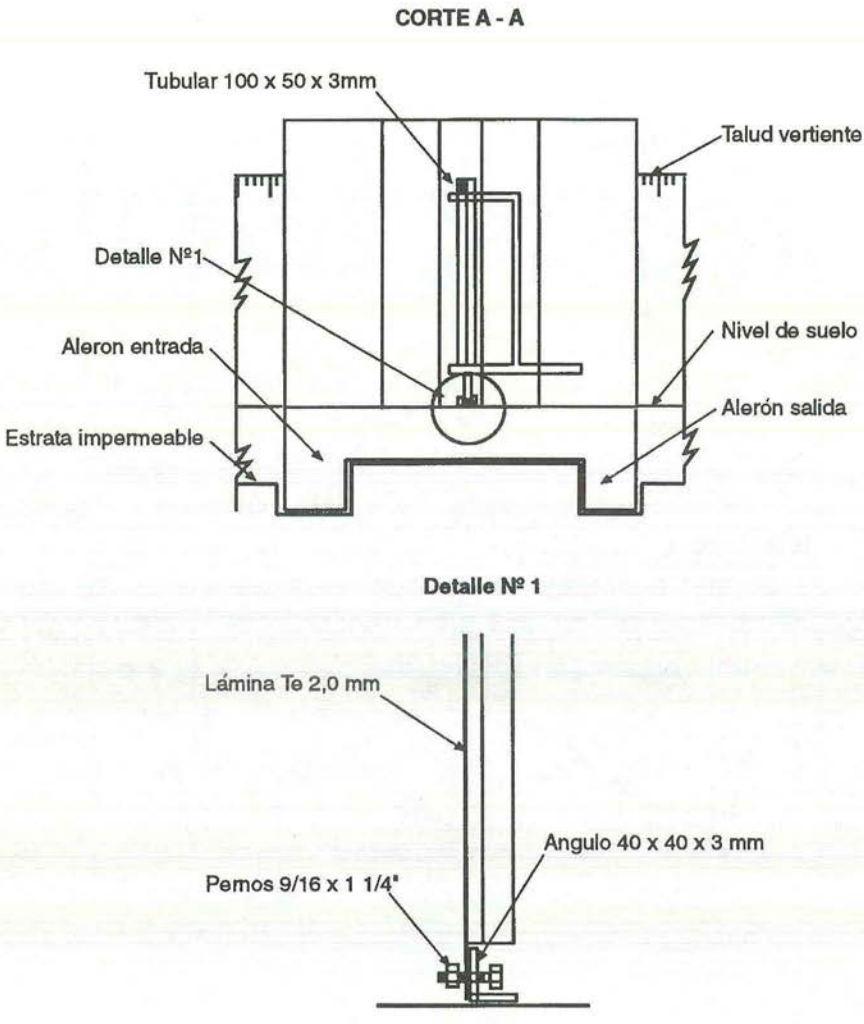
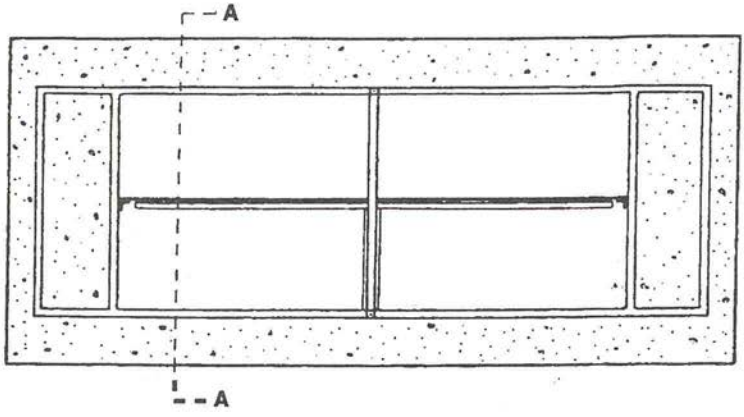


FIGURA 6.- Estructura tipo menor a 1,0 metros de altura de lámina para captar agua de vertientes.

PLANTA



VISTA FRONTAL

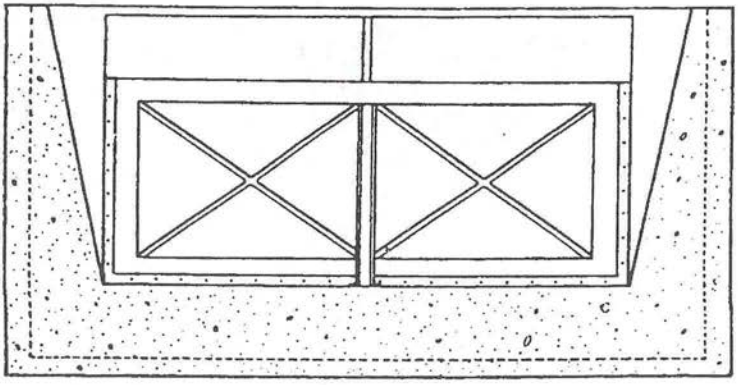


FIGURA 7.- Estructura tipo menor a 1,5 metros de altura de lámina para captar agua de vertientes

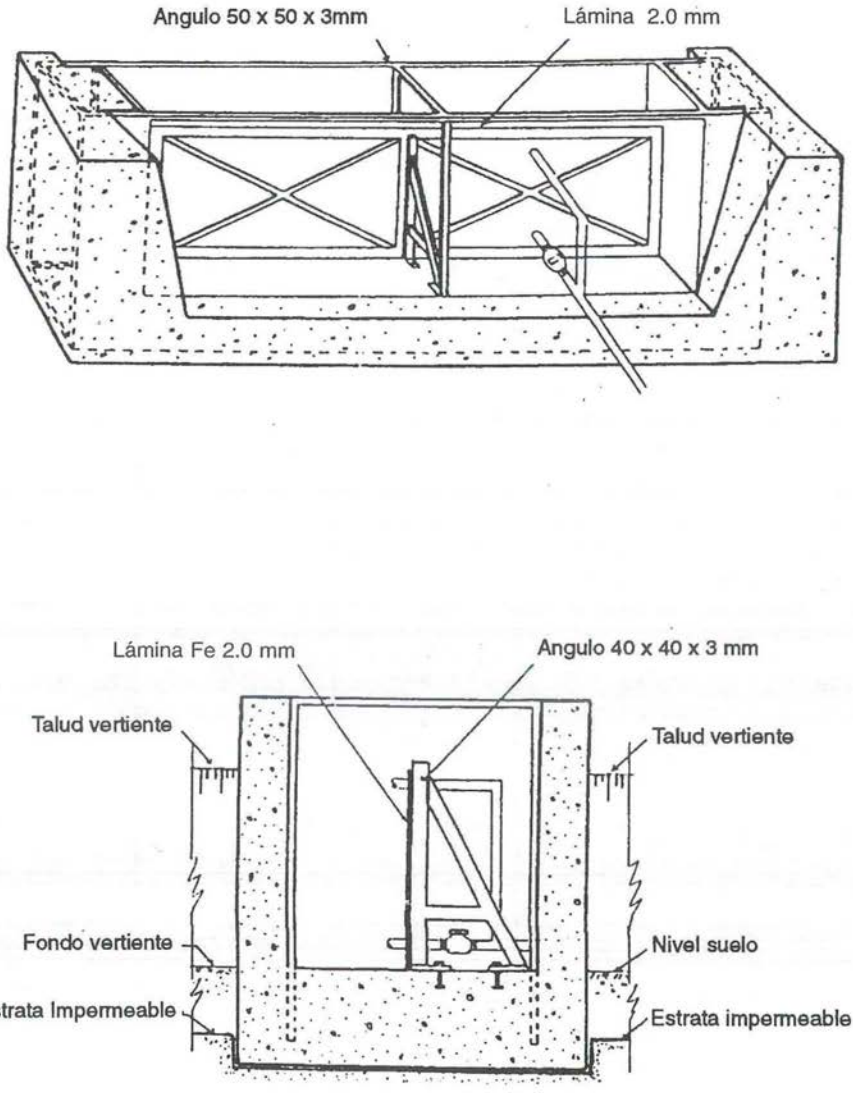


FIGURA 8.- Estructura tipo menor a 1,5 metros de altura de lámina para captar agua de vertientes.

Se debe recordar que estas estructuras se instalan en microcuencas o cárcavas del secano interior, que por el avanzado proceso de erosión que presentan la estrata impermeable se encuentra muy superficial, por lo cual es poco factible que la estructura no quede "anclada" en la estrata impermeable.

El concreto es conocido también como hormigón, que corresponde al trabajo en conjunto de cemento, arena y ripio. El cuadro 3 indica algunas dosis de la mezcla para generar volúmenes específicos de hormigón en base a un saco de cemento, los cuales podrán multiplicar tantas veces como sea el volumen requerido para nuestra obra.

CUADRO 2.- VOLUMEN DE HORMIGON

Obra	Cemento * (en sacos)	Arena (en litro)	Ripio (en litros)	Volumen de hormigón (en litros)
Revestimiento de canales	1	90	110	167
Pilares	1	75	95	142
Pavimento	1	65	105	142
Pavimento con cargas pesadas	1	55	90	125
Cimientos	1	150	160	250

(*) 1 saco de cemento = 42 kg.

Consideraciones generales:

1. El agua debe estar bien dosificada para un fraguado correcto y evitar grietas en la obra.

2. Las unidades se indican en la relación de un saco de cemento por volumen en litro, de arena y ripio, por lo cual se debe medir un recipiente (tarro), para trabajar con una unidad conocida.

3. La mezcla de los materiales debe efectuarse adecuadamente, para asegurar un producto final bueno.

4. Cuando se adiciona la mezcla en terreno natural, como por ejemplo la base y los muros de la obra, se moja el suelo para evitar que éste absorba agua.

Es recomendable estucar los muros de la obra. Para ello se trabaja con "morteros", el cuadro 3 indica las dosis mas utilizadas.

CUADRO 3.- ALGUNOS EJEMPLOS DE DOSIFICACION EN MORTEROS.

Cemento		Arena	Proporción	Estos morteros pueden servir en los siguientes casos: (además de muchos otros)
1	:	3	1/3	Para «estucos».
1	:	3	1/3	Para pegar piedras.
1	:	3	1/3	Para pegar bloques de hormigón y ladrillos.
1	:	2.5	1/2,5	Para pegar ladrillos.
1	:	2	1/2	Para impermeabilizar.

Consideraciones generales:

1. Los volúmenes se miden en litros.
2. El saco de cemento, 42 kilos, equivalente a un volumen de 35 litros.
3. Se debe seleccionar un tiesto con una capacidad conocida que permita dosificar adecuadamente la mezcla.
4. Siempre trabajar con sacos completos para evitar pérdida de material.

3.1.2.2 Vertederos de la estructura

Como se indicó anteriormente, la obra tiene un vertedero de pared delgada en la parte superior de la obra. Adicional a éste existe un vertedero formado por un tubo cuyo diámetro es proporcional al caudal de la vertiente, de tal forma que evite

que el agua sobrepase la lámina y se pierda (Figura 9).

El agua en cambio llega, hasta el tubo que descarga delante de la válvula y va a la zona de riego (Figura 9 B) donde puede ser utilizada directamente o almacenada en tambores como se indica en la figura 10.

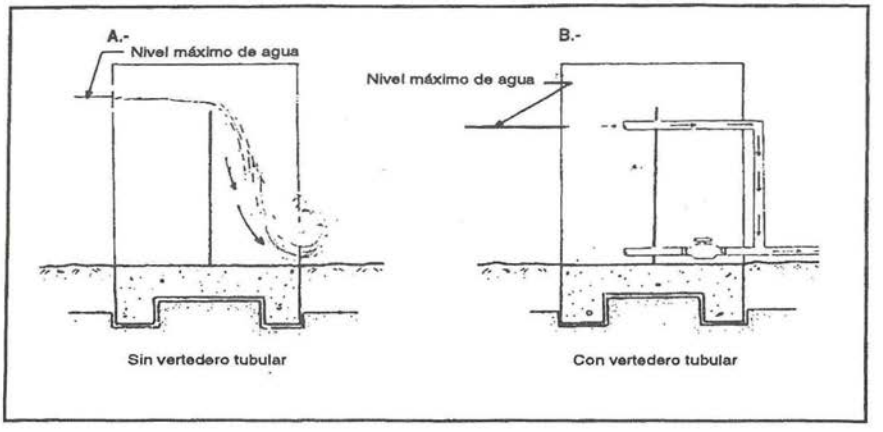


FIGURA 9.- Vertederos de la estructura

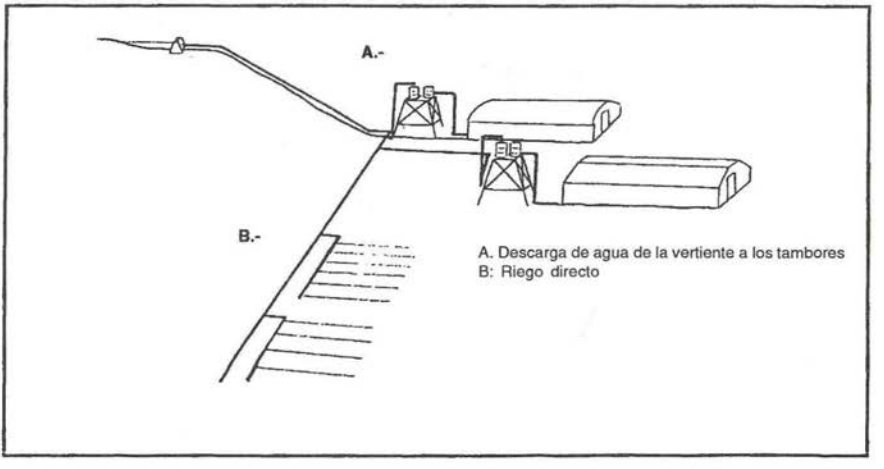


FIGURA 10.- Esquema tipo de utilización de agua de vertientes.

Los tambores cumplen la función de almacenar el agua de excedente de la vertiente durante la noche, y regular el riego de los invernaderos, al conocer el agricultor los volúmenes de agua que esta aplicando.

B. Metal

Va anclado sobre el concreto, que le sirve de soporte. Se utilizan en la construcción ángulos de fierro laminado 40x40x3 mm y 30x30x3 mm, no es recomendable al ángulo doblado por no tener la resistencia adecuada. En la parte central se utiliza una lámina de fierro de un espesor de 1,5 a 2,0 mm, recomendándose 2,0 mm, para evitar que la lámina se doble o "tuerza « al soldar los ángulos en ella. De disponer el equipo de soldadura adecuada, se puede, trabajar con la lámina de 1,5 mm.

3.1.2.3 Construcción de la obra

Seleccionado el lugar dónde se instalará la obra, se rompe el suelo hasta llegar a la estrata impermeable (si es posible), de tal forma de anclar el concreto en ella (alerones). Como se indicó anteriormente, el ancho de la base es igual o mayor a la altura de la estructura. Al efectuar los cortes en el muro de la microcuenca, se deben cortar rectos para evitar moldajes de madera, los cuales al quedar enterrados, con el tiempo se descomponen, favoreciendo las pérdidas de agua al escurrir por estos espacios. Luego se debe poner en contacto directo el concreto con el suelo para "sellar" o tapar todo espacio que pueda favorecer el escurrimiento de agua.

Es recomendable no instalar la estructura dónde existan raíces de árboles. La lámina central de la estructura se debe "amarrar" a los pilares metálicos antes de concretar la obra.

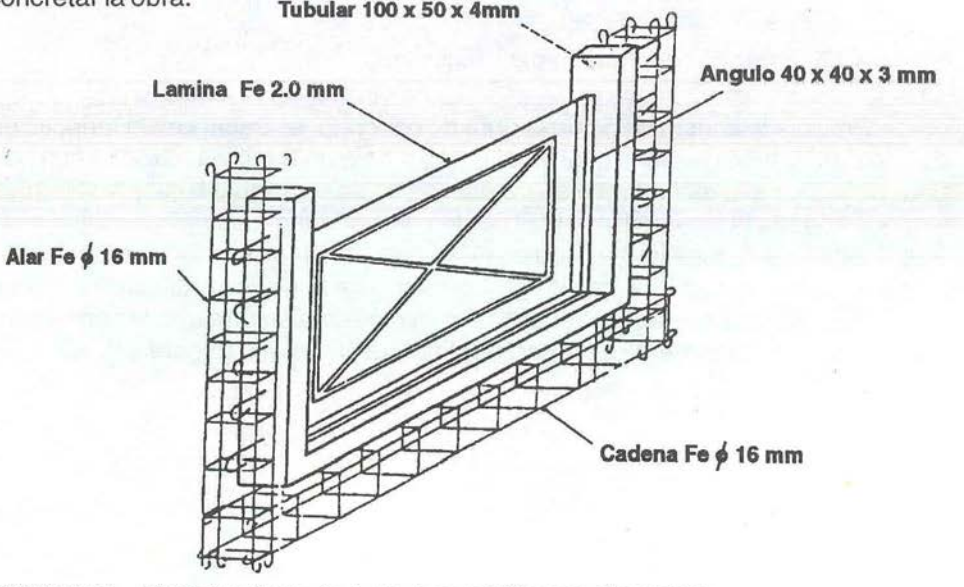


FIGURA 11.- Empotramiento de la lámina metálica en el concreto.

Al trabajar con el concreto, se efectúan los moldajes de madera (Figura 12), tratando que la superficie más suave de ésta, quede en contacto con ella, al no disponer la madera adecuada. Se pone una lámina de plástico en la superficie de madera que quedará en contacto con el concreto.

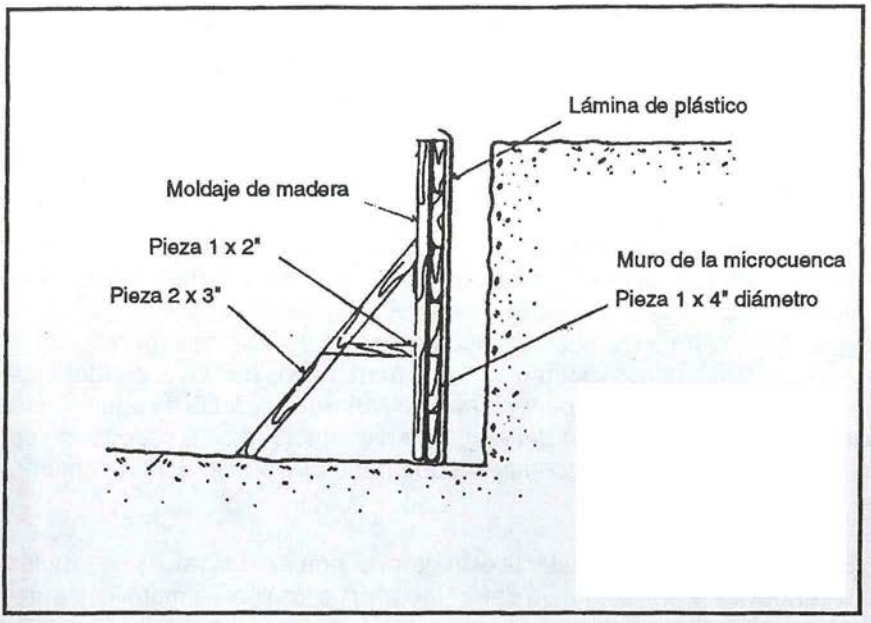


FIGURA 12.- Ubicación del moldaje para concretar

Previo a la construcción de la obra de concreto, se trabaja en la fabricación de la estructura de metal, lo cual en si lo constituye un tubular 100x50x4 mm que sirve de marco a la estructura y sobre ésta se solda un ángulo laminado 40x40x3 mm que soporta la lámina central. El cordón de soldadura debe ser continuo en el lado dónde va la lámina y alternado en el lado opuesto (Figura 13). Es recomendable perforar el ángulo dónde irán los pernos, antes de soldarlos al tubular 100x50x4 mm. Las perforaciones deben tener 1 - 2 mm más de diámetro que el perno, para que estos pasen libremente al armar la estructura en terreno (Figura 14).

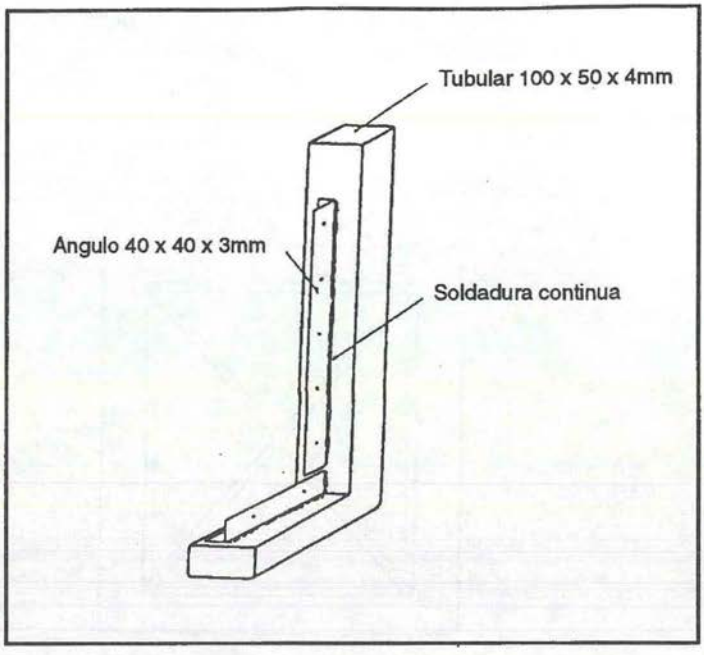


FIGURA 13.- Marco de la estructura

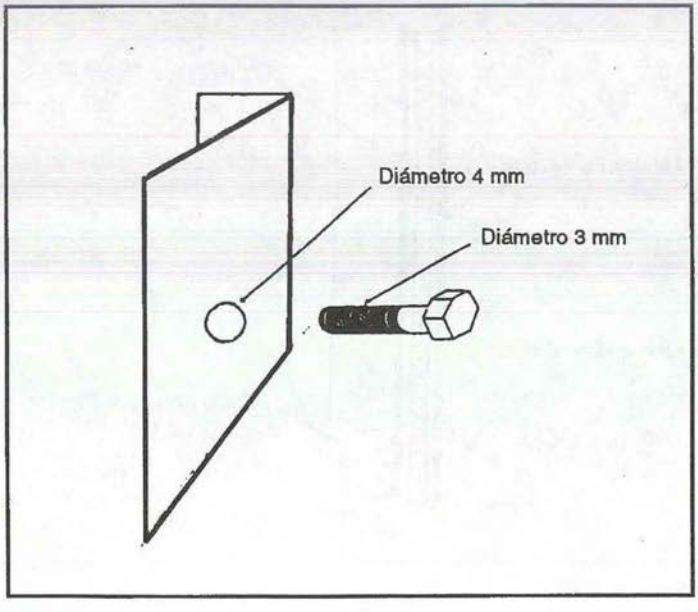


FIGURA 14.- Tolerancia de la perforación.

Para mantener la posición de la lámina central, se refuerza con ángulos laminado 30x30x3 mm dispuestos en forma radial, desde el centro de la lámina (Figura 15).

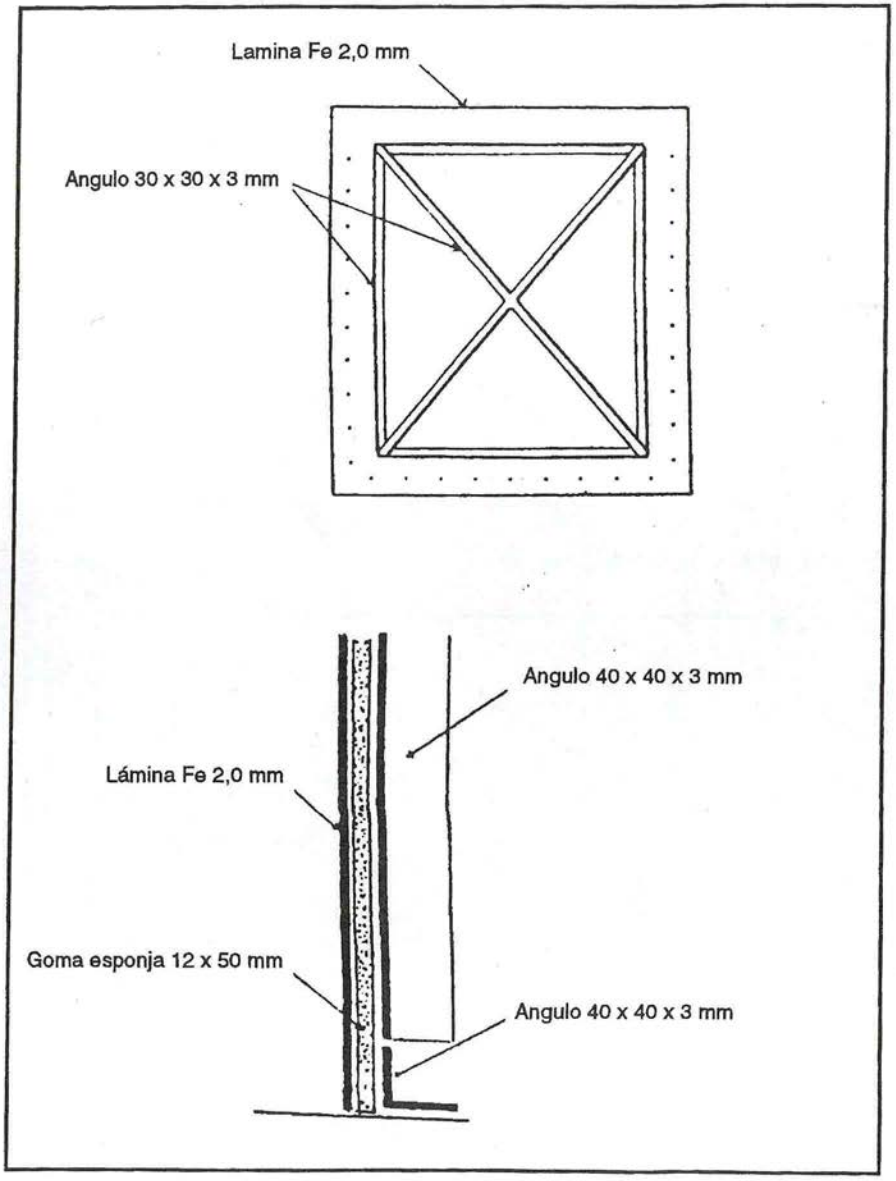


FIGURA 15.- Detalle lámina central.

Construida toda la estructura, se arma repasando cada perforación para asegurar que los pernos pasen libremente.

La estructura, completamente armada, se lleva a terreno y se ubica en el concreto en su eje central. Es recomendable no desarmar la estructura antes que el concreto este fraguado, para asegurar que cada perno quede en su posición correcta.

3.1.2.4 Funcionamiento de la estructura

La lámina central, al ir apernada en los ángulos 40x40x3 mm, que están soldados al muro de concreto a través del fierro tubular 100x50x4 mm, se puede sacar o poner cuando se requiera, en especial para "limpiar la vertiente" en forma periódica durante el año.

Al armar, se instala la lámina central apernando al ángulo 40x40x3 mm, ubicando entre la lámina y el ángulo una goma, que actúa como empaquetadura para evitar las filtraciones.

El vertedero, formado por el tubo figura 8 - B, funciona cuando la vertiente no es «vaciada», completado su tiempo normal de recuperación, descargando el agua directamente a la tubería que lleva el agua a la zona de riego.

El vertedero ubicado entre el extremo superior de la lámina y el borde superior del muro, funciona cuando existen precipitaciones repentinas en primavera, evitando que el agua pase sobre la estructura y la destruya.

3.1.2.5 Mantención

Después de ser desarmada la estructura, todas las partes dañadas deben ser cubiertas con pintura antióxido y antes de ser armadas en la temporada siguiente, debe ser pintadas con una pintura de color claro que permita visualizar cualquier daño que sufra la estructura.

3.1.2.6 Costo de la estructura

El cuadro siguiente indica los materiales a utilizar, cantidad, precio unitario y total expresado en pesos. No se consideró la mano de obra.

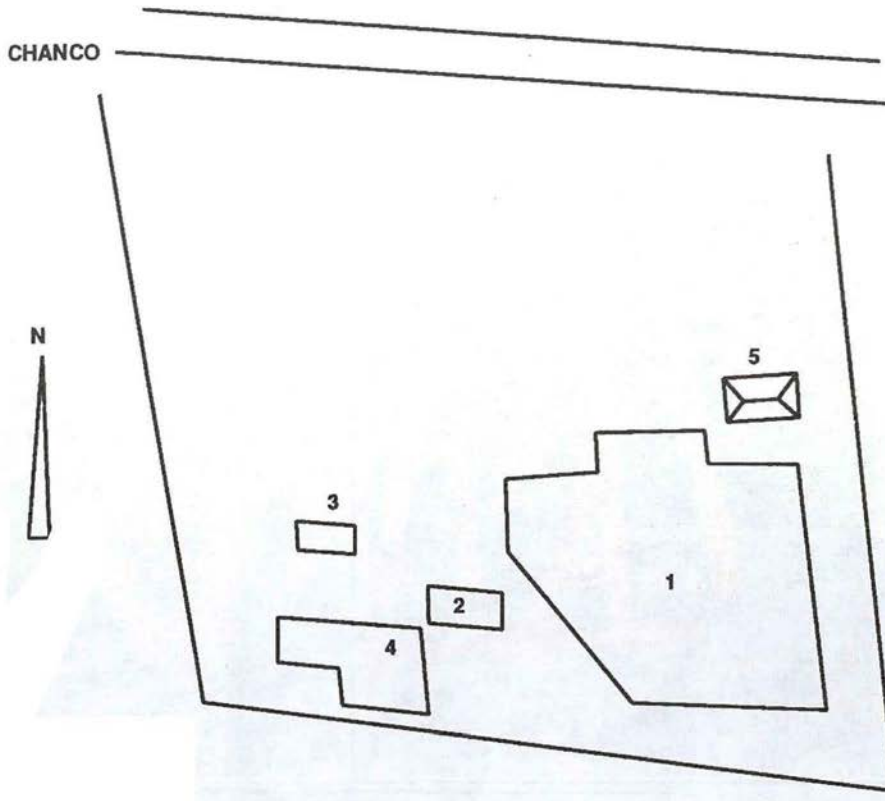
CUADRO 5.- COSTO ESTRUCTURA TIPO 1 METRO ANCHO POR 1 METRO ALTO. SEPTIEMBRE 1995

MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Lámina de fierro 2 mm	U	1/2	16.000	8.000
Angulo 40x40x3 mm	U	1	6.500	6.500
Angulo 30x30x3 mm	U	1	5.000	5.000
Tubular 100x50x4 mm	U	1/2	9.000	4.500
Concreto	m^3	3/4	40.000	30.000
Pernos	U	30	30	2.400
Golillas	U	30	10	300
Pintura antióxido	Gl	1/4	3.000	750
Pintura naranja	Gl	1/4	6.000	1.500
TOTAL (pesos)				58.950

3.2. EXPERIENCIA EN ESQUINA MOCHA

En el Kilómetro 8,5 del Camino Cauquenes-Chanco se encuentra la propiedad del Señor Orlando Venegas, de una superficie total de 15 hectáreas de secano. En el extremo inferior de la propiedad, en una superficie de 0,5 hectáreas se trabajó con diferentes alternativas productivas (Fotos 2, 3 y foto portada) regadas con agua de dos vertientes cuyo caudal no escurre de su zona de origen.

En la figura 16 se muestra la ubicación de las acciones realizadas en media hectárea.



1.- Viña Chardonnay (superficie 2.500 m²)
2.- Invernadero (superficie 120 m²)
3.- Invernadero (superficie 45 m²)
4.- Moscatel Rosada (superficie 1.000 m²)
5.- Casa habitación

FIGURA 16.- Ubicación trabajos en esquina mocha

La topografía del predio es accidentada, en los 2.500 m² dónde se plantó la viña vinífera variedad Chardonnay, como lo muestra el levantamiento topográfico (Figura 17), dónde se diseñó un sistema de riego por cintas (Figura 18).

Las fuentes de agua la constituyen dos vertientes 1 y 2 ubicadas a un desnivel de 5 metros de altura en relación al punto más alto de la zona de la viña. Cada sector de riego, fue regulado para trabajar con una presión de 1,0 bares.

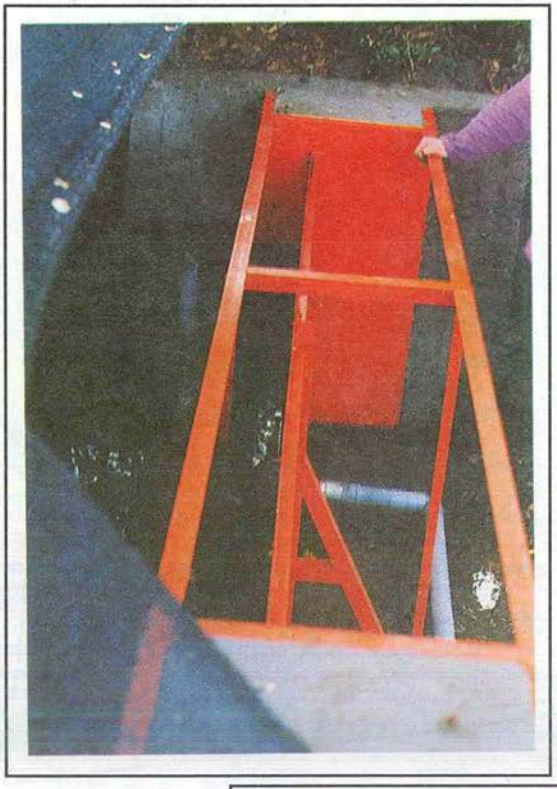


FOTO 1.- La foto muestra el vertedero sobre la lámina y el vertedero tubular que capta los excedentes de agua de la vertiente, antes que llegue al límite superior de la lámina, el agua captada por este vertedero, va directamente a la zona de riego o es acumulada en tambores o recipientes de acumulación.

FOTO 2.- La foto muestra parte del módulo de "Esquina Mocha" al inicio de las acciones, dónde se trabajó con el agua de vertientes, regando con sistemas presurizados (cintas), la viña Chardonnay, lechugas, tomates y gladiolos.

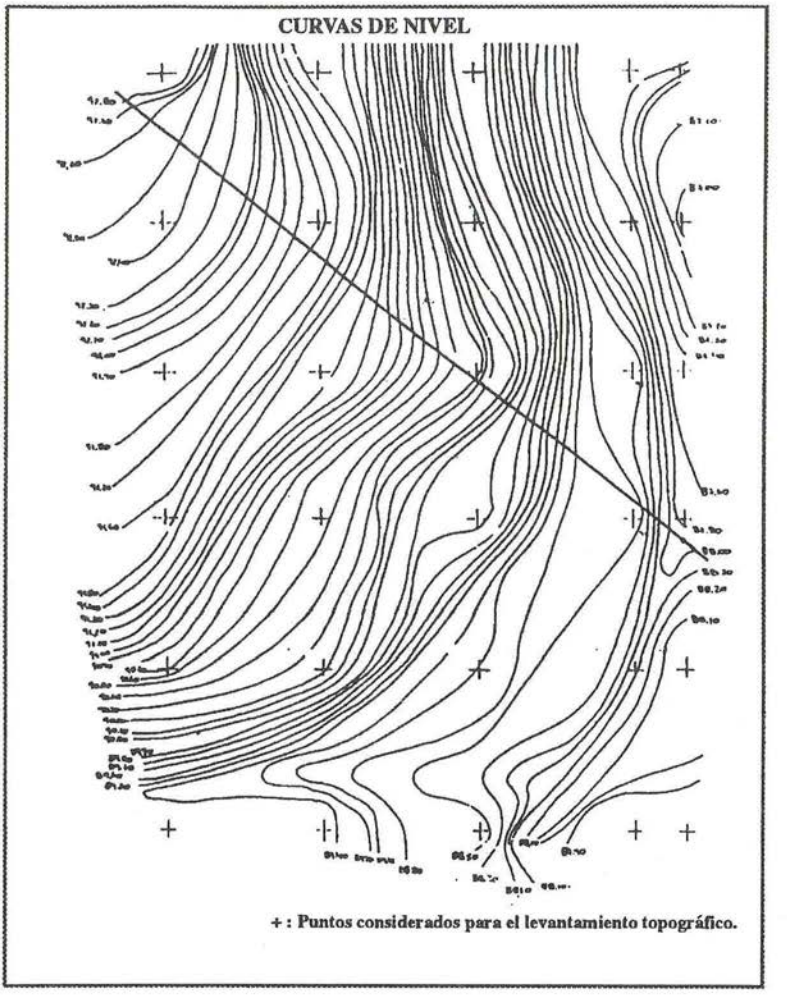


FIGURA 17.- Plano en curvas de nivel

La figura 18 muestra la sectorización ejecutada para regar la viña Chardonnay, plantada a una distancia entre hileras de 3,5 metros y sobre la hilera a medio metro, (esta distancia permitió utilizar la cinta de riego, con perforaciones cada 20 centímetros) conducida en doble cruceta y podada en cordón unilateral.

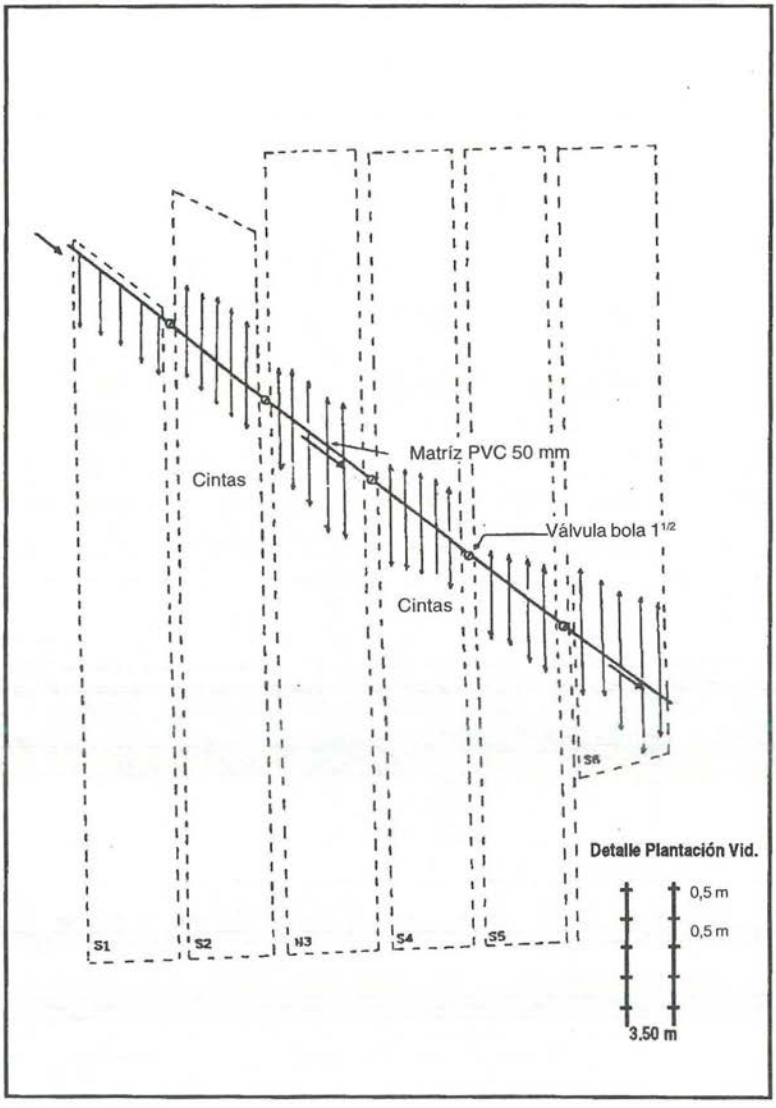
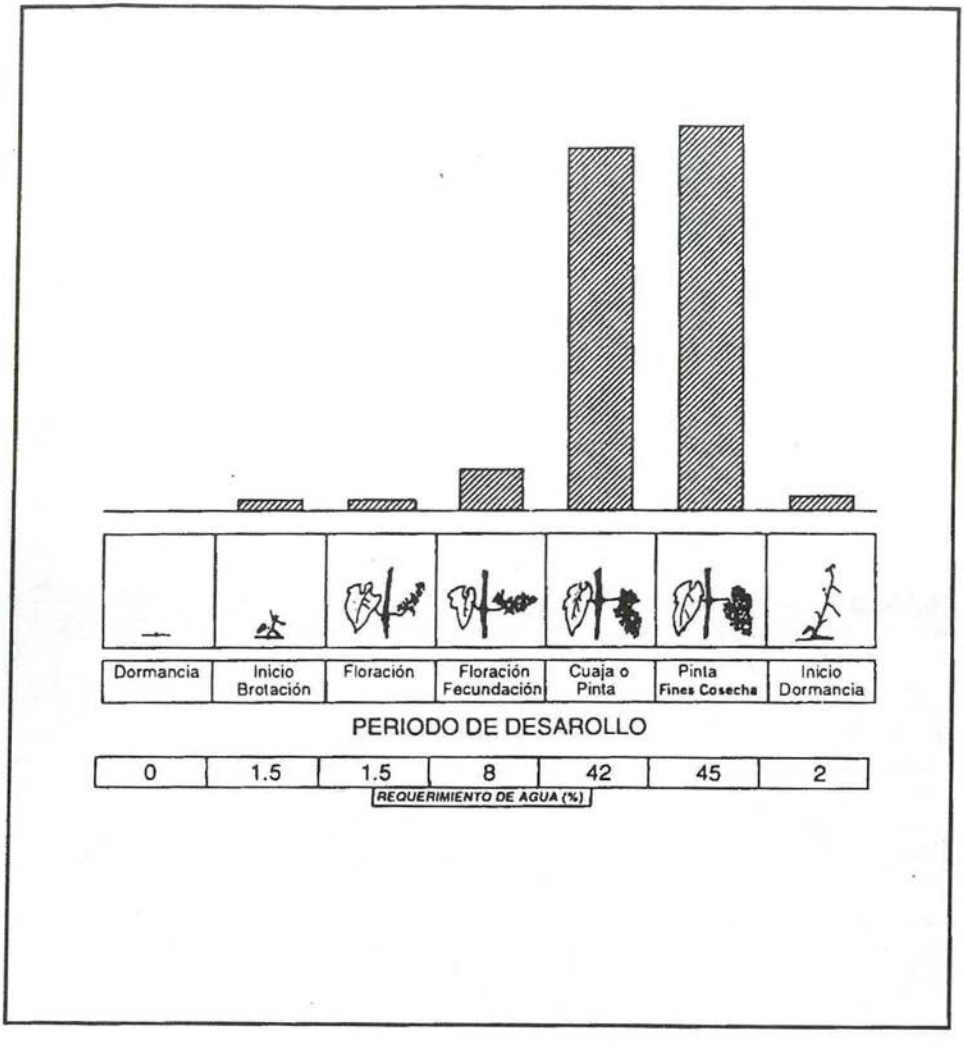


FIGURA 18.- Sectorización y sentido de riego

3.2.1 Temporada 1993 - 1994

Se trabajó vid vinífera variedad Chardonnay como primera alternativa productiva, considerando su mercado local y la tradición vitícola de los agricultores del secano interior de Cauquenes.

En el estudio de los requerimientos hídricos de la vid se consideró el período de desarrollo en que se encuentra la planta (Figura 19).



ESQUEMA 19.- Requerimientos de agua (%) por período de desarrollo de la vid.

En el período de cuaja a pinta, y pinta a fines de cosecha, se aplicó el 87 % del volumen total de agua requerido por el cultivo en la temporada, en este caso estimado en 9.000 m^3/hectárea año. Como la superficie plantada es de 1/4 de hectárea, el volumen de agua a aplicar corresponde a 1.958 metros cúbicos/año.

El cuadro 5 indica los valores Kc (coeficiente del cultivo de la vid) tomados como referencia para calcular los volúmenes de agua a aplicar.

CUADRO 6.- COEFICIENTE Kc DE LA VID, DE ACUERDO AL PORCENTAJE DE DESARROLLO DEL CULTIVO REGADO POR GOTEO.

PORCENTAJE DEL ESTADO DE DESARROLLO Desde brotación a caída de hoja										
%	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Kc	0.15	0.25	0.35	0.55	0.60	0.55	0.40	0.25	0.15	0.15

El aporte de agua de las dos vertientes trabajadas y los requerimientos de agua de la vid durante el año, se indican en el cuadro 7; se puede apreciar que las vertientes son capaces de satisfacer los requerimientos hídricos de la vid, quedando un remanente en los meses críticos, que es utilizado para la bebida de animales.

CUADRO 7.- APORTE DE AGUA DE DOS VERTIENTES (m^3/mes) Y REQUERIMIENTOS DE AGUA DE LA VID DURANTE EL AÑO. SECTOR "ESQUINA MOCHA".

	MESES											
	A	**S**	**O**	**N**	**D**	**E**	**F**	**M**	**A**	**M**	**J**	**J**
VERT 1	750	780	750	780	750	750	750	780	780	750	750	780
VERT 2	840	870	870	840	840	870	870	840	840	840	870	870
TOTAL	1.590	1.650	1.620	1.620	1.620	1.620	1.620	1.620	1.620	1.690	1.620	1.650
Requerimiento mensual vid 1/4 hectárea	0	29.7	29.7	285.9	624.7	680.7	550.7	48.6	0	0	0	0

3.2.2. Temporada 1994-1995

De acuerdo a los resultados de la temporada 1993-1994, en la cual el agua de las vertientes sólo se utilizó en los meses de diciembre, enero y febrero, para regar la vid variedad Chardonnay, en la temporada 1994 - 1995, considerando el interés del agricultor y la disponibilidad de agua de las vertientes, se incorporaron las siguientes alternativas productivas: lechugas, tomates y gladiolos.

3.2.3 Producción estacional y nuevas alternativas productivas pequeño agricultor temporada 1994 - 1995.

En la temporada 1994-1995, se trabajó con cultivos bajo plástico, fuera del cultivo de la vid (Figura 20).

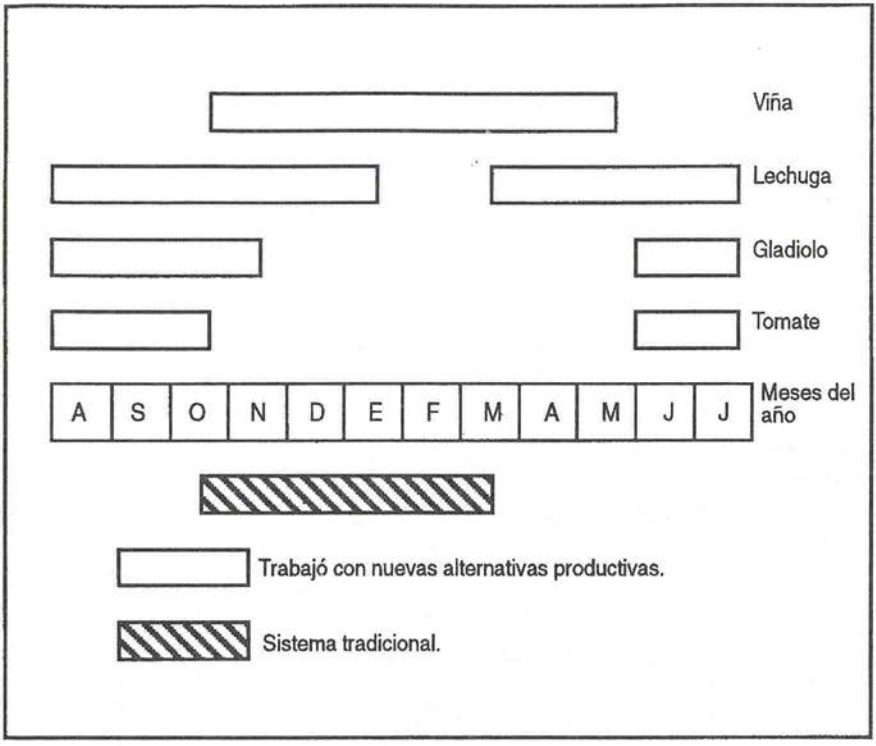


FIGURA 20.- Programación anual de siembras

El esquema muestra el período tradicional de trabajo y el nuevo sistema propuesto, basado en trabajar durante todo el año una superficie reducida de suelo bajo plástico y otra al aire libre con alternativas productivas rentables.

La agricultura tradicional se extiende entre los meses de octubre a marzo durante el año. El sistema propuesto abarca los meses de agosto a enero y marzo a julio, quedando un mes en que el agricultor realiza la cosecha de sus productos tradicionales, como trigo, lenteja, etc., complementando así el trabajo anual.

Las alternativas productivas se basaron en el cultivo de la lechuga, el tomate, el gladiolo, orientando la cosecha a los primeros días de Noviembre, para obtener los mejores precios, y las vertientes quedan disponibles para asegurar la disponibilidad de agua para la viña variedad Chardonnay, desde mediados de noviembre, diciembre y febrero.

De esta forma se ocupa el agua de las vertientes durante todo el año, con

diferentes alternativas productivas, cuyos requerimientos de agua no ocurren en los mismos meses.

De acuerdo a visitas efectuadas a los predios del secano interior y costero de Cauquenes, se determinó que el cultivo de hortalizas (huerto familiar) no se efectúa en el invierno, y la superficie promedio no supera los 50 metros cuadrados. Basado en lo anterior, se diseñó y construyó un invernadero tipo de 3 metros de frente por 15 metros de ancho, cuyas características se indican en la Figura 21 y 22.

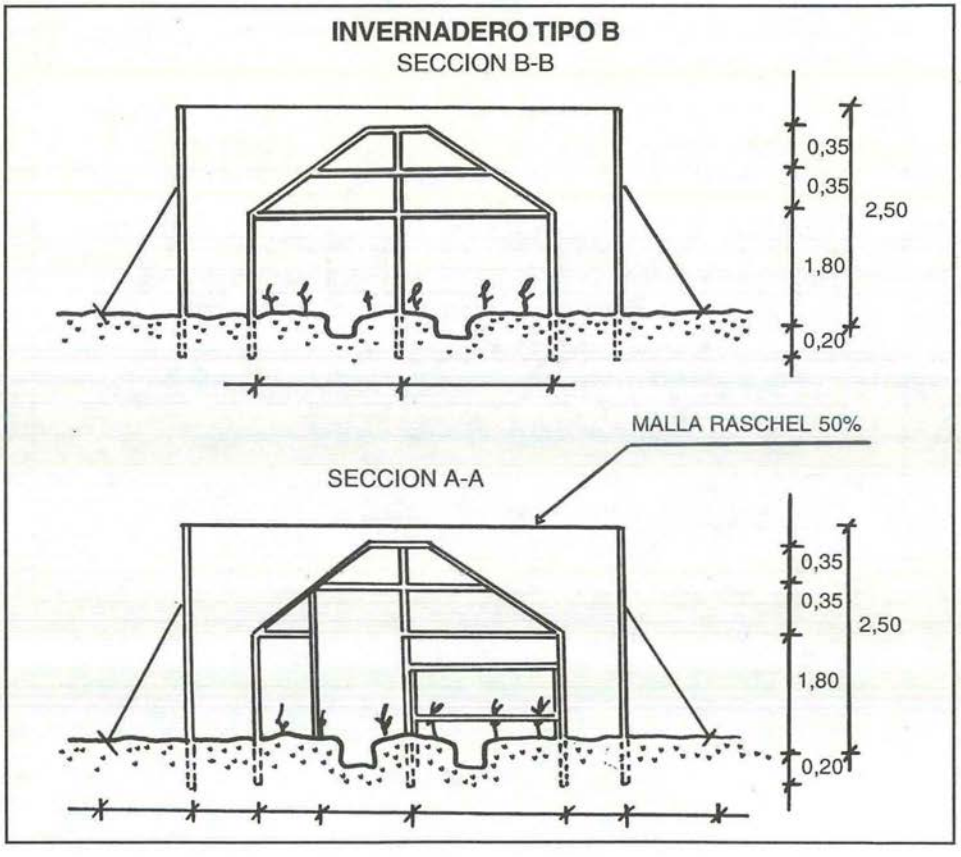


FIGURA 21.- Invernadero tipo

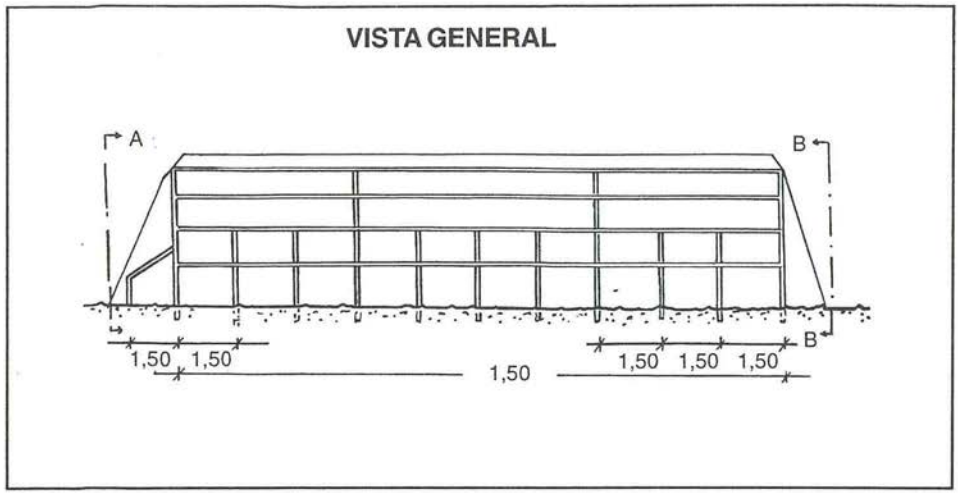


FIGURA 22.- Invernadero tipo B

El invernadero tiene dos pasillos, con una pendiente marcada en un sentido y una profundidad de 0,30 m cada uno, lo que facilita el drenaje del suelo en el invierno y le da una mayor altura a la estructura, cuando el agricultor se encuentra en su interior.

El costo de la estructura se expresa en Unidades de Fomento en el cuadro 8. El plástico es del tipo tratado para dos temporadas. Al sacar el plástico en el verano, permite su empleo por una temporada más, aumentando a tres años su duración.

CUADRO 8.- COSTO INVERNADERO 3X15 metros

MATERIALES	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO UF	COSTO TOTAL UF
Postes Impregnados 3-4" x 2,50 mts	18	U	0,11	1,980
Pino 1x4" dimensionado	66	U	0,041	2,740
Pino 1x2" dimensionado	12	U	0,022	0,270
Pino 1/2x1" dimensionado	50	U	0,014	0,704
Alambre galvanizado Nº 14	6	Kg	0,038	0,232
Clavos 3"	2	Kg	0,033	0,066
Clavos 2"	3	Kg	0,033	0,099
Clavos $1^{1/2}$	3	Kg	0,035	0,105
Grapa 1"	0,5	Kg	0,048	0,024
Polietileno U V 2 temporadas 2,00 mts x 0,15 mm	20	Kg	0,125	2,510
TOTAL				**8,736**

El sistema de riego utilizado en los invernaderos fue cintas (Figura 23). El filtro de arena se ubica en el lugar de origen de la vertiente y el de malla en la zona de riego.

Durante la noche el agua de la vertiente se almacena en tambores instalados en la zona de riego, en torres de madera de 2,5 metros de altura (Figura 24).

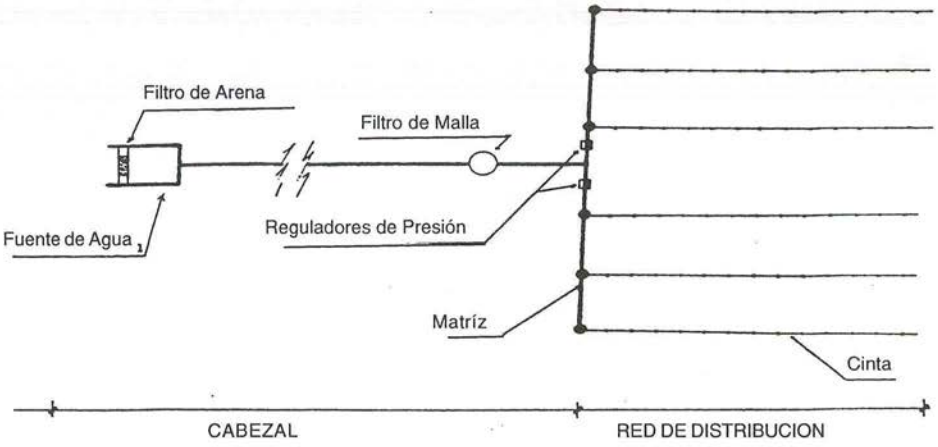


FIGURA 23.- Esquema tipo riego por cintas

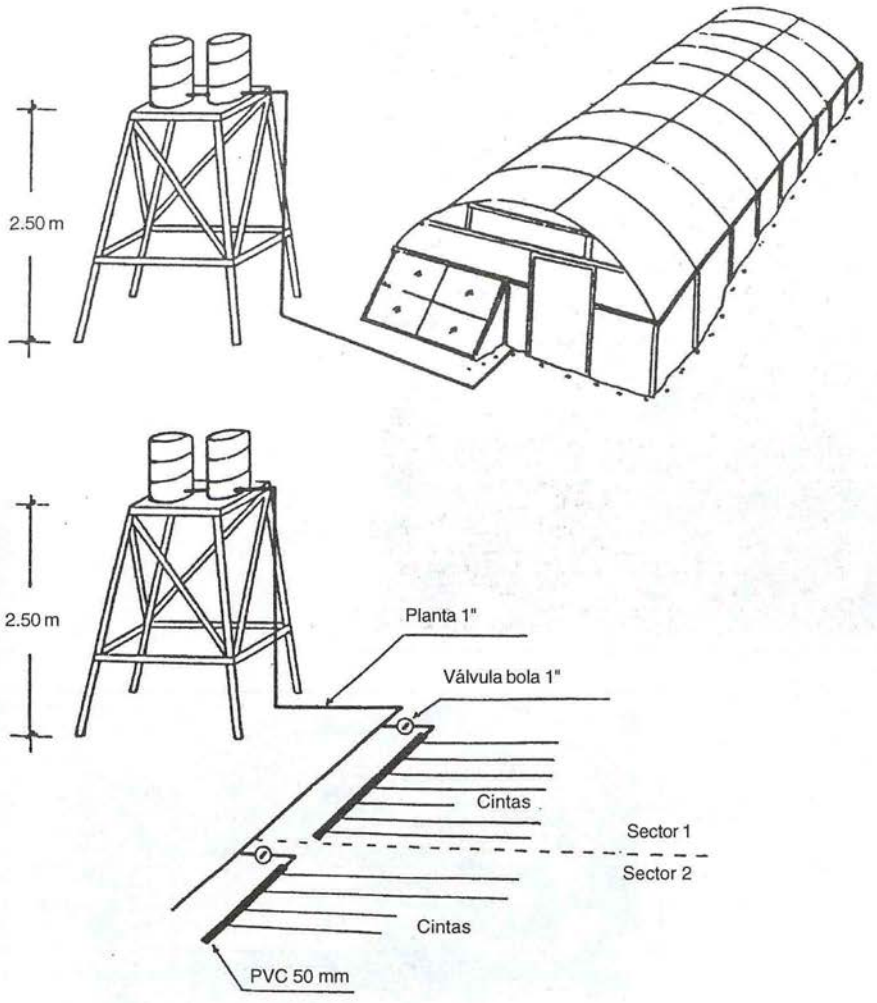


FIGURA 24.- Esquema riego invernaderos

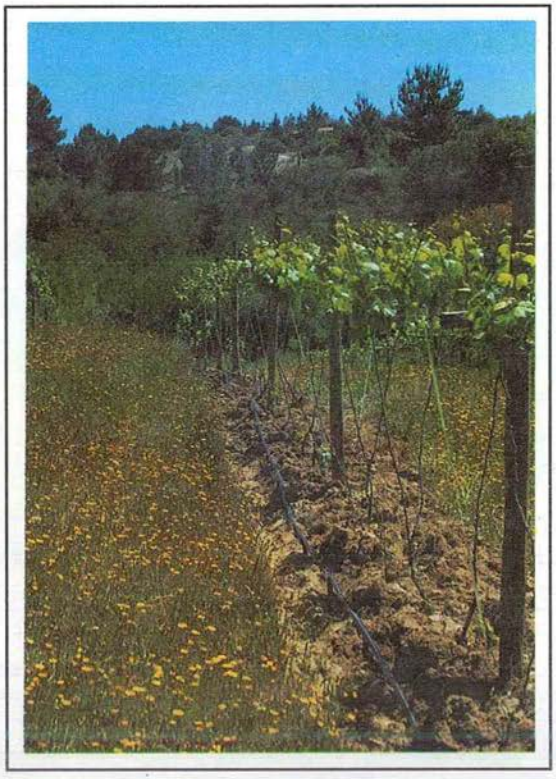


FOTO 3.- El sistema de riego por cintas con perforaciones cada 20 cm. funciona bien en la viña Chardonnay, la cual se plantó con una distancia entre hileras de 3,5 metros y sobre la hilera 0,50 metros.

La foto muestra una línea de plantación durante el primer año de establecimiento. Para evitar la erosión del suelo sólo se cultivó sobre la línea de plantación.

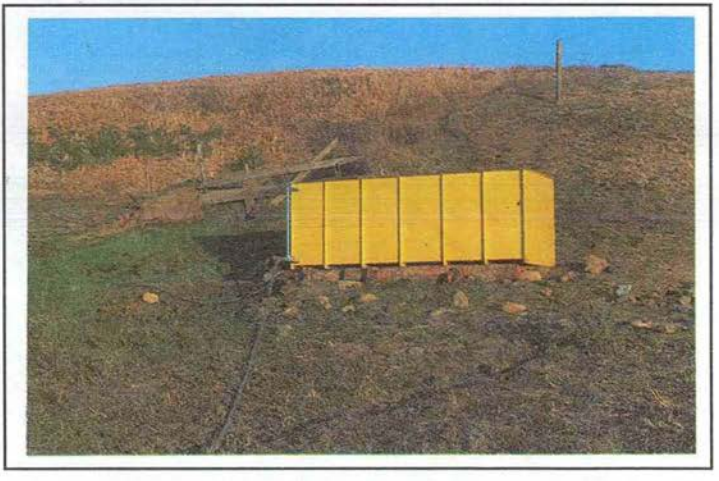


FOTO 4.- La foto muestra un acumulador metálico funcionando, alimentado por una vertiente en la comuna de Chanco. El color amarillo claro de la estructura permite detectar claramente los daños que pueda sufrir, para repararlo en forma rápida.

3.2.4 Análisis económico de la experiencia de esquina mocha

Este análisis económico esta basado en las siguientes consideraciones

1. Trabajar solo 1/2 hectárea del predio durante todo el año.
2. No existencia de riego .
3. Introducir el riego presurizado mediante el uso de cintas en forma gravitacional.
4. Trabajar durante períodos de otoño e invierno con invernaderos tipo.
5. El cultivo de tomate, lechuga, gladiolo y viña vinífera (variedad Chardonnay), como alternativas rentables para el agricultor.

En el desarrollo del estudio se consideran dos situaciones.

* Media hectárea trabajada en forma tradicional.
* Media hectárea con uso de vertientes y alternativas propuestas.

3.2.4.1 Media hectárea trabajada en forma tradicional

El predio es representativo de los pequeños agricultores del secano interior. En la superficie de suelo de la cual se fraccionó a 1/2 hectárea, el agricultor la trabaja con ovejas.

El cuadro 9 determina el margen bruto de las acciones realizadas por el agricultor en la media hectárea seleccionada.

CUADRO 9.- COSTO PRODUCCION OVEJAS POR HECTAREA SECANO

LABOR	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO UF	COSTO/Ha UF
Mano de obra	4	JH	0,25	1,0
Varios	-	-	0,50	0,5
TOTALES				1,5
Carga ov./ha/año 1,8 x 20.000				3,0
Margen bruto/ha/año				1,5
Margen bruto media hectárea				0,75

3.2.4.2 Media hectárea con uso de vertientes y alternativas productivas

Se consideró habilitar media hectárea del predio, para regar gravitacionalmente por cintas, los siguientes rubros:

* Viña Chardonnay
* Tomates bajo plástico
* Lechugas bajo plástico
* Gladiolos bajo plástico

El costo de la inversión y el margen bruto de la media hectárea trabajada se indica en el cuadro 10. Los tomates y lechugas se trabajan bajo plástico, obteniéndose dos producciones de lechuga y una de tomate, durante la temporada en el invernadero de 45 y 126 metros cuadrados. Los gladiolos se trabajaron en un invernadero de 45 metros cuadrados lográndose una producción en la temporada.

CUADRO 9. COSTO INVERSION MEDIA HECTAREA SUELO SECANO INTERIOR

LABOR	SUPERFICIE	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO UF	TOTAL UF	INGRESO UF
Limpia y destronque	-	JH	8	0,25	2,00	-
Invernadero 3 x 15	45	m^2	1	8,74	8,74	-
Invernadero 6 x 21	126	m^2	1	17,06	17,06	-
Viña Chardonnay	0,32	ha	1	66,20	66,20	75
Viña Moscatel Rosada	0,06	ha	1	9,86	9,86	14,09
Gladiolos	* 45	m^2	1	6,23	6,23	17,46
Lechugas	** 45	m^2	1	2,71	2,71	8,74
Tomate	* 126	m^2	1	5,11	5,11	63,36
Lechugas	**126	m^2	2	3,21	6,42	29,38
TOTALES					**124,33**	**208,03**
MARGEN BRUTO						**83,70**

* : Se trabaja en los invernaderos
** : 2 producciones en la temporada
: Costo unitario de producción incluye costo proporcional sistema de riego.

La inversión en riego y estructuras de invernaderos en media hectárea es fuerte para el agricultor (Cuadro 11), equilibró por el margen bruto obtenido, el ocupar la mano de obra del grupo familiar y el establecimiento de una infraestructura que le permitirá trabajar por varios años (estructura de madera tratada de los invernaderos, matrices de riego bajo el suelo, etc.). De igual forma, la línea creditícia de INDAP, le permite amortizar cada dos años el plástico de los invernaderos y las cintas de riego.

CUADRO 11.- INVERSION Y MARGEN BRUTO CON Y SIN PROYECTO, MEDIA HECTAREA SECANO INTERIOR.

CON PROYECTO		SIN PROYECTO	
INVERSION	MARGEN BRUTO	INVERSION	MARGEN BRUTO
124,33	83,70	0,75	0,75

IV. SECANO COSTERO PROVINCIA DE CAUQUENES

Las fuentes de agua como vertientes y pozos, son de mejor calidad que el secano interior, en especial las vertientes son de recuperación más rápida, al ser de almacenamiento que no escurre del lugar de origen, y los caudales son mayores cuando se trata de vertientes cuyo caudal sale de la zona de origen.

De acuerdo a lo anterior, las estructuras utilizadas fueron para acumular agua fuera de la vertiente, en especial se trabajó con la estructura de metal de tres metros de largo, un metro de ancho y un metro de alto (3x1x1), construída con láminas de fierro de 3 mm de espesor (Figura 25, foto 5).

Esta estructura se ubica a un nivel inferior del lugar de origen de la fuente de agua, de tal forma que esta caiga gravitacionalmente a ella (Figura 26). El agua de la vertiente se acumula en la estructura durante la noche para ser utilizada en el día, en conjunto con el agua que escurre de la vertiente. La capacidad de la estructura es de 2.900 litros. Si la vertiente tiene una capacidad mayor de recuperación durante la noche, para no perder este caudal, se instala otra u otras estructuras una al lado de la otra, comunicadas por tubos. En el caso de una sola estructura el tubo superior de rebalse se descarga a la zona de riego, evitando que el agua sobrepasa la estructura y se pierda (Figura 27). Las característica de esta estructura se indican en planta, vista lateral y frontal en la figura 28.

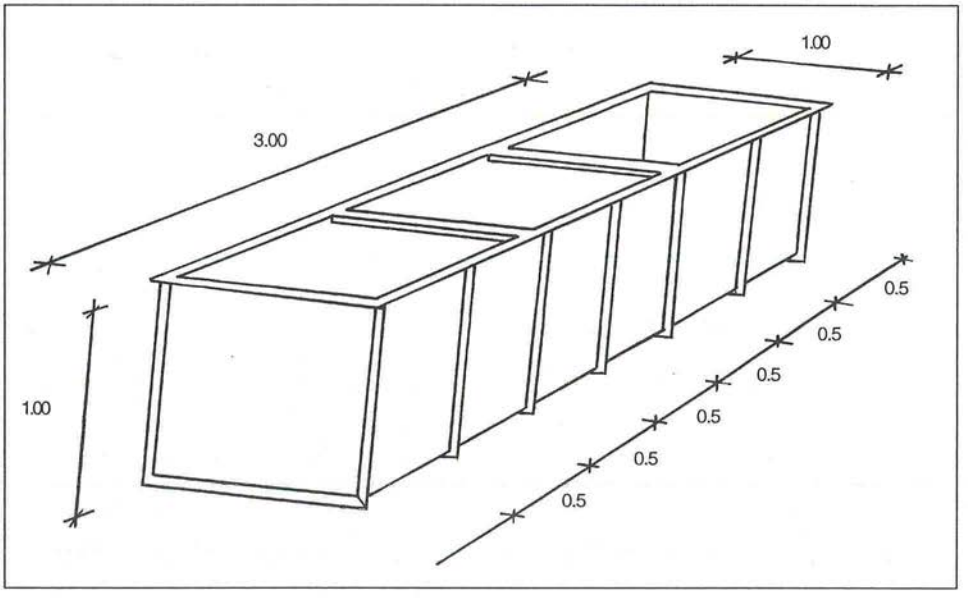


FIGURA 25.- Estructura 3x1x1 metro

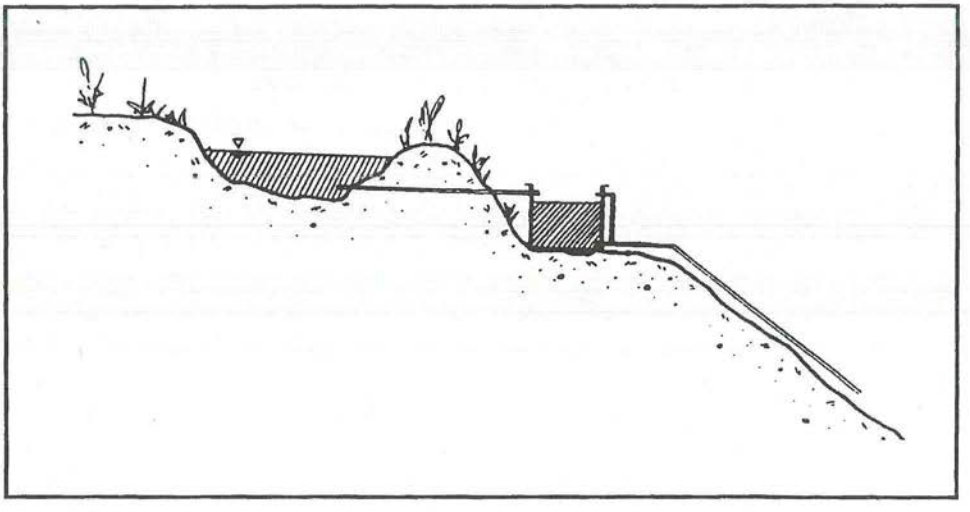


FIGURA 26.- Ubicación de la estructura 3x1x1 metro en relación a la fuente de agua.

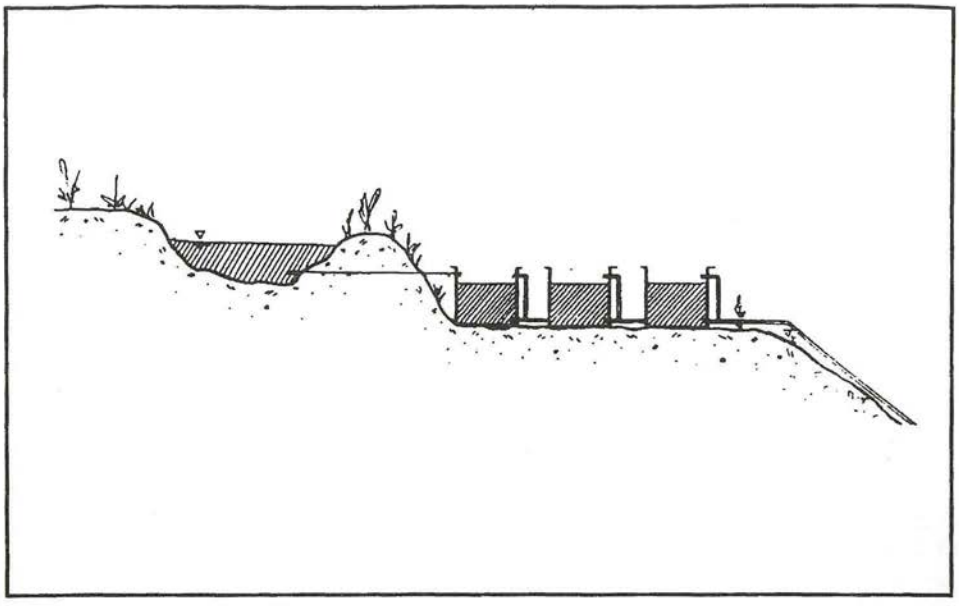


FIGURA 27.- Conección en serie de estructura 3x1x1 metro.

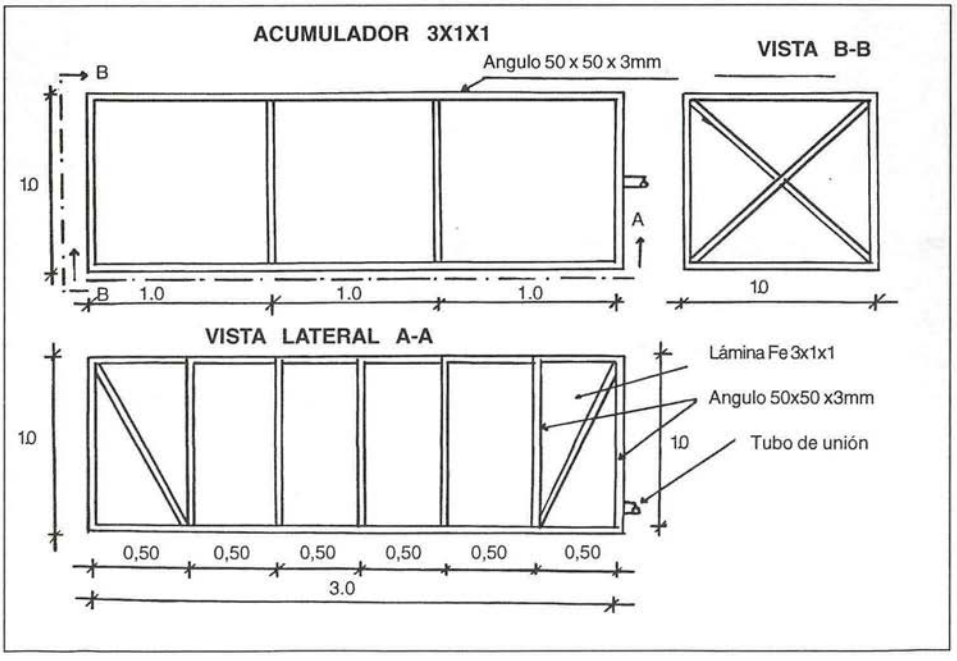


FIGURA 28.- Características de la estructura.

Si la fuente de agua está a una altura de 10 metros mínimo de la zona de riego, el agua se acumula al lado de la vertiente en el acumulador metálico durante la noche, para en el día regar con el agua que sale directamente de la vertiente más el agua acumulada en la estructura metálica, (Figura 29). Es necesario considerar el largo de la matriz entre la fuente de agua (vertiente) y la zona de riego, para calcular las pérdidas de carga (disminución de la presión de agua) que puedan afectar el riego presurizado con el cual se trabaja.

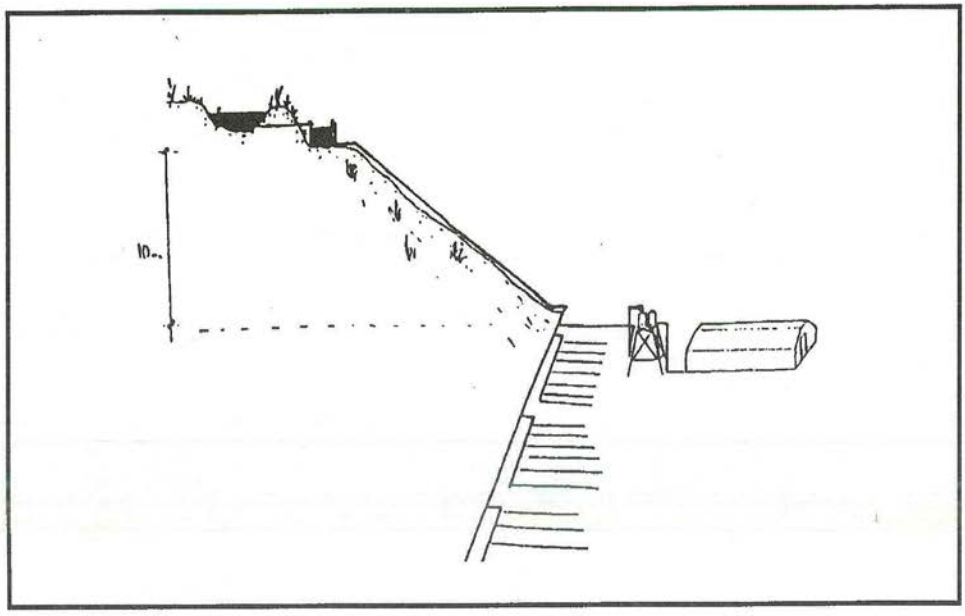


FIGURA 29.- Esquema general de riego gravitacional

Cuando el desnivel entre la fuente de agua (vertiente), y la zona de riego es muy pequeño, el agua se deja escurrir gravitacionalmente a la estructura metálica que se ubica al lado de la zona de riego, o puede ser acumulada en un pozo hecho en el suelo y revestido con plástico para evitar las pérdidas de agua por infiltración. El agua acumulada aquí se levanta mecánicamente y se lleva en forma directa a la zona de riego. (Figura 30).

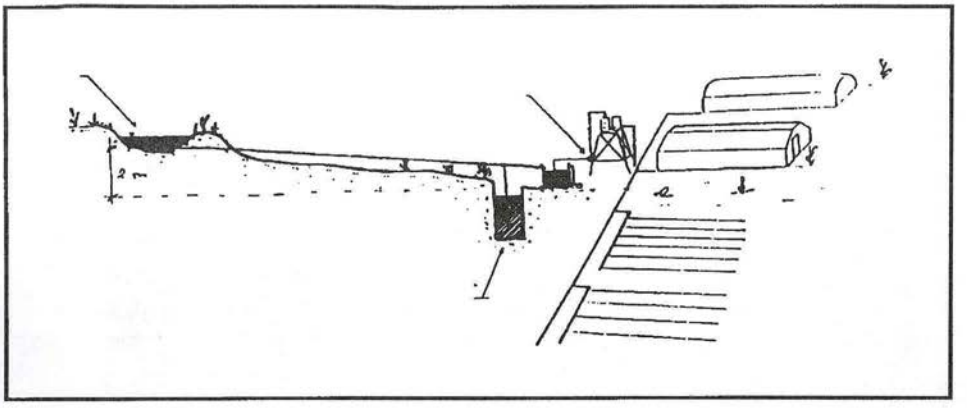


FIGURA 30.-Esquema general de riego mecánico

Cuando se trabaja con invernaderos regados por cintas, el agua se levanta a una torre, se acumula en tambores de 200 litros y se riegan las naves en forma independiente del cultivo al aire libre.

4.1 Limpieza del agua de la vertiente

El agua, por lo general, tiene hojas de árboles, arena y un gran porcentaje de materia orgánica en proceso de degradación. Para su utilización en riego debe ser filtrada, para evitar que las tuberías de conducción del agua hasta la zona de riego se tapen con los elementos más grandes arrastrados por el agua. De igual forma, antes de la utilización del agua en los sistemas de riego por goteo o cinta de riego, el agua debe ser filtrada nuevamente para detener las partículas más finas, que puedan tapar las salidas de agua del sistema.

Como norma general, se puede construir un filtro de arena gruesa en el sector dónde "nace" la vertiente (Filtro Nº 1), independiente de los filtros que se tengan en la zona de riego (Filtro Nº 2), como se indica en la Figura 31.

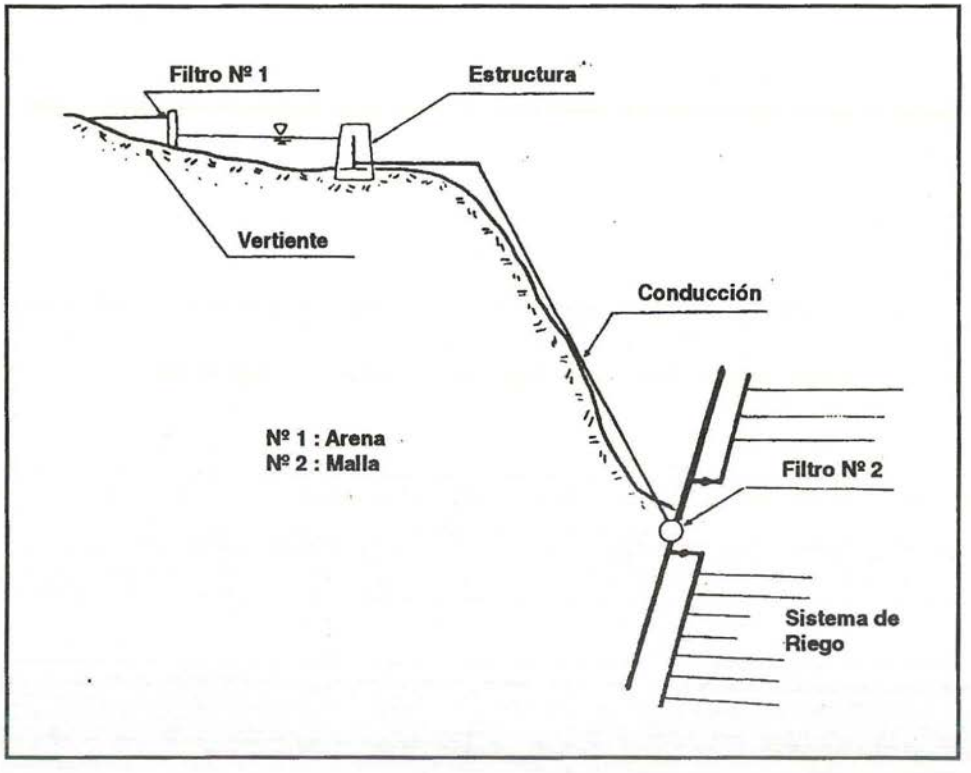


FIGURA 31.- Ubicación filtros de agua

La zona donde nace la vertiente, y se acumula el agua antes de escurrir (A), tiene un ancho (L) y una altura de agua máxima o normal (H). En base a estos antecedentes, se puede construir un filtro de arena, de acuerdo a las características indicadas en figura 32. La figura 33 indica los detalles que se deben considerar para su construcción.

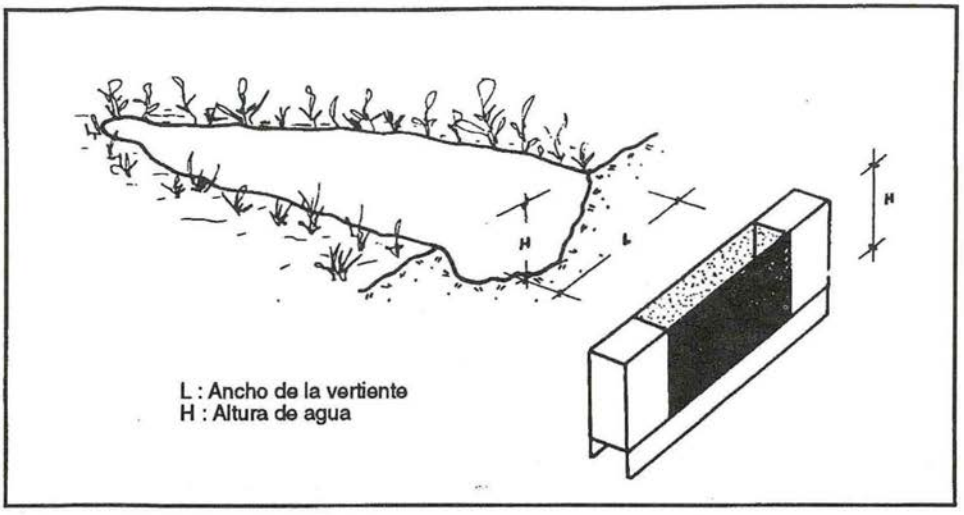


FIGURA 32.- Filtro de arena, características

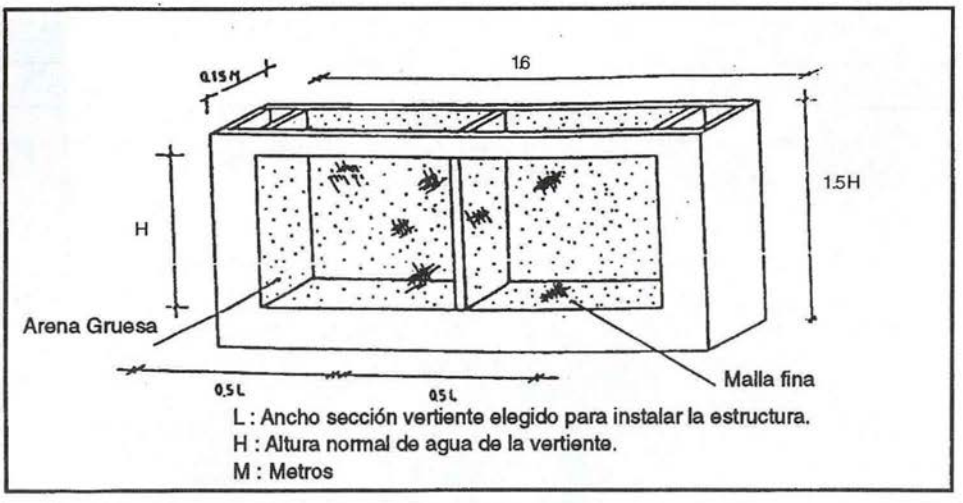


FIGURA 33.- Detalles filtro de arena.

Los alerones de la estructura (0,3 L) deben quedar en terreno firme, dependiendo el largo del tipo de suelo donde quedará la obra, de tal forma que asegure la estabilidad de ésta.

Instalado el filtro en la sección elegida, se controla la velocidad de filtrado del agua, considerando que si la arena no es adecuada (muy fina) el nivel de agua del lugar dónde "nace" la vertiente (A) se elevará. El agua siempre debe escurrir libremente hasta la zona de acumulación (C); si esto no ocurre la arena debe cambiarse por una de grano más grueso, de tal forma que filtre el agua y su caudal

alimente constantemente la zona de acumulación.

Si la cantidad de algas existente afecta la calidad del agua, se debe adicionar un filtro con las mismas características de diseño, reemplazando la arena por carbón vegetal.

La zona de acumulación (C) debe protegerse con una malla o plástico, para evitar que las hojas caigan al agua.

El cuadro 11 indica el costo de la obra, y la figura 34 indica en forma esquemática la estructura del filtro

CUADRO 12.- COSTO CONSTRUCCION FILTRO (ancho 1,50 m)

MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD UNITARIO	PRECIO	TOTAL
Tablas 1x4"	U	5	543	2.715
Malla fina	m^2	1,2	1.000	1.200
Clavos 2"	Kg	0,5	420	210
Arena gruesa	m^3	0,08	2.000	160
Carbón vegetal	m^3	0,08	2.000	160
TOTAL (pesos)				4.445

Para conocer el valor actual de la obra, se reemplaza en la tabla los precios unitarios correspondientes.

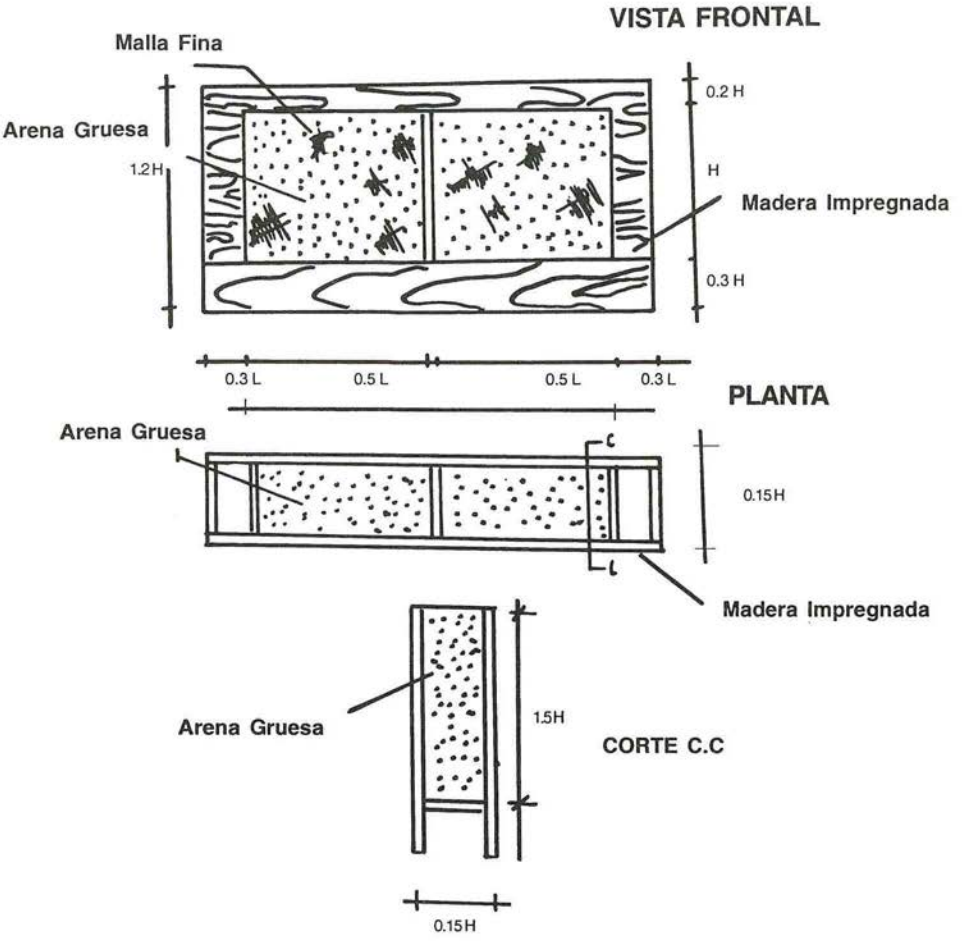


FIGURA 34.- Detalles filtro de arena para su construcción