

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE INGENIERÍA**

**DEPARTAMENTO DE RIEGO Y DRENAJE**



**Sistema de Riego por Goteo Automatizado para Invernadero**

**POR:**

**ELIEZER LÓPEZ BAUTISTA**

**TRABAJO DE OBSERVACIÓN Y ESTUDIO**

**PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER  
EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN**

**BUENAVISTA SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO**

**ABRIL DEL 2005**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO**

**Sistema de Riego por Goteo Automatizado para Invernadero**

**Realizado por:**

**Eliezer López Bautista**

**Que Somete a Consideración del H. Jurado Examinador  
como Requisito Parcial para Obtener el Título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN**

**APROBADA**

---

Dr. Javier de Jesús Cortés Bracho  
PRESIDENTE DEL JURADO

---

M.C. Gregorio Briones Sánchez  
SINODAL

---

Dr. Julio Antonio Méndez Berlanga  
SINODAL

---

M.C. Luis Samaniego Moreno  
SUPLENTE

---

M.C. Luis Edmundo Ramírez Ramos  
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN  
DE INGENIERÍA

**Buenavista Saltillo Coahuila, México, Abril del 2005**

**AGRADECIMIENTOS**

## **A DIOS**

A ti Señor por haberme dado el más grande don que es la vida. Por darme salud, fortaleza y sabiduría para alcanzar las metas que me he propuesto, darme la familia y amigos que me has dado. Pero sobre todo por seguir iluminando el camino que me llevará a ser una persona de bien y para bien.

## **A MI ALMA MATER**

Por darme la oportunidad de formar parte de esta gran Institución, brindarme los medios para superarme y lograr una de las metas más importantes de mi vida.

## **A LA EMPRESA WATER TECH S. DE R.L. DE C.V.**

Por brindarme la oportunidad de formar parte de su equipo de trabajo, poner en práctica mis conocimientos y seguir desarrollándome profesionalmente.

## **AL DR. JAVIER DE JESÚS CORTÉS BRACHO**

Por el apoyo y tiempo brindado para el desarrollo de este trabajo, además de ser uno de los profesores que me forjo como profesionista.

## **AL M.C. GREGORIO BRIONES SÁNCHEZ**

Por su confianza, conocimientos y aportaciones brindados para la realización de este trabajo.

## **AL DR. JULIO ANTONIO MÉNDEZ BERLANGA**

Por su dedicación en la revisión de este trabajo y por sus valiosas aportaciones

A todas y cada una de las personas que de una u otra forma han intervenido en mi desarrollo personal y profesional, *GRACIAS...*

## **DEDICATORIA**

## **A MIS PADRES**

Raymundo López Martínez  
Oliva Bautista Santiago

Con cariño y respeto por ser las personas que me han educado y apoyado durante toda mi vida, que me han enseñado que la única y mejor forma de vivir es dignamente.

## **A MIS TÍOS**

A todos ellos que con sus consejos me han ayudado a no perderme en el camino que me ha llevado a conseguir una de mis mayores anhelos, en especial a mi tíos Firmo e Isabel por su comprensión y apoyo.

## **A MIS HERMANOS**

Elioenáí, Ramiro, Miriam Soledad y Netzar. Por su cariño, afecto y comprensión; ya que han sido una motivación en mi vida.

## **A MIS FAMILIARES**

A mis abuelitos, primos y todos ellos que desde niño me han impulsado a salir adelante y que me han ayudado a ser una mejor persona cada día.

## **A MIS AMIGOS**

Quienes que me han brindado su apoyo y me han permitido ser parte de su vida.

## **ÍNDICE DE CONTENIDO**

	PAGINA
ÍNDICE DE TABLAS -----	i
ÍNDICE DE FIGURAS -----	ii

RESUMEN -----	1
I. INTRODUCCIÓN -----	2
Objetivos -----	4
II. REVISIÓN DE LITERATURA -----	5
2.1 Sistema de riego por goteo -----	5
2.1.1 Definición -----	5
2.1.2 Ventajas -----	6
2.1.2.1 Eficiencia en el uso del agua -----	6
2.1.2.2 Topografía y suelo -----	6
2.1.2.3 Producción y calidad del producto -----	7
2.1.2.4 Condiciones agronómicas -----	7
2.1.3 Desventajas -----	8
2.1.3.1 Taponamiento de emisores -----	8
2.1.3.2 Salinización de la zona radicular -----	8
2.1.3.3 Mala distribución de la humedad -----	9
2.1.3.4 Elevado costo inicial -----	9
2.1.3.5 Requerimientos técnicos -----	9
2.1.4 Componentes del sistema de Riego por Goteo -----	9
2.1.4.1 Cabezal de control -----	9
2.1.4.2 Red de tuberías -----	22
2.1.4.3 Válvulas -----	23
2.1.4.4 Emisores -----	27
2.2 Invernaderos -----	28
2.2.1 Definición -----	28
2.2.2 Ventajas -----	29
2.2.3 Desventajas -----	29
2.2.4 Clasificación -----	29
2.2.4.1 Con láminas flexibles -----	30
2.2.4.2 Con láminas rígidas -----	30
2.3 Automatización de los sistemas de riego -----	33
2.3.1 Niveles de automatización -----	33
2.3.1.1 Nivel cero -----	34
2.3.1.2 Nivel uno -----	34
2.3.1.3 Nivel dos -----	34
2.3.1.4 Nivel tres -----	34
2.3.2 Parámetros de control -----	35
2.3.2.1 Automatización por tiempo -----	35
2.3.2.2 Automatización por volúmenes -----	35
2.3.2.3 Otros parámetros de automatización -----	35
2.3.3 Modo de operación -----	35
2.3.3.1 Hidráulicos -----	36
2.3.3.2 Eléctricos y/o electrónicos -----	38
2.3.3.3 Mixtos -----	41
2.3.4 Fertilización en sistemas automatizados -----	41
2.4 Apoyos de Gobierno para el fortalecimiento del sector Agropecuario -----	43
2.4.1 Alianza para el campo -----	43
2.4.1.1 Objetivos -----	44
2.4.1.2 Población Objetivo y Cobertura -----	44
2.4.1.3 Características de los apoyos -----	45

2.4.1.4 Programas de la alianza para el campo -----	47
2.4.2 PROCAMPO -----	49
2.4.2.1 Características -----	49
2.4.2.2 Lineamientos Generales -----	50
III. MÉTODO -----	52
3.1 Identificación -----	52
3.2 Clima -----	53
3.3 Superficie -----	53
3.4 Suelo y agua -----	54
3.4.1 Estudio de suelo -----	54
3.4.2 Reporte de las condiciones del agua -----	54
3.4.2.1 Fuente de abastecimiento y localización geográfica -----	54
3.5 Croquis de acceso al área del proyecto -----	55
3.6 Situación antes de solicitar el apoyo -----	55
3.6.1 Modalidad del riego -----	55
3.6.2 Sistema productivo -----	56
3.6.3 Problemática -----	56
3.7 Propuesta solicitada -----	56
3.7.1 Descripción, Finalidades y Metas -----	57
3.8 Diseño del sistema de riego por goteo -----	58
3.8.1 Diseño agronómico -----	58
3.8.1.1 Información del cultivo -----	58
3.8.1.2 Determinación del Kc. de los cultivos -----	59
3.8.1.3 Información complementaria -----	61
3.8.1.4 Resultados obtenidos -----	62
3.8.2 Diseño hidráulico -----	63
3.8.2.1 Selección del equipo de bombeo -----	63
3.8.2.2 Selección de válvulas de medición, control y protección -	64
3.8.2.3 Selección del equipo de fertilización -----	64
3.8.3 Resumen general del diseño del Sistema de Riego -----	65
3.9 Listado del presupuesto del sistema -----	65
4.1 Suministro e instalación de materiales -----	74
4.1.1 Calendario de actividades-----	74
5.1 Carta Garantía -----	76
6.1 Carta compromiso -----	77
IV. DISCUSIÓN -----	78
Valoración Personal -----	78
Conclusiones -----	78
V. BIBLIOGRAFÍA -----	79

## ÍNDICE DE TABLAS

	PAGINA
Tabla 2.1 Clasificación de Bombas según el Instituto de Hidráulica -----	12
Tabla 2.2 Características técnicas de diferentes modelos de inyectores Venturi --	17
Tabla 2.3 Tipos de arena para filtros de Grava-Arena -----	19
Tabla 2.4 Números de mesh en filtros de Anillas y Mallas -----	22
Tabla 2.5 Resumen de Sistemas de Automatismo -----	42
Tabla 3.1 Cuadro de presentación del Proyecto -----	52
Tabla 3.2 Cuadro de Identificación del Proyecto -----	53
Tabla 3.3 Datos de Clima predominantes en el área del Proyecto -----	53
Tabla 3.4 Superficie Neta del Proyecto -----	53
Tabla 3.5 Datos de Identificación de la Fuente de Agua del Proyecto -----	54
Tabla 3.6 Producción con el Sistema de Riego Tradicional -----	56
Tabla 3.7 Producción con la Implementación del Sistema de Riego -----	58
Tabla 3.8 Información General del Cultivo -----	58
Tabla 3.9 Coeficiente Kc. para el cultivo del Pepino -----	60
Tabla 3.10 Requerimiento Hídrico del Pepino -----	61
Tabla 3.11 Características Generales del Cultivo y del Sistema -----	61
Tabla 3.12 Cuadro de Resultados Obtenidos -----	62
Tabla 3.13 Características Generales del Equipo de Bombeo -----	63
Tabla 3.14 Válvulas de Medición, Control y Protección del Sistema -----	64
Tabla 3.15 Características del Equipo de Fertilización -----	64
Tabla 3.16 Resumen General del Sistema de Riego -----	65
Tabla 3.17 Listado de Materiales del Sistema -----	66
Tabla 3.18 Estipulación del Suministro e Instalación de Materiales -----	74
Tabla 3.19 Calendario de Actividades del proyecto -----	75
Tabla 3.20 Carta de Garantía del Proyecto -----	76
Tabla 3.21 Carta Compromiso del Proyecto -----	77

## ÍNDICE DE FIGURAS

	PAGINA
Figura 2.1 Cabezal de control de un Sistema de Riego por Goteo -----	10
Figura 2.2 Diferentes sistemas de aplicación de fertilizantes en Riego- Localizado -----	15
Figura 2.3 Instalaciones típicas de inyectoras Venturi -----	16
Figura 2.4 Algunos tipos de filtros -----	18
Figura 2.5 Sentido de flujo de agua y limpieza de filtros de Grava-Arena -----	19
Figura 2.6 Filtro de Mallas y Anillas -----	20
Figura 2.7 Cartucho para filtro de mallas -----	20
Figura 2.8 Filtro de Anillas -----	21
Figura 2.9 Cartucho para filtro de Anillas -----	21
Figura 2.10 Diferentes tipos de válvulas -----	26
Figura 2.11 Cinta de flujo turbulento -----	27
Figura 2.12 Tipos de Invernaderos -----	33
Figura 2.13 Automatismo secuencial Hidráulico -----	38
Figura 2.14 Controladores Electrónicos -----	39
Figura 3.1 Croquis de Ubicación del Proyecto -----	55
Figura 3.2 Plano de Diseño del Sistema de Riego por Goteo -----	72
Figura 3.3 Diagrama de Instalación de la Automatización del Sistema -----	73



## **RESUMEN**

Con el objetivo de eficientar la poca disponibilidad del agua que actualmente aqueja a la mayor parte del país, los agricultores se han dado a la tarea de buscar una mejor alternativa del riego.

En la comunidad de San Miguel Zapotitlan, Ahome Sinaloa se diseñó e instaló un Sistema de Riego por Goteo Automatizado para el cultivo del Pepino; tomando en cuenta para su diseño los factores agronómicos del cultivo y climáticos del lugar (Kc., separación entre surcos, textura del suelo, evaporación máxima); además de que el Sistema de Riego será instalado en un invernadero.

La automatización se realizó eléctricamente; con válvulas solenoides de 24 volts y un sistema de control (controlador RainBird). El sistema de automatización funcionó de acuerdo al siguiente procedimiento: El controlador toma energía (24 Volts) de una fuente de poder (transformador) y al iniciar el ciclo de riego; previamente programado, envía una señal eléctrica a la válvula para la apertura de la misma, tres segundos antes del termino del tiempo de riego el controlador abre la siguiente válvula y así sucesivamente.

Los resultados que se pretenden alcanzar son: eficientar la poca disponibilidad del agua, mayor control del riego y la fertilización, reducir los costos por manejo, el aumento de la producción y calidad, y la producción fuera de época para obtener ventajas de mercado con productores del mismo estado, así como productores del Estado de Baja California y del Bajío.

El elevado costo inicial del Sistema de Riego por Goteo; trae en consecuencia que el productor busque alternativas para su adquisición, una de las cuales es el apoyo (subsidio) complementario a la inversión del productor, que el Gobierno Federal aporta a través de sus programas para el Fomento Agrícola.

## **I.- INTRODUCCIÓN**

En la actualidad de las 20 millones de hectáreas que en promedio se cultivan anualmente en México, solo 6 millones son manejadas bajo condiciones de riego, estas generan una producción aproximada al 50% del valor total de la cosecha nacional lo que significa que en las áreas irrigadas la productividad es de 2.3 veces la obtenida en las áreas de temporal ([www.fps.org.mx](http://www.fps.org.mx)).

En el ámbito de la Gerencia Regional Pacífico Norte (que comprende Sinaloa y parte de los estados de Chihuahua, Durango, Sonora, Zacatecas y Nayarit) se cuenta con nueve distritos de riego que en su conjunto conforman una superficie de 772,355 hectáreas.

Una de las componentes para mejorar sustancialmente el uso del agua en la agricultura es la tecnificación del riego. En este aspecto en la Gerencia Regional con la participación de los productores agrícolas y con apoyo de los Gobiernos Federal y Estatal se han logrado excelentes resultados. Del total de la superficie de los distritos de riego; el 5.5 % que corresponde a 42,300 hectáreas, tienen instalados sistemas de riego presurizados con los que se pueden alcanzar eficiencias de aplicación a nivel parcelario de alrededor del 90 %, contra un 55-60 % que se alcanza en los sistemas tradicionales de aplicación por gravedad ([www.fps.org.mx](http://www.fps.org.mx)).

De estos sistemas presurizados 31,200 hectáreas, corresponden a riego por goteo; 8,600 a riego por aspersión en sus diferentes modalidades y 2,500 se riegan por gravedad a baja presión (tubería de multicompuertas).

Además de la implementación de estos sistemas de riego de alta tecnología, en tres de los distritos de riego de Sinaloa se ha implementado el sistema de pronóstico de riego en tiempo real, que permite programar con apoyo de estaciones agro meteorológicas automatizadas y equipos de cómputo modernos, el momento oportuno para la aplicación del riego y la cantidad adecuada de agua que debe suministrarse a los cultivos, lo que ha permitido aumentar los rendimientos con una reducción en la lámina de riego utilizada del orden del 6.0 al 10.0 %. Estas

acciones se han reflejado en que la productividad del agua en esta Gerencia Regional sea una de las más altas a nivel nacional con \$ 2.06 / m<sup>3</sup> de agua utilizada y la eficiencia global de uso agrícola es del 47 %, resultando con esto la mas alta del país considerando distritos de riego que utilizan aguas superficiales ([www.fps.org.mx](http://www.fps.org.mx)).

La competencia de mercado entre los productores del Estado de Sinaloa como los Estados de Baja California y del Bajío trae en consecuencia que se busquen nuevas y mejores alternativas de producción, de tal manera que se adelante o retrase la cosecha; esto con la finalidad de que el producto salga al mercado cuando se tenga una mayor demanda, lo que representa mayores ingresos para el productor.

El invernadero asume una función muy importante que tiene en cuenta el aspecto económico-productivo, proteger y crear el ambiente mas favorable a las plantas en producción, conseguir producciones fuera de estación, como también bajo condiciones adversas de clima, obtención de mayor calidad e incremento en la producción.

En el diseño del Sistema de Riego por Goteo para un invernadero, se debe de tomar en cuenta que los requerimientos de agua de cultivo serán en un menor tiempo en comparación con los requerimientos de un cultivo a campo abierto, en consecuencia el costo total del Sistema de Riego se incrementa considerablemente; además de que los materiales y accesorios para su automatización elevan el costo aun más.

El costo inicial por la implementación de un Sistema de Riego por Goteo Automatizado es muy elevado, por lo que el apoyo que el Gobierno Federal otorga para el fortalecimiento del sector agropecuario ante el proceso de Globalización y el impulso al desarrollo rural, es una alternativa para el productor, ya que el apoyo (subsidio) puede llegar a absorber hasta el 50% del costo total del proyecto.

**Objetivos:**

Los objetivos que se pretenden alcanzar con el desarrollo de este trabajo de observación y estudio son:

- Enfatizar en la tecnificación de los Sistemas de Riego
- Conocer los programas de gobierno (subsidios) para el fomento agrícola.

## **II.- REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1 Sistema de Riego por Goteo**

El riego por goteo supone una mejora tecnológica importante, que contribuirá, por tanto, a una mayor productividad. Comporta un cambio profundo

dentro de los sistemas de aplicación de agua al suelo que incidirá también en las prácticas culturales a realizar, hasta el punto que puede considerarse como una nueva técnica de producción agrícola (Medina, 2000).

El riego localizado pretende satisfacer las necesidades hídricas del cultivo, aplicando el agua uniformemente y de forma eficiente, es decir que una mayor cantidad de agua aplicada quede en la zona radical a disposición de los cultivos.

El riego por goteo es un método de aplicación de agua, nutrientes y agroquímicos directamente a la zona radicular de las plantas en proporción controlada, lo que le permite obtener máximos resultado, minimizar el uso del agua y otros recursos ([www.e-campo.com](http://www.e-campo.com)).

### **2.1.1 Definición:**

El riego por goteo se podría definir como la aplicación frecuente de agua filtrada al suelo en pequeñas cantidades a través de una red de tuberías y dispositivos especiales denominados "emisores", ubicadas a lo largo de la línea de distribución. De esta manera el agua es conducida desde la fuente a cada planta, eliminando totalmente las pérdidas por conducción y minimizando aquellas por evaporación y percolación. Con este método se pretende además controlar, bajo adecuadas condiciones de diseño, operación y manejo, el patrón con que el agua se distribuye en el suelo generando en la zona radicular del cultivo un ambiente con características físicas, químicas y biológicas que permitan mayores rendimientos, productos de alta calidad que incrementen la rentabilidad de la empresa agrícola (Holzapfel).

El diseño de los sistemas de riego por goteo, desde un punto de vista técnico y agronómico, tiene como objetivo fundamental mantener un volumen de dimensiones adecuadas de la zona radicular de las plantas bajo un nivel de humedad cercano a Capacidad de Campo. La distribución y el nivel de humedad del suelo deben adecuarse de tal forma que la relación entre los factores agua-suelo-planta optimice el uso del recurso, el rendimiento de la planta en términos de producción y desarrollo, y maximice el beneficio neto a la empresa agrícola considerando restricciones medioambientales.

### **2.1.2 Ventajas**

El riego por goteo presenta numerosas ventajas algunas de ellas son comunes a otros métodos de riego, sin embargo existen algunas que le son exclusivas:

#### *2.1.2.1 Eficiencia en el uso del agua*

En general las pérdidas que presenta el método son mínimas. Las pérdidas por conducción en un sistema bien instalado son nulas ya que el agua se conduce por tuberías. La evaporación desde el suelo es reducida ya que al estar el emisor sobre el suelo, las fuerzas capilares tienden a absorber el agua muy rápidamente, además que el área humedecida es pequeña como para producir altos niveles de evaporación bajo un diseño adecuado que evite escurrimiento superficial. Finalmente los niveles de percolación profunda son muy pequeños en un sistema bien diseñado, aunque bajo ciertas condiciones se requiere para lixiviar sales. La zona radicular del cultivo permanece la mayor parte del tiempo bajo condiciones óptimas de humedad.

#### *2.1.2.2 Topografía y Suelo*

El riego por goteo no presenta ninguna restricción de tipo topográfico para su establecimiento. Una de las mayores ventajas que presentan estos sistemas es precisamente el poder utilizarse en áreas con topografía muy heterogénea y con pendientes pronunciadas.

El método de goteo que se diseña y opera de manera adecuada crea las condiciones en el suelo para un buen crecimiento del sistema radicular que permanece relativamente constante en el tiempo. Un correcto manejo debe permitir una buena relación agua-aire en el suelo para que el sistema radicular realice adecuadamente las actividades de crecimiento y extracción de agua y nutrientes. Además se debe proveer de un volumen de suelo humedecido acorde con el potencial de desarrollo del sistema radicular de cultivo.

El riego localizado permite además utilizar aguas con altos contenidos de sales, ya que al no reducir el contenido de humedad, la concentración de sales en el bulbo húmedo no llegan a niveles umbrales para la planta. Es importante

mencionar que cuando se riega con aguas de alto contenido salino se requieren normas de manejo y diseño que permitan un riego sustentable en el tiempo.

#### *2.1.2.3 Producción y calidad del producto*

En general se ha encontrado que bajo riego localizado se obtienen mayores producciones y un incremento en la calidad del producto. Esto se asocia a que bajo riego por goteo se aplican los niveles de agua requerido por el cultivo en forma mas precisa y se pueden controlar los niveles de agua en diferentes estados de desarrollo para lograr los objetivos de calidad y producción esperados que es difícil, por ahora, con otros sistemas de riego.

Diferentes estudios realizados en funciones de producción demuestran que se requiere un adecuado diseño y manejo de los sistemas de riego por goteo para lograr rendimientos potenciales para la zona en particular. Una operación inadecuada puede producir resultados que afectan seriamente la producción no logrando los niveles que justifican la incorporación de estos sistemas.

Finalmente es importante mencionar que la localización de los emisores debe ubicarse de manera tal que aplique el agua en la zona de mayor extracción radicular, lo que garantizará las producciones esperadas con la calidad requerida.

#### *2.1.2.4 Condiciones Agronómicas*

El riego por goteo fundamentalmente presenta una serie de ventajas para las labores agronómicas de los cultivos. Una de las que tiene mayor importancia es el hecho que el riego no interfiere con la aplicación de productos químicos, la cosecha, poda y otras series de labores culturales. Algunos especialistas han determinado que el mantener con bajo contenido de humedad las entre hileras controla malezas. Sin embargo, el mayor impacto que tiene el no regar la entre hilera es prevenir la compactación del suelo, permitiendo una adecuada aireación y estructura.

En la actualidad los sistemas de riego localizado permiten aplicar fertilizantes y otros productos químicos en forma efectiva y en base a las necesidades parciales del cultivo.

### **2.1.3 Desventajas**

Los sistemas de goteo pueden presentar serios problemas en su operación y manejo si el diseño es inadecuado y no se consideran todos los antecedentes de calidad de agua, tipo de suelo y característica de los emisores.

#### **2.1.3.1 Taponamiento de emisores**

El taponamiento de los emisores, que es el problema más común en estos métodos de riego, se deben fundamentalmente a causas físicas, químicas y biológicas del agua de riego, a los sistemas de filtrado y el tipo de emisores. Por lo expuesto, un preciso análisis de la calidad del agua de riego es un factor importante para establecer un adecuado sistema de filtraje y la selección del tipo de emisor correcto.

Los problemas más críticos de taponamiento de emisores son por causas biológicas y químicas, se presentan con bastante posterioridad al establecimiento del sistema y deben efectuarse acciones paliativas que, bajo ciertas condiciones, son de un costo elevado.

#### **2.1.3.2 Salinización en la zona radicular**

La salinidad en zona radicular puede aumentar sustancialmente bajo inadecuadas condiciones de diseño y manejo. La planta extrae agua del suelo y la mayoría de las sales en solución no son absorbidas, lo que va provocando un paulatino aumento de la concentración de sales en la periferia del bulbo húmedo, que al evaporarse el agua deja una costra salina. Esta situación se puede evitar con aplicaciones mayores que las requeridas y regar en períodos de precipitaciones. Este problema prácticamente no se presenta en zonas húmedas.

#### **2.1.3.3 Mala distribución de Humedad**

Los sistemas de riego localizados sólo humedecen un porcentaje del volumen radicular que fluctúa entre 30 a 60 por ciento. El área humedecida por los emisores dependerá de la descarga, el volumen aplicado en el riego y el tipo de suelo. Es importante poner de relieve que existe una zona de alta extracción de agua por el sistema radicular del cultivo donde se recomienda aplicar el agua; ya que una



inadecuada distribución de humedad puede afectar seriamente los rendimientos del cultivo.

#### **2.1.3.4 Elevado Costo Inicial**

Una de las principales y mayores desventajas que presenta el método es su alto costo inicial debido a que toda la instalación es de carácter permanente y requiere de una gran cantidad de accesorios para su adecuado funcionamiento. Sin embargo, si se considera la vida útil del equipo su costo anual es prácticamente insignificante al compararlo con otros costos de operación del proceso productivo.

#### **2.1.3.5 Requerimientos Técnicos**

Los sistemas de riego por goteo requieren de una mayor capacidad técnica que otros métodos de riego, ya que las instalaciones modernas aplican agua y fertilizantes en forma simultánea. La mayoría de los actuales sistemas utilizan elementos electrónicos que requieren de cierta preparación del operador para obtener el máximo provecho de los niveles de automatización.

### **2.1.4 Componentes del sistema de riego por goteo**

#### **2.1.4.1 Cabezal de control**

El cabezal de control o del sistema consiste en una serie de dispositivos para entregar a la red hidráulica agua presurizada, de calidad adecuada, en el momento oportuno y en la cantidad requerida (Holzapfel). Normalmente, el cabezal de control está localizado en o cerca de la fuente de agua y/o energía (Figura 2.1). El cabezal de control se compone, en general de:

- Equipo de bombeo
- Inyector de Fertilizante
- Unidad de Filtración
- Accesorios del cabezal

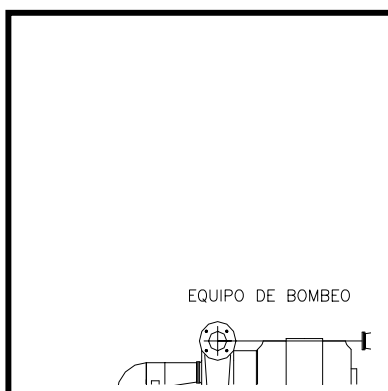


FIGURA 2.1 Cabezal de control de un sistema de riego por goteo.

#### a) Equipo de Bombeo:

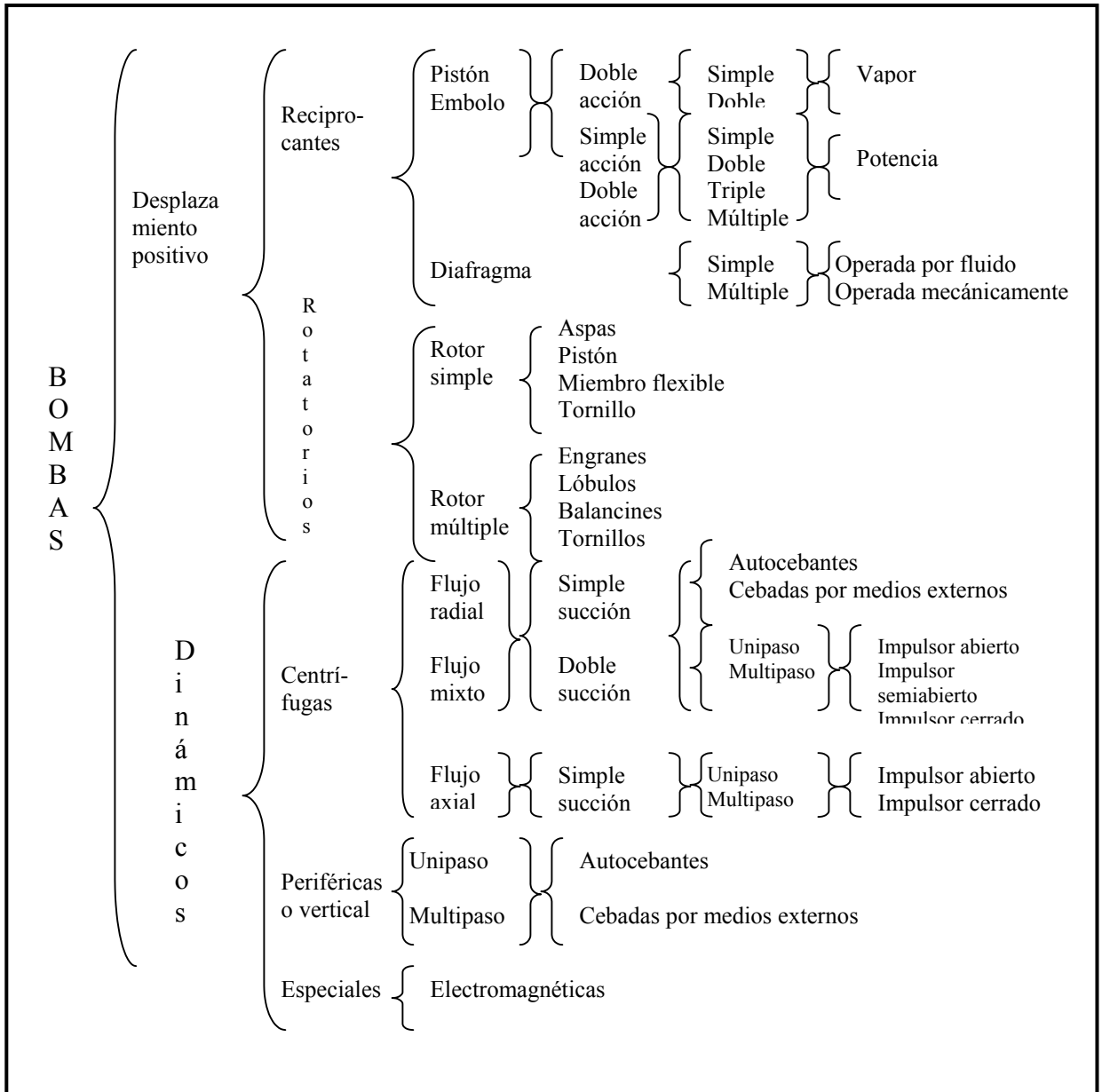
Un equipo de bombeo es un transformador de energía. Recibe energía mecánica, que puede proceder de un motor eléctrico, térmico, etc., y la convierte en energía que un fluido adquiere en forma de presión, de posición o de velocidad. La bomba es el corazón de los sistemas presurizados ya que proporciona la energía necesaria para la operación del sistema y tiene como objetivo y función principal el de proporcionar el gasto y la presión necesaria para que el sistema de riego funcione adecuadamente sin tener problemas (Hicks, 1979).

Las características de funcionamiento de las bombas se observan siempre en las curvas características donde se relaciona: la carga, el gasto, la eficiencia, y la potencia, estas características son proporcionadas por el fabricante para tener una instalación adecuada y buena operación.

#### a.1) Clasificación:

Siendo tan variados los tipos de bombas que existen, es muy conveniente hacer una adecuada clasificación. La que se considera mas completa es la del "Hydraulic Institute", en su ultima edición (Tabla 2.1). El mencionado tiene como miembros a más de cincuenta compañías fabricantes de equipos de bombeo en el mundo entero y se ha preocupado por mantener al día los llamados "Standard". A continuación se muestra esta clasificación:

Tabla 2.1 Diagrama de clasificación de Bombas según el Instituto de Hidráulica.



La clasificación anterior, nos permite apreciar la gran diversidad de tipos que existen y si a ello agregamos materiales de construcción, tamaños diferentes para manejar gastos y presiones sumamente variables y los diferentes líquidos a manejar, etc. Las bombas reciprocantes y rotatorias encuentran relativamente poca uso en la irrigación a la fecha debido a que no tienen las características requeridas para este servicio. En los sistemas de riego, las bombas mas utilizadas son: bombas centrifugas y bombas periféricas.

## b) Inyector de fertilizante:

Existen diferentes tipos de dispositivos para la incorporación de fertilizantes al agua, entre ellos se puede hacer la diferencia, entre aquellos donde la mezcla es aspirada o succionada desde un tanque de fertilización; aquellos donde la mezcla se inyecta a presión y por último, aquellos en que la mezcla se incorpora por arrastre. En la Figura 2.2 se presenta un esquema de los diferentes equipos y sistemas para aplicar fertilizantes en riego localizado (Osorio).

A continuación se efectúa una descripción resumida de cada uno de ellos:

### I.-Fertilización por aspiración o succión:

- Venturi.- Son dispositivos muy sencillos que consisten en una pieza en forma de “T” con un mecanismo Venturi en su interior. El mecanismo venturi aprovecha un efecto vacío que se produce a medida que el agua fluye a través de un pasaje convergente que se ensancha gradualmente. El venturi funciona cuando hay diferencia entre la presión del agua entrante y la de la combinación de agua y fertilizante saliente al sistema de riego.
- Bomba sistema.- Algunos agricultores e instaladores, usan como inyector de fertilizante la bomba del sistema de riego por goteo, es necesario indicar que este sistema tiene el inconveniente del deterioro en un tiempo menor del rotor de la bomba.

### II.- Fertilización por arrastre:

- Tanque en Paralelo.- Son dispositivos cuya principal característica es la de poseer un depósito en donde se pone la solución concentrada de fertilizantes que quiere incorporarse y, una vez cerrado, se alcanza en su interior la misma presión que en la red de riego. Por ello, el tanque debe ser metálico o de plástico reforzado. Se colocan en paralelo con relación a la conducción principal.

Estos tanques son sencillos y de buen funcionamiento, si bien presentan el inconveniente de que no mantiene una aplicación uniforme, ya que la concentración de abono va disminuyendo con el riego hasta el final del

mismo. Esto hace que deba recomendarse consumir una carga del tanque por unidad operacional de riego.

### III.- Fertilización por inyección:

Para ello se utilizan equipos inyectoros de fertilizantes que, al igual que el fertilizador tipo Venturi (succión) utiliza un tanque abierto sin refuerzos, en el cual se prepara la mezcla de fertilizantes y luego ésta es inyectada a la red a través de:

- Bomba de Inyección Eléctrica.- Son bombas de diafragma con caudal variable en las que se puede regular, con toda precisión, la cantidad de solución de fertilizante que se desea incorporar. El único inconveniente, aparte del costo, es la necesidad de una fuente de energía.
- Bomba de Inyección Hidráulica.- En este tipo de inyector el motor eléctrico se sustituye por uno de accionamiento hidráulico, que usa la propia energía del agua de la red para mover sus mecanismos. Se trata de una bomba de tipo peristáltico que, por tanto, produce una dosificación a impulsos, inyectando en cada embolada un volumen de solución igual a la capacidad de la cámara receptora. Por tanto, el control del ritmo de inyección se realiza, variando el número de emboladas por unidad de tiempo.

En la Figura 2.3 se muestran instalaciones típicas de inyectoros Venturi, en relación a la tubería matriz del sistema, y en la Tabla 2.2 se presentan características de distintos modelos de inyectoros.

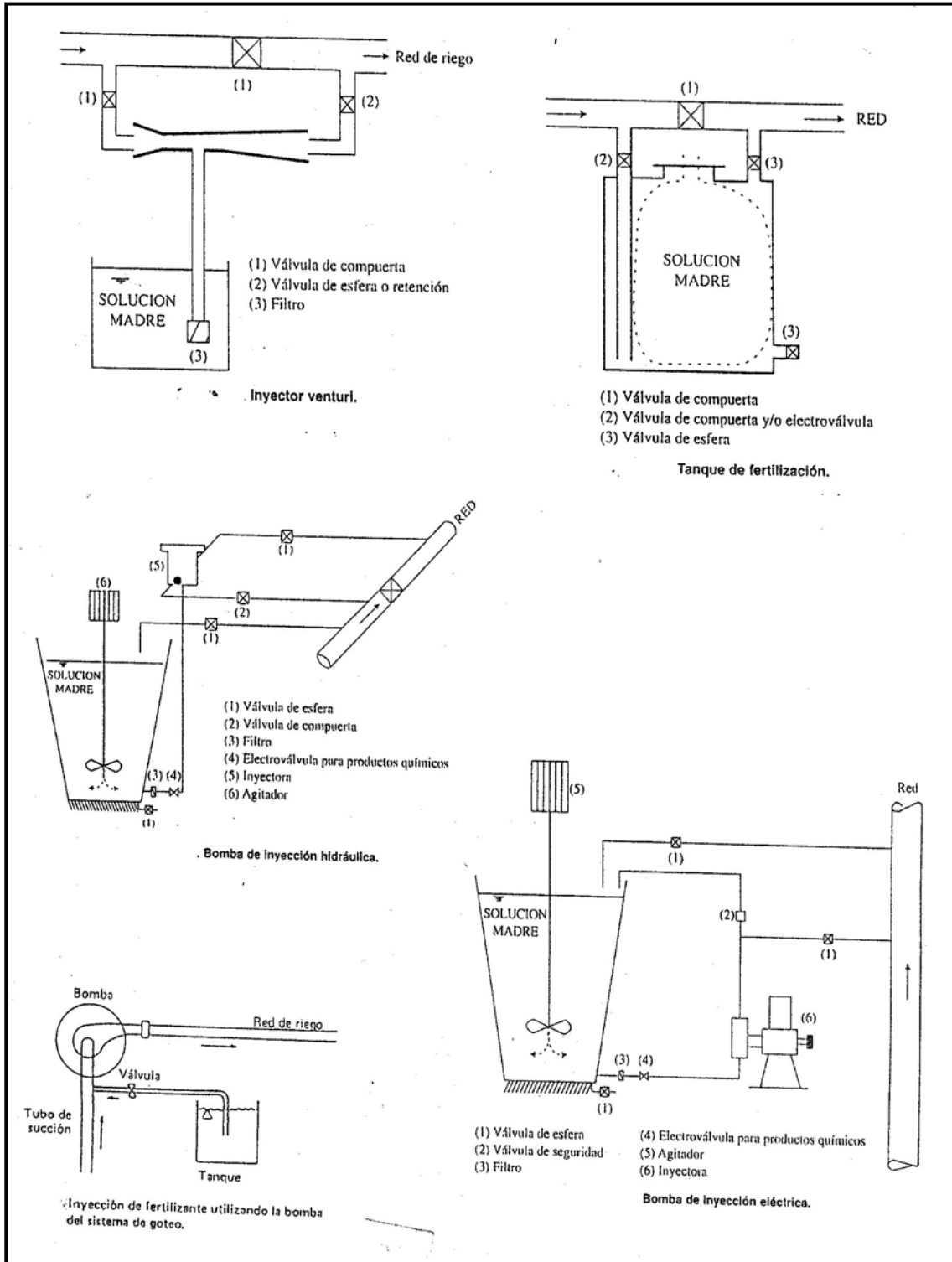


Figura 2.2 Diferentes sistemas de aplicación de fertilizantes en riego localizado.

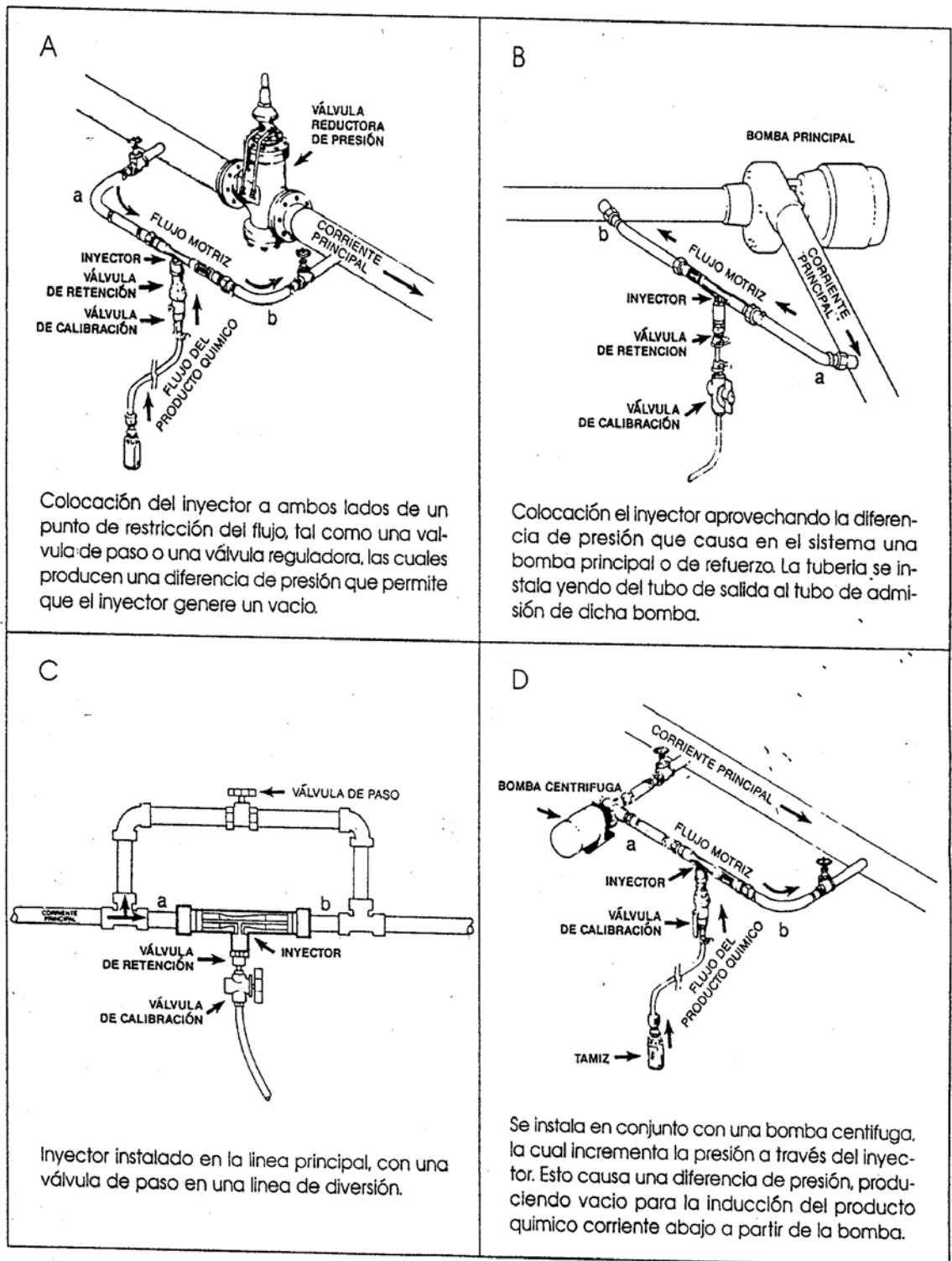


Figura 2.3 Instalaciones típicas de inyectores Venturi.

Tabla 2.2. Características técnicas en diferentes modelos de inyectores venturi.



Presión		Modelo 484		Modelo 584		Modelo 878		Modelo 1078		Modelo 1583		Modelo 2081	
Entrada (m.c.a)	Salida (m.c.a)	Flujo (l/min)	Succión (l/h)	Flujo (l/min)	Succión (l/h)	Flujo (l/min)	Succión (l/h)	Flujo (l/min)	Succión (l/h)	Flujo (l/min)	Succión (l/h)	Flujo (l/min)	Succión (l/h)
14.1	0.0	8.7	68.1	16.3	106.0	31.0	238.5	45.0	302.8	90.5	681.3	272.5	1930.4
	3.5	8.7	68.1	15.9	87.1	31.0	238.5	45.0	283.9	86.7	643.5	272.5	1930.4
	7.0	8.1	41.6	15.1	49.2	29.9	170.3	41.6	189.3	81.8	454.2	272.5	1892.5
	8.4	7.9	30.3	14.8	34.1	29.1	143.8	40.5	140.0	79.9	359.6	251.7	1249.1
	10.5	7.8	7.6	14.4	7.6	28.4	37.9	39.4	75.7	77.2	170.3	240.7	681.3
21.1	0.0	10.2	68.1	19.7	106.0	36.7	227.1	52.2	283.9	104.5	681.3	314.2	1915.2
	3.5	10.2	68.1	19.7	98.4	36.7	227.1	52.2	283.9	104.5	681.3	314.2	1915.2
	7.0	10.2	68.1	18.9	87.1	36.7	227.1	52.2	283.9	102.2	651.0	314.2	1915.2
	10.5	9.8	49.2	18.2	68.1	36.0	196.8	50.3	227.1	98.8	514.8	310.4	1816.8
	14.1	9.7	26.5	17.4	34.1	34.8	113.6	48.4	136.3	95.8	321.7	295.2	1135.5
	17.6	s/i	s/i	17.0	0.0	34.1	0.0	46.6	0.0	92.7	0.0	285.8	151.4
28.1	0.0	11.7	68.1	22.0	94.6	40.9	227.1	59.0	283.9	117.7	681.3	348.2	1892.5
	3.5	11.7	68.1	22.0	94.6	40.9	227.1	59.0	283.9	117.7	681.3	348.2	1892.5
	7.0	11.7	68.1	22.0	94.6	40.9	227.1	59.0	283.9	117.7	681.3	348.2	1892.5
	10.5	11.7	68.1	21.6	94.6	40.9	227.1	59.0	283.9	116.2	681.3	348.2	1892.5
	14.1	11.4	68.1	20.8	75.7	40.9	227.1	57.9	272.5	114.3	681.3	344.4	1892.5
	17.6	11.2	41.6	20.4	49.2	39.7	170.3	56.8	196.8	113.6	397.4	336.9	1536.7
	21.1	10.8	11.4	20.1	18.9	39.4	75.7	54.9	113.6	107.5	170.3	329.3	908.4
35.2	0.0	12.9	64.3	24.2	94.6	45.4	227.1	64.7	283.9	129.4	681.3	382.3	1892.5
	7.0	12.9	64.3	24.2	94.6	45.4	227.1	64.7	283.9	129.4	681.3	382.3	1892.5
	10.5	12.9	64.3	24.2	94.6	45.4	227.1	64.7	283.9	129.4	681.3	382.3	1892.5
	14.1	12.9	64.3	23.8	94.6	45.4	227.1	64.7	283.9	128.7	681.3	382.3	1892.5
	17.6	12.9	56.8	23.5	90.8	45.0	227.1	64.3	283.9	127.2	662.4	382.3	1892.5
	21.1	12.1	56.8	23.1	71.9	44.7	208.2	64.0	249.8	124.9	529.9	370.9	1551.9
	24.6	12.3	30.3	22.7	41.6	44.3	132.5	62.8	177.9	122.3	340.7	367.1	1158.2
28.1	11.9	3.8	18.9	7.6	43.5	45.4	60.6	68.1	120.0	56.8	359.6	212.0	
42.2	0.0	14.0	64.3	26.1	94.6	49.2	227.1	70.0	283.9	140.0	681.3	420.1	1892.5
	7.0	14.0	64.3	26.1	94.6	49.2	227.1	70.0	283.9	140.0	681.3	420.1	1892.5
	14.1	14.0	64.3	26.1	94.6	49.2	227.1	70.0	283.9	140.0	681.3	420.1	1892.5
	17.6	14.0	64.3	26.1	94.6	49.2	227.1	70.0	283.9	140.0	681.3	420.1	1892.5
	21.1	14.0	64.3	26.1	94.6	49.2	227.1	70.0	283.9	140.0	681.3	420.1	1892.5
	24.6	13.8	60.6	25.4	75.7	49.2	227.1	69.6	272.5	138.5	613.2	416.4	1665.4
	28.1	13.6	45.4	25.0	56.8	48.8	196.8	68.9	227.1	135.5	473.1	408.8	1551.9
	31.6	13.2	18.9	24.6	26.5	47.7	102.2	67.0	138.3	132.5	246.0	405.0	757.0
49.2	0.0	15.0	64.3	28.0	94.6	53.0	227.1	74.9	283.9	153.3	681.3	454.2	1892.5
	7.0	15.0	64.3	16.7	94.6	53.0	227.1	74.9	283.9	153.3	681.3	454.2	1892.5
	14.1	15.0	64.3	28.0	94.6	53.0	227.1	74.9	283.9	153.3	681.3	454.2	1892.5
	21.1	15.0	64.3	28.0	94.6	53.0	227.1	74.9	283.9	153.3	681.3	454.2	1892.5
	24.6	15.0	64.3	28.0	94.6	53.0	227.1	74.9	283.9	153.3	681.3	454.2	1892.5
	28.1	15.0	64.3	27.6	87.1	53.0	227.1	74.6	265.0	151.4	624.5	454.2	1892.5
	31.6	14.8	56.8	27.3	64.3	52.2	215.7	73.8	227.1	149.1	514.8	446.6	1816.8
	35.2	14.6	34.1	26.9	41.6	51.9	170.3	73.1	151.4	146.9	321.7	442.8	1400.5
	38.7	14.2	7.6	26.5	15.1	51.1	83.3	72.3	75.7	144.2	75.7	431.5	454.2
56.2	0.0	15.9	64.3	29.5	94.6	56.4	227.1	82.1	283.9	162.8	681.3	484.5	1892.5
	14.1	15.9	64.3	29.5	94.6	56.4	227.1	82.1	283.9	162.8	681.3	484.5	1892.5
	21.1	15.9	64.3	29.5	94.6	56.4	227.1	82.1	283.9	162.8	681.3	484.5	1892.5
	24.6	15.9	64.3	29.5	94.6	56.4	227.1	82.1	283.9	162.8	681.3	484.5	1892.5
	28.1	15.9	64.3	29.5	94.6	56.4	227.1	82.1	283.9	162.8	681.3	484.5	1892.5
	31.6	15.9	64.3	29.1	90.8	56.4	227.1	82.1	283.9	162.0	662.4	484.5	1892.5
	35.2	15.9	64.3	28.8	75.7	56.0	227.1	81.0	268.7	160.9	587.8	484.5	1892.5
	38.7	15.7	45.4	28.4	53.0	55.6	189.3	80.2	230.9	159.0	473.1	480.7	1816.8
	42.2	15.4	30.3	28.0	30.3	54.9	113.6	79.5	159.0	157.1	325.5	469.3	1211.2
	45.7	15.2	0.0	27.8	3.8	54.1	34.1	78.3	49.2	155.2	56.8	465.6	416.4
	70.3	0.0	17.8	64.3	33.7	94.6	62.8	227.1	92.0	283.9	181.7	681.3	545.0
14.1		17.8	64.3	33.7	94.6	62.8	227.1	92.0	283.9	181.7	681.3	545.0	1892.5
28.1		17.8	64.3	33.7	94.6	62.8	227.1	92.0	283.9	181.7	681.3	545.0	1892.5
35.2		17.8	64.3	33.7	94.6	62.8	227.1	92.0	283.9	181.7	681.3	545.0	1892.5
42.2		17.8	64.3	33.7	94.6	62.8	227.1	92.0	283.9	181.7	681.3	545.0	1892.5
45.7		17.6	64.3	33.3	83.3	62.8	227.1	91.6	283.9	180.5	624.5	545.0	1892.5
49.2		17.4	49.2	32.9	68.1	62.5	215.7	90.8	249.8	177.9	514.8	541.3	1779.0
52.7		17.3	30.3	32.6	45.4	62.1	170.3	90.1	212.0	176.0	302.8	537.5	1286.9
56.2		17.0	3.8	32.2	15.1	61.3	90.8	88.6	113.6	174.1	132.5	529.9	681.3

c) Unidad de filtración:

Es esencial utilizar aguas limpias para un buen trabajo del método de riego por goteo y por ello los filtros son una parte importante del cabezal. La mayoría de los filtros son equipos sencillos, pero deben cumplir con ciertas características como permitir limpieza y ser eficientes en el control de materias que provoquen obturación de los emisores (Figura 2.4).

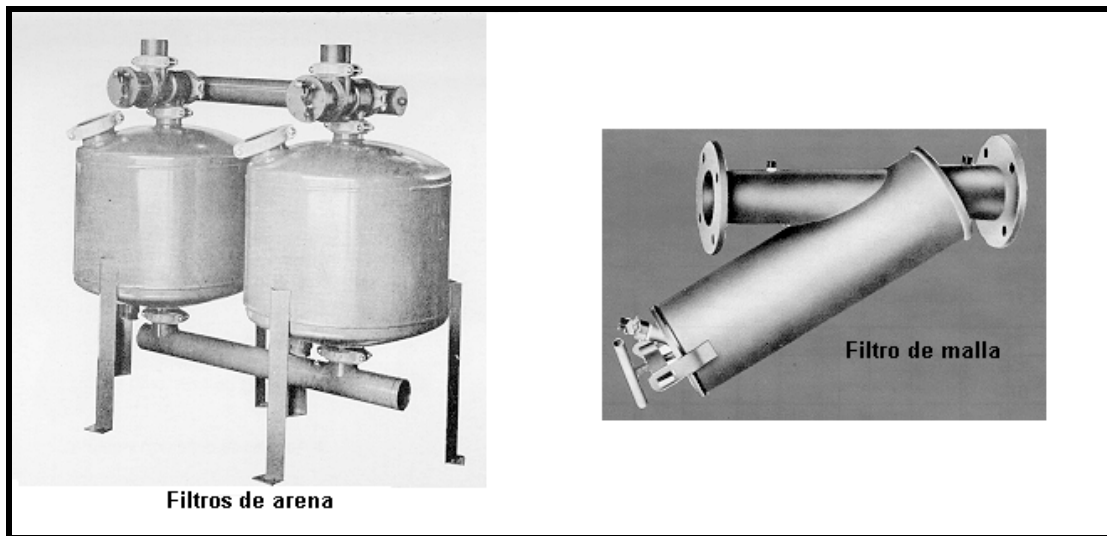


FIGURA 2.4. Algunos tipos de filtros.

El sistema de filtro debe tener la capacidad para transportar el caudal requerido y remover las partículas finas, de tamaño varias veces menor que el diámetro del elemento dentro del emisor. Normalmente las partículas que se filtran deben tener un tamaño igual o mayor a un octavo del área de flujo del emisor (Holzapfel).

#### c.1) Clasificación:

Existe una gran variedad de métodos de filtrado, que comprenden desde las instalaciones de prefiltrado, como decantadores o separadores de arena, hasta los filtros propiamente tal. Estos se pueden agrupar en tres clases: Filtros de arena; filtros de malla y filtros de anillas (Osorio).

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

Tabla 2.3 Tipos de Arena para filtro de Grava-Arena.

Tipo de Arena y No.	Tamaño Promedio De la arena (mm)	Equivalencia en Mesh
#20 Crushed Silica	0.48	190-250
#16 Crushed Silica	0.68	130-180
#12 Crushed Silica	1.05	90-130

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

La operación de retrolavado debe efectuarse frecuentemente, para que no se produzca disminución en la presión de operación del sistema, permitiéndose pérdidas de carga no superiores a los 4 a 6 metros columna de agua (m.c.a.). En la Figura 2.5 aparece un esquema de un filtro de grava indicando el sentido en que se mueve el agua dentro de él.

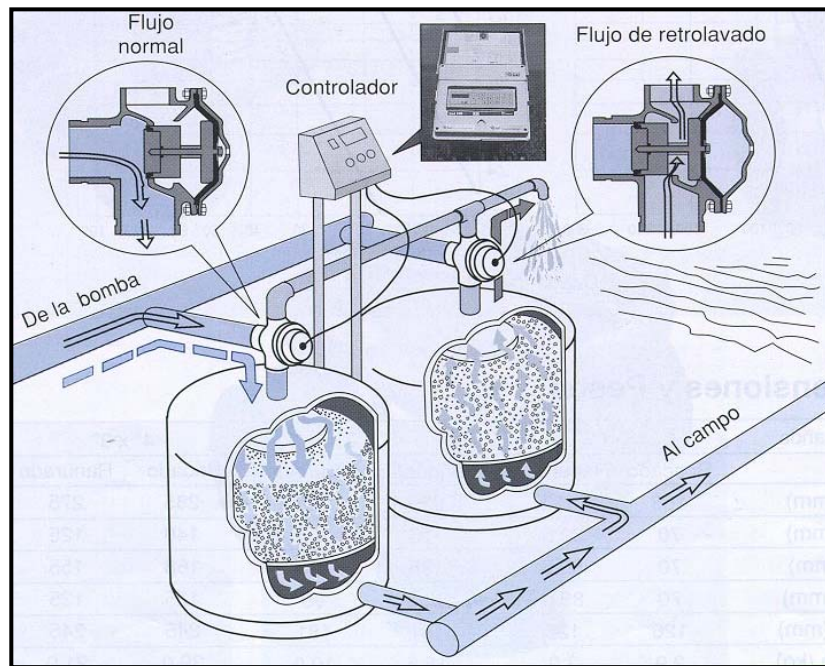


Figura 2.5. Sentido del flujo de agua y limpieza de filtros de grava

II.- Filtros de malla. A diferencia de los filtros de arena que trabajan por superficie y profundidad, los filtros de mallas sólo lo hacen por superficie, reteniendo menos cantidad de partículas sólidas (Figura 2.6).

El caudal que pase por un filtro de malla dependerá de la calidad de agua, la superficie de filtrado, el porcentaje de orificios de la malla (mesh) (Figura 2.7) y la pérdida de carga permitida.



Figura 2.6. Filtros de Malla y Anillas.



Figura 2.7 Cartucho para filtro de mallas.

III.- Filtro de anillas. Tienen forma cilíndrica y el elemento filtrante lo componen un conjunto de anillas con ranuras impresas sobre un soporte central cilíndrico y perforado. El agua es filtrada al pasar por lo pequeños conductos formados entre dos anillas consecutivas. La calidad del filtrado dependerá del espesor de las ranuras. Se pueden conseguir, según el número de ranuras, hasta una equivalencia a una malla

de 200 mesh. Su efecto es, en cierta medida, de filtrado en profundidad, como en el caso de los filtros de grava, por lo que, cada vez mas frecuentemente, están sustituyendo a estos filtros (Figura 2.7).

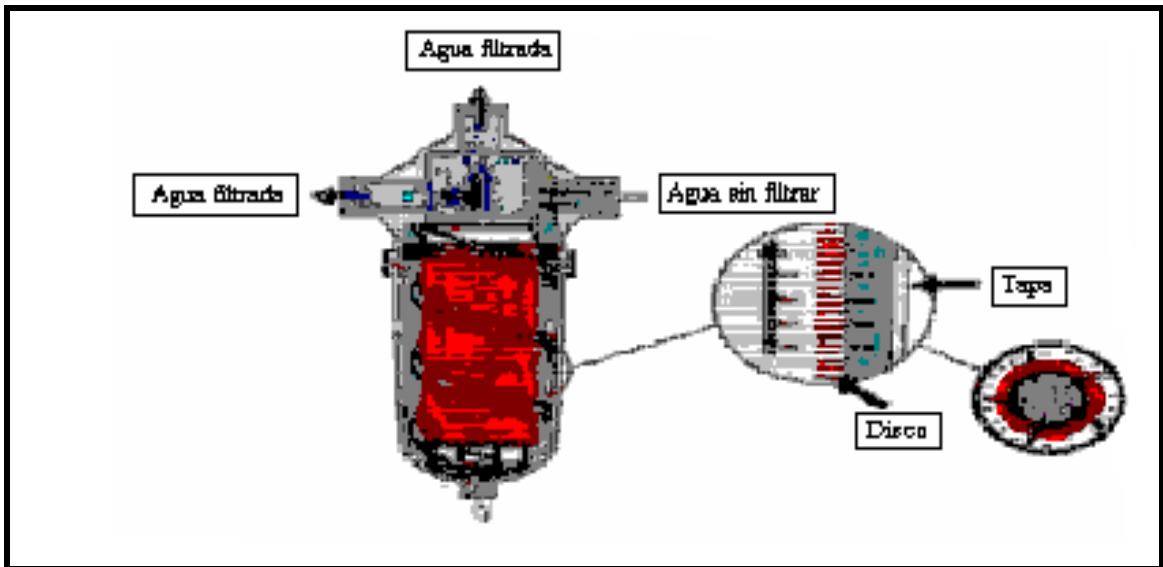








Figura 2.8 Filtro de anillas.



Figura 2.9 Cartucho para filtro de Anillas.

Tabla 2.4 Números de mesh en filtros de Anillas y Mallas

AZUD MODULAR 300 DISCOS		AZUD MODULAR 300 MALLA	
	200 micron (75 mesh)		200 micron (75 mesh)
	130 micron (120 mesh)		130 micron (120 mesh)
	100 micron (150 mesh)		100 micron (150 mesh)

#### d) Accesorios del cabezal:

Esta parte es el conjunto de piezas que se utilizan para unir y acoplar todos los dispositivos que constituyen el cabezal de control dentro de ellos se tienen: Reducciones excéntricas, válvulas mariposa y check, codos, bridas, válvulas de globo, manómetros, etc.

#### *2.1.4.2 Red de tuberías:*

La red de tuberías de un sistema de riego lo integran todas aquellas partes que conducen el agua desde la fuente de abastecimiento hasta el área de cultivo, de acuerdo a su posición y función se tiene (Holzapfel):

- Tubería de conducción
- Tubería principal
- Tuberías Secundarias o laterales

#### a) Tubería de conducción:

Es la parte esencial de un sistema de riego e incluye todas aquellas tuberías que conducen el agua de la fuente de abastecimiento a las unidades de riego. Estas tuberías pueden ser fabricadas con polietileno, alta densidad, PVC, acero galvanizado o de asbesto-cemento, y su selección se basa de acuerdo al efecto que ejercen sustancias corrosivas como ácidos o fertilizantes. Esta línea puede suministrar varias opciones de abastecimiento, (riego, urbano, pecuario, entre otros).

#### b) Tubería principal:

Esta línea transporta el agua desde el cabezal de control a la línea de distribución, ya sean secundarias, auxiliares o laterales, dependiendo del diseño que se haya realizado. Normalmente se utilizan materiales como PVC, asbesto-cemento, o polietileno.

Las tuberías de toda la línea de distribución deben poseer las características establecidas en el diseño referente al diámetro nominal e interno y la capacidad de soportar los niveles de presión calculados para cada sección del sistema.

#### c) Línea secundaria:

Los laterales o secundarias distribuyen el agua a la cintilla que se encuentran conectados a él y es la última parte de la tubería de distribución que conduce el agua al cultivo. La cinta o cintilla se conectan a lo largo de esta línea en los puntos que se desea distribuir el agua (espaciamiento entre surcos).

Los laterales son por lo general de PVC o Layflat y tienen diámetros que fluctúan entre 6", 4", 3", 2" y 1 ½". Los laterales se pueden enterrar, dejar descansar directamente sobre el suelo, o bien levantar para no interferir ciertas labores del cultivo.

#### *2.1.4.3 Válvulas*

Entre los elementos de regulación y control de flujo están las válvulas de distinto tipo: de paso, reguladoras de presión, de retención (check), hidráulicas, eléctricas, volumétricas, etc. Su operación directa o indirecta (mediante programadores) regula el comportamiento del flujo y la presión en la red. En la Figura 2.8 se muestran diferentes tipos de válvulas (Osorio).

#### a) Válvulas Reguladoras:

Son válvulas que se colocan en línea con las tuberías que forman la instalación y permiten absorber el exceso de energía de la red, proporcionando un valor constante de presión y/o caudal del agua.

I.- Los reguladores de caudal constan, en esencia, de una membrana elástica con un orificio central que se contrae o distiende de acuerdo con la presión que actúa, para dejar pasar un caudal constante. Vienen calibradas para un caudal de salida fijo que no puede alterarse.

II.- Los reguladores de presión consisten en un cuerpo cilíndrico, metálico o plástico, en cuyo interior se desplaza un pistón que queda retenido por un muelle. El agua atraviesa la válvula siguiendo un recorrido sinuoso. Cuando la presión de ésta

aumenta, vence la resistencia del muelle, y se produce el desplazamiento del pistón, que a su vez disminuye el tamaño del orificio de entrada de la válvula. De esta forma se reduce la presión de salida del agua. Cuando la presión de salida equilibra la fuerza ejercida por el muelle, cesa el movimiento del pistón.

#### b) Válvulas de seguridad:

Purgadores y ventosas : Permiten la salida del aire en aquellos puntos especiales de la instalación en que puede acumularse, como codos, partes elevadas de tuberías, filtros, tanques de fertilización, etc., y en el caso de las ventosas, también la entrada de aire o el llenado y vaciado de tuberías o depósitos.

Es importante su colocación, pues la no eliminación del aire distorsionaría la presión y caudales de funcionamiento de la instalación y, en ocasiones, provocaría la rotura de la misma.

Normalmente están formados por un cuerpo metálico que en el caso de las ventosas suele ser de hierro fundido, en cuyo interior existe una boya. Cuando; por las tuberías, circula agua a presión esta empuja la boya taponando la salida. Pero si hay una acumulación de aire, al disminuir la presión, la boya desciende y lo deja escapar, en cuyo momento se recupera la presión y vuelve a cerrar la salida.

#### c) Válvulas aliviadoras de presión:

Permiten la salida del líquido de la instalación cuando se producen fuertes presiones, con lo que se evita la posible rotura de piezas. Son de acero o bronce, y la salida está cerrada por un resorte calibrado para una presión máxima de trabajo. Superada ésta, el resorte se comprime, quedando libre la salida.

#### d) Válvulas de retención:

Se colocan intercaladas en la tubería y tienen una doble misión: romper la columna de agua y reducir, por tanto, el golpe de ariete que se produce al abrir o cerrar una instalación, y evitar el retroceso del agua, que puede ser causa de contaminación de la fuente de suministro de agua.

Se colocan en la tubería principal cuando el punto de captación es elevado y existe, por tanto, presión natural, o en el cabezal, para evitar el retorno del agua que contiene los elementos nutritivos.



El cuerpo es de latón, bronce u otro material resistente, y en su interior lleva una pantalla metálica que el agua debe vencer para pasar a través de ella. Al cesar el flujo de agua, la pantalla cierra por completo la sección, impidiendo el retroceso del agua.

e) Válvulas eléctricas:

Estas son conectadas a un programador central, en el se programan los tiempos de funcionamiento del sistemas, de esta forma el programador central envía las ordenes a las válvulas eléctricas, mediante un solenoide que contiene en su interior, permite la apertura o el cierre automáticamente.

f) Válvula solenoide:

Es un dispositivo eléctrico que permite el cierre y apertura de las válvulas electro-hidráulicas en los sistemas de control automático y funciona con el movimiento axial de incitación por la corriente eléctrica (24 volts) después el funcionamiento hidráulico.



### Válvula Reguladora de Presión

### Válvula Eléctrica



Válvulas de Seguridad



Válvulas piloto Hidráulicas



Valv. Aliviadora de Presión



Válvula Hidráulica

Figura 2.10 Diferentes tipos de válvulas.

#### 2.1.4.4 Emisores:

El elemento más importante de un sistema de riego por goteo es el emisor, ya que afectará directamente los posteriores criterios de diseño. Los emisores son estructuras que reducen la presión prácticamente a cero, aplicando de esta manera el agua a la forma de una gota en la superficie del suelo. Los emisores varían en tipo y modelo, desde tubos perforados, micro tubos, goteros y bandas perforadas, a complicados diseños.

En general existen en el mercado variados tipos de emisores. Para el caso de cultivos sembrados en surcos es recomendable el uso de la cinta o cintilla de riego por la eficiencia de aplicación y el tipo de humedad que esta suministra (en forma de banda).

El agua circula por la cinta de goteo (tubería emisora) y a través de un filtro ininterrumpido pasa a una cámara sin discontinuidades dispuesta longitudinalmente. Después recorre un laberinto de flujo turbulento y sale al exterior en forma de gota a través de pequeños orificios. Estos se repiten a intervalos regulares que pueden ser diferentes según el tipo de cultivo (Figura 2.9). El resultado es una excelente uniformidad en la distribución del agua sobre el terreno.

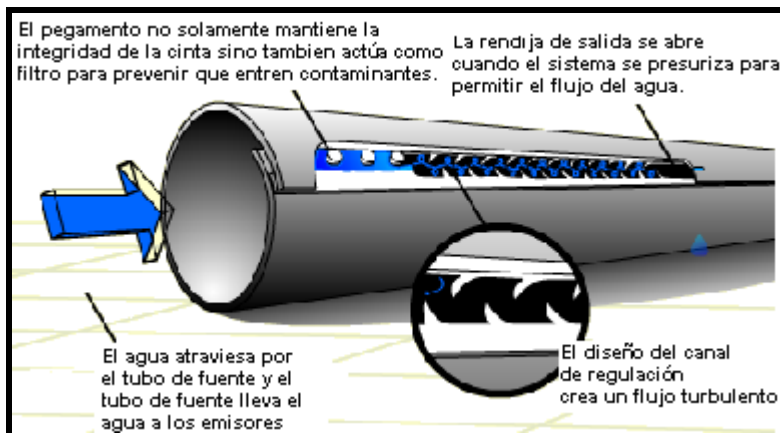


Figura 2.11 Cinta de flujo turbulento

## 2.2 Invernaderos

Una de las aplicaciones más conocidas y más positivas de la tecnología en agricultura ha sido la consecución de condiciones de cultivo independientes de los factores climáticos y de los riesgos que éstos comportan. Un invernadero facilita el mantenimiento de unos parámetros físicos como son temperatura del aire y del suelo, humedad relativa y porcentaje de CO<sub>2</sub> en el ambiente, etc., en las condiciones óptimas para el desarrollo de las plantas que se cultivan en su interior.

### **2.2.1 Definición**

La palabra invernadero en el sentido agronómico se aplica a lugares cubiertos y abrigados, para la defensa de los cultivos que se trabajan dentro de los mismos. Un invernadero es una estructura formada por una armazón ligera que puede ser madera o metálico (tubo galvanizado), sobre esta se asienta una cubierta de material transparente el cual dará protección a los cultivos que en el se practican (SARH, 1983).

Se entiende por invernadero todo abrigo, cierro o invernáculos de construcción lata o baja, más o menos perfecta, cuyo acondicionamiento puede ser controlado, bajo el cual se cultivan variedades hortícolas y ornamentales. Podría definirse también como aquella construcción especial en la que la cubierta de las paredes es transparente y deja pasar la luz, que se emplean para cultivar plantas mediante el control del clima en el que se desarrolla. Se podría sugerir escribiendo una serie de definiciones sobre lo que es un invernadero, de todas ellas, la más representativa es la que a continuación se da. Los invernaderos o abrigos son construcciones agrícolas que tienen por objetivo la producción sistemática y fuera de estación de productos horti-frutícolas, convirtiéndose en instrumento de trabajo que permite controlar eficazmente los rendimientos de calidad y cantidad (Martin *et. al.* 1981)

Un invernadero es toda aquella estructura cerrada cubierta por materiales transparentes, dentro de la cual es posible obtener unas condiciones artificiales de microclima, y con ello cultivar plantas fuera de estación en condiciones óptimas.

La finalidad principal que se persigue al cultivar bajo invernaderos ciertos productos hortícolas es la de conseguir cosechas en épocas fuera de estación, que se cotizan en el mercado por aparecer estos productos con anterioridad a la época normal de recolección y escasear, por tanto los mismo (Martin *et. a.l.* 1981).

### **2.2.2 Ventajas**

Las ventajas del empleo de invernaderos son:

- Precocidad en los frutos.
- Aumento de la calidad y del rendimiento.
- Producción fuera de época.

- Ahorro de agua y fertilizantes.
- Mejora del control de insectos y enfermedades.
- Posibilidad de obtener más de un ciclo de cultivo al año.

### **2.2.3 Desventajas**

- Alta inversión inicial.
- Alto costo de operación.
- Requiere personal especializado, de experiencia práctica y conocimientos teóricos.

### **2.2.4 Clasificación**

Los invernaderos se pueden clasificar de distintas formas, según se atiende a determinadas características de sus elementos constructivos (por su perfil externo, según su fijación o movilidad, por el material de cubierta, según el material de la estructura, etc.)(Figura 2.10).

Una clasificación definitiva no es posible establecer, pudiendo hacerse varias, las cuales expresan sus características lo mas apegable posible.

Los invernaderos se pueden clasificar atendiendo a su estructura que puede ser de madera, fierro, aluminio, etc. Por su uso pueden ser para multiplicación de plantas o para producción de cosechas (fruto, flores, etc). Según su forma pueden ser rectangulares, trapezoidales, poligonales, circulares, semielípticos, etc. Según su cubierta pueden ser: rígidos o flexibles (Alpi y Tognoni, 1975; Cruz, 1983; Martín *et. al.*, 1981; Nelson, 1978; SARH, 1983; Serrano, 1980 y USDA, 1972).

Como se puede ver en las clasificaciones descritas no se termina de establecer una clasificación congruente, de ahí que se considere tomar en cuenta los materiales que forman la estructura, así como su forma. También se consideran los materiales utilizados como cubierta. De esta forma, se agrupa de la siguiente forma.

#### **2.2.4.1 Con láminas flexibles:**

- Invernadero túnel y macro túnel
  - Circular
  - Poligonal

- Invernadero Capilla
  - A un vertiente
  - A dos vertientes
- Invernadero diente de sierra
- Invernadero con techumbre curva
- Invernadero burbuja

#### 2.2.4.2 Con láminas rígidas:

- Invernaderos capilla
- Invernaderos con techumbre curvada
  - Semicircular
  - Ojival
  - Semi-elíptico (Hanan *et. al.*, 1978; Martin *et al.*, 1981 y Nelson, 1978).

#### a) Invernadero tipo túnel:

Es difícil establecer una línea divisora entre lo que es un invernadero y un macro túnel por no existir un parámetro definitivo. El túnel-invernadero son abrigos que tienen generalmente de tres a cinco metros de anchura y 1.50 m de altura en el centro de la techumbre. Se utilizan preferentemente en protección de cultivos de porte bajo (lechuga, zanahoria, etc.) para su construcción se emplean varillas, tubos o perfiles de hierro. Normalmente para la cobertura de estos túneles se emplean láminas de polietileno, pudiéndose utilizar también PVC. La ventilación se practica por la lateral opuesta a los vientos dominantes. Su forma cilíndrica favorece la penetración de los rayos solares en su interior y ofrece buena resistencia a los fuertes vientos, es fácil de mantener, montar y desmontar (Hanan *et. al.* 1978 y Joiner, 1981).

#### b) Invernaderos capilla:

Los invernaderos capilla simple tienen la techumbre formando uno o dos planos inclinados según sea a una o dos aguas. Su forma exterior se asemeja a una caseta, es uno de los tipos de construcción más empleados. Para la construcción de la estructura se puede emplear madera, aunque en la actualidad se prefieren las construcciones con tubos y perfiles de hierro o madera, así como la combinación de estos. La techumbre en este tipo de invernaderos está formada por

dos vertientes, cuyo plano de inclinación dependerá de la climatología de la región, (lluvia, viento, granizo, nieve, etc.). La ventilación de estos invernaderos en unidades sueltas no ofrece dificultad ya que pueden llevar instaladas una serie de ventanas en sus techumbres o en las fachadas laterales (Cruz, 1983; Martin, *et. al.* 1981 y Serrano, 1980).

#### c) Invernaderos diente de sierra:

La agrupación de varios invernaderos con techo a una vertiente, constituyen los invernaderos llamados “diente de sierra”. La inclinación de las cubiertas de estos invernaderos debe orientarse de manera que penetre a través de ellas la mayor insolación solar. Son invernaderos de gran iluminación, en su interior se registran elevadas temperaturas, por lo que los cultivos se van protegidos (Cruz, 1983 y Martin *e.t al.* 1981).

La mayor dificultad que a primera vista ofrecen estos invernaderos es la evacuación de las aguas de lluvia, pero con la instalación adecuada de un canal puede quedar resuelto este problema (Cruz, 1983, Joiner, 1981 y Martin *et. al.* 1981).

#### d) Invernadero Burbuja:

Este tipo es una de las formas que hoy en día se puede construir un invernadero, su aspecto exterior se asemeja a un globo inflado, presentando múltiples aplicaciones; lo que se necesita para su construcción es una lamina de polietileno o de PVC transparente flexible, cuyo espesor sea 800 milésimas de pulgada y un pequeño ventilador de 30 watts para conseguir inflarlo. La lámina de plástico que se emplea en este tipo de invernaderos debe tener una anchura mínima de 8-10 m, con el fin de evitar el mayor número de unidades soldadas. Para sujetar al suelo, se hace una zanja de 30x30 cm. de sección a todo lo largo del perímetro de la zona que se desea proteger, en el cual se enterraran los bordes de la lamina de plástico, dado a que tener una sección curva y carecer de elementos rígidos no ofrecen resistencia al viento. La principal ventaja de estos invernaderos es la de facilitar gran luminosidad a las plantas y elevar considerablemente la temperatura al interior durante el día (Cruz, 1983 y Martin *et. al.* 1981).

e) Invernadero Capilla con cubierta:

Los materiales plásticos rígidos utilizados como cubiertas son: poliéster estratificado y cloruro de polivinilo rígido, el mayor inconveniente es que el costo de este invernadero tanto su estructura como su cubierta es superior a las ya descritas (Martin *et. al.*, 1981).

g) Invernaderos con Techumbre Curva:

Hasta ahora los tres tipos de invernaderos conocidos que presentan sus techumbres en forma curvada son: circular semielíptico en forma de asa de cesta y el ojival. Las estructuras suelen ser metálicas, aunque también se usa la madera laminada, fijándose las láminas de plástico rígido por medio de tornillos. Suelen construirse en anchos de 15-20 cm. con longitudes como se desee, desde 60cm hasta 400 m, algunas ventajas que presentan: la máxima difusión de luz, armadura ligera, etc. (Martin *et. al.*, 1981, Serrano, 1980).

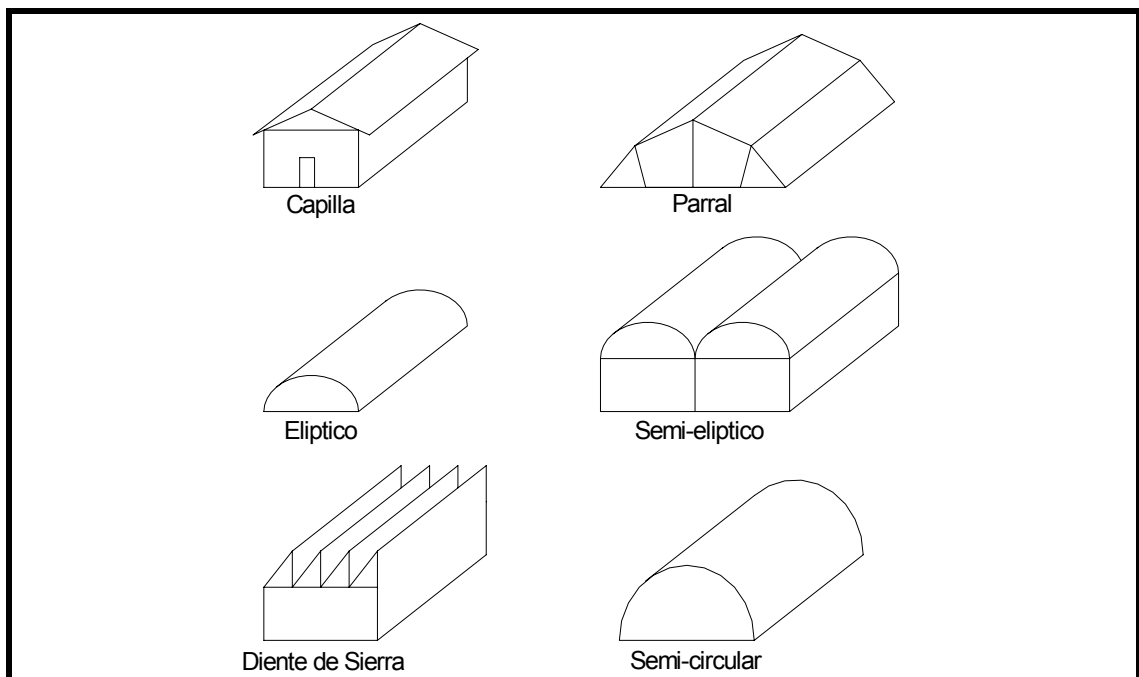


Figura 2.12 Tipos de Invernaderos

### 2.3 Automatización de los sistemas de riego



El elevado costo que tiene la instalación de un equipo de riego presurizado obliga a obtener el máximo rendimiento del equipo, lo que sólo se consigue con el cumplimiento de algunas normas, que requieren un entrenamiento y una mayor preparación por parte de los usuarios.

### **2.3.1 Niveles de Automatización**

Los sistemas de riego localizado son, en general, instalaciones fijas formadas por varias unidades de riego que operan consecutivamente con tiempos de operación largos y con alta frecuencia. Por tanto, se prestan a una posible programación automática.

Con los equipos existentes, actualmente, en el mercado se consiguen diversos niveles de automatismo, hasta llegar con el uso de microprocesadores a una programación automática del riego para períodos largos de tiempo, incluyendo la estimación automática de las necesidades de riego. La elección del nivel de automatismo ideal para cada caso, deberá hacerse en base a criterios técnico - económicos y preferencias del agricultor. También ha de estar de acuerdo con la formación del personal que lo maneja y de las posibilidades de un buen servicio de reparación y repuestos.

En general, pueden establecerse diversas categorías más o menos arbitrarias para clasificar los niveles de automatismo.

#### **2.3.1.1 Nivel “cero”**

Es el nivel más bajo de automatización. Consiste en utilizar válvulas de accionamiento manual para dar paso al agua de riego hacia cada una de las unidades. En este caso, el parámetro que se utiliza para controlar el riego es el tiempo o volumen de agua aplicado si se dispone de un contador de líquidos, lo que no es habitual. A pesar de ser un nivel mínimo de automatización, el requiere mucho menos mano de obra que cualquier otro sistema, con la excepción de determinadas instalaciones fijas o equipos mecanizados de aspersion. La principal actividad del regante consistirá en la recarga de abonos, mantener los filtros limpios, vigilar que los emisores funcionen correctamente y abrir y/o cerrar válvulas de acuerdo con el programa de riego.

#### **2.3.1.2 Nivel 1**

En este nivel cada válvula o serie de válvulas debe ser puesta en marcha antes de cada ciclo de riego.

#### *2.3.1.3 Nivel 2*

En este nivel la válvula o conjunto de válvulas repiten el ciclo de riego automáticamente.

#### *2.3.1.4 Nivel 3*

Es el nivel de automatismo total en base a microcomputadores.

Ver Tabla 2.3, donde se muestran mayores antecedentes y características de cada nivel de automatización.

### **2.3.2 Parámetros de control**

Para el control automático de las instalaciones, cada unidad de riego dispone de una o varias válvulas, que, accionadas por distintos mecanismos que posteriormente se explicarán, cierran cuando ha pasado un determinado volumen de agua, o tras un determinado tiempo de funcionamiento, siendo estos dos parámetros de control los habituales.

#### *2.3.2.1 Automatización por tiempo*

En este caso, las válvulas que controlan cada unidad de riego, cierran cuando ha pasado un determinado tiempo de funcionamiento.

#### *2.3.2.2 Automatización por volúmenes*

Es el sistema más recomendable para riego localizado en explotaciones de pequeña dimensión, ya que una misma instalación puede suministrar volúmenes de agua diferentes en un mismo tiempo de funcionamiento, al variar el caudal como consecuencia de múltiples circunstancias, como pueden ser: cambios de temperatura, variaciones en la presión de entrada de agua al sistema, colmatación de los filtros,

roturas, obturaciones, etc. Por tanto, el control por volumen supone mayor seguridad en el manejo del sistema de riego.

### *2.3.2.3 Otros parámetros de automatización*

En algunos casos, la apertura y cierre de las válvulas puede hacerse en función de valores alcanzados por parámetros indicadores del estado del agua en el suelo y/o en la planta, como potencial de agua en el suelo o temperatura de la hoja. A veces se automatiza en base a parámetros micro meteorológico, el caso más frecuente es la altura de agua en un tanque evaporimetro.

### **2.3.3 Modo de operación**

En lo que se refiere a los mecanismos utilizados para ordenar la apertura y cierre de válvulas, podemos clasificar los automatismos en tres tipos:

- Hidráulicos: En este caso las válvulas actúan por señales de presión de agua transmitidas a través de tubo de PE de pequeño diámetro (4-6 mm). Normalmente controlan volumen.
- Eléctricos y/o electrónicos: Las válvulas actúan bajo excitación magnética creada por solenoides al recibir impulsos eléctricos. Normalmente controlan tiempos.
- Mixtos: En éstos se combinan ambos tipos.

#### *2.3.3.1 Automatismo hidráulico*

##### a) Válvulas:

##### I.- Válvulas hidráulicas:

Son mecanismos que interrumpen el paso de agua por medio de un pistón o un diafragma que cierra la salida. El pistón o diafragma actúa mediante la presión transmitida por una señal hidráulica. Existen dos tipos:

- Normalmente abiertas: Cierran al recibir la señal hidráulica. El agua entra por el tubito de control a la cámara y crea una presión hacia abajo de igual magnitud a la existente en la red. Sin embargo, la fuerza de empuje es mayor

en el diafragma que en la junta de cierre, por tener una mayor superficie, el pistón baja y se produce el cierre.

- Normalmente cerradas: Abren al recibir la señal hidráulica. En este caso, el proceso es análogo al anterior, pero el agua de control entraría a la cámara inferior del diafragma y, por lo tanto, el empuje sería hacia arriba abriendo la válvula.

## II.- Válvulas volumétricas:

Constan de un contador de agua tipo Woltmann y una válvula hidráulica o mecánica, esta última sólo para diámetros pequeños (normalmente hasta 1”), conectados entre sí.

La válvula se pone en funcionamiento cuando se gira a mano un dial en el que se marca el volumen de agua deseado. Cuando el contador ha medido esa cantidad y el mando ha vuelto a cero, se trasmite una señal a la válvula hidráulica o mecánica que corta el flujo de agua.

Normalmente, el contador y la válvula hidráulica suelen integrarse en un único cuerpo, sin embargo, también se pueden encontrar volumétricas con ambos mecanismos por separado, conectados mediante una válvula multivías.

## III.- Válvulas multivías:

Las válvulas volumétricas e hidráulicas, se conectan entre sí en los automatismos de tipo secuencial hidráulico. Las conexiones se realizan con tubito de PE y en ellas, cuando sea necesario, cambiar la dirección de las señales (flujo del agua), se utilizan pequeñas válvulas de 3 a 5 vías que envían señal hidráulica por una u otra salida, en función de la entrada por la que les llegue.

### b) Niveles de automatismo hidráulico

#### I.- Nivel uno:

El más elemental consiste en instalar válvulas volumétricas independientes. En este caso, el riego se realiza válvula a válvula abriendo manualmente y cerrando automáticamente, en cuyo momento se procede a abrir otra. No hay ninguna limitación en cuanto al orden de apertura de las válvulas.

#### II.- Nivel dos:

Es el riego secuencial hidráulico, en él las válvulas volumétricas van conectadas entre sí, de forma que la apertura es manual y simultánea para todas ellas. Mientras riega la primera, envía una señal que mantiene cerradas a las demás. Cuando finaliza el riego de la primera, se abre automáticamente la segunda, manteniendo las demás cerradas, y así sucesivamente.

En este tipo de automatismo, una vez fijado el orden de riego de las válvulas y hechas las conexiones, no puede alterarse dicho orden sin proceder a una nueva conexión.

Una limitación en este tipo de automatismos es la distancia (unos 200 m), a la cual la señal es tan débil que produce un mal funcionamiento de los mecanismos hidráulicos. Una válvula multivía puede utilizarse para reforzar esta señal, tomando presión directamente de la red, en aquellos puntos donde convenga. Con este procedimiento, hoy en día se ha eliminado esta limitación (Figura 2.11). Otro problema lo constituye el desnivel que en ciertos casos mantiene suficiente presión dentro del tubo de PE, aunque haya cesado la señal.

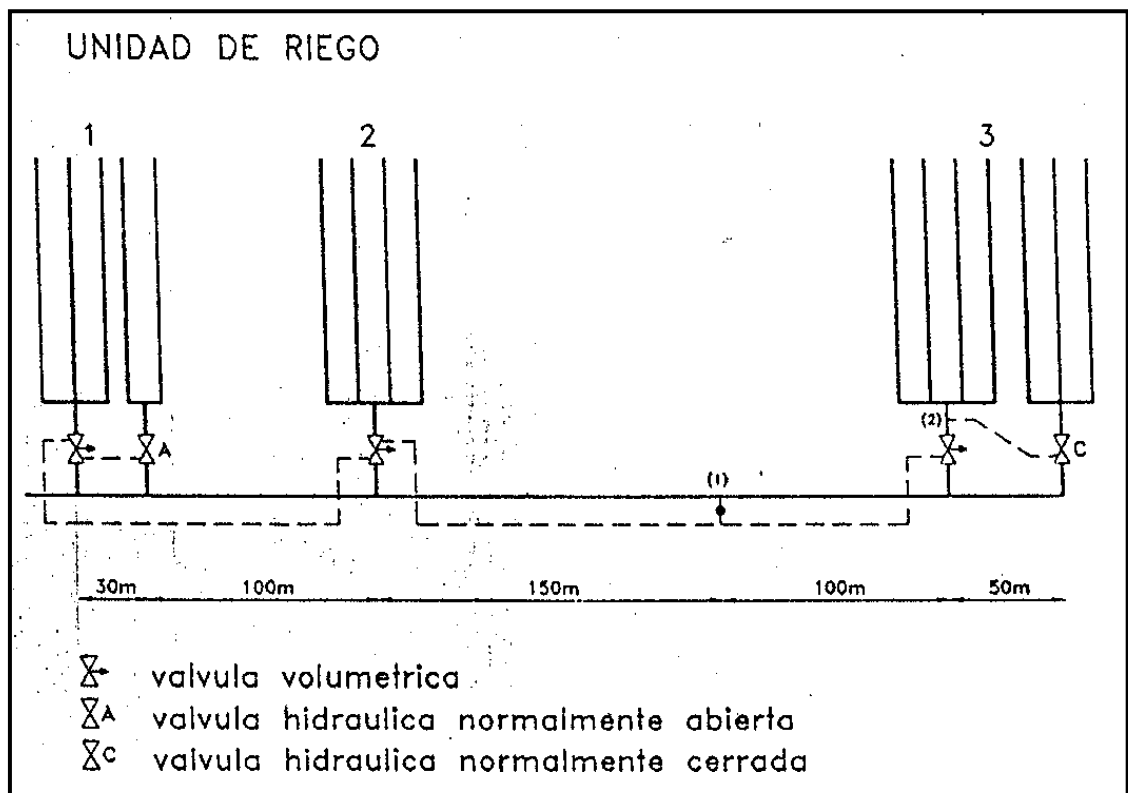


Figura 2.13 Automatismo secuencial hidráulico.

### 2.3.3.2 Automatismo electrónico

#### a) Tipos de automatismo electrónico

I.- Válvulas solenoides: Son mecanismos que abren o cierran el paso del agua actuando por excitación eléctrico-magnética. Esta señal les llega por un cable eléctrico. En realidad sólo en las válvulas de muy pequeño diámetro (inferior a  $\frac{3}{4}$ " ) el solenoide actúa directamente sobre el mecanismo que abre o cierra el paso de agua por la tubería. En los demás casos la válvula solenoide abre o cierra el paso de agua en un pequeño circuito, que es el que envía las señales a una válvula hidráulica del mismo tipo de las anteriormente descritas. No obstante, frecuentemente se denomina "válvula solenoide" al conjunto "válvula solenoide + válvula hidráulica".

II.- Programadores de control por tiempo: Constan fundamentalmente de un reloj y de un conjunto de mandos e interruptores que permiten fijar a voluntad el orden de apertura y cierre de las válvulas solenoides y la duración del riego en cada una de ellas, así como los ciclos de riego durante períodos más o menos largos, generalmente una o dos semanas. Estos instrumentos necesitan energía eléctrica y algunos modelos vienen preparados para operar con baterías. Estos programadores realizan el arranque y paro de bombas eléctricas, tanto para impulsión de agua de riego, como para inyección de fertilizantes. Existen modelos pequeños sólo para el control del ciclo de riego que se venden incorporados a las propias válvulas solenoides y que en algunos casos permiten conectarlas entre sí, para riego secuencial, sin necesidad de programador central.

III.- Programadores de control por volumen: Tratando de compaginar las ventajas del automatismo hidráulico y el electrónico han surgido éstos. En ellos el control se realiza por volúmenes, en lugar de programar por tiempo. La dosis de riego se controla a través de pulsos eléctricos, asociando cada pulso a un determinado volumen de agua medido por medio de un contador que envía señales al programador cada vez que el indicador correspondiente mide una vuelta completa, cerrando un circuito eléctrico a través de un electroimán.



Figura 2.14 Controladores electrónicos

#### b) Niveles de automatismo electrónico

Con estos programadores pueden conseguirse niveles de automatismo muy superiores a los del tipo hidráulico, pues no sólo permiten establecer la secuencia de riego y las dosis para cada unidad, sino que se puede automatizar la decisión de regar, e incluso la dosis de riego a aplicar en cada unidad, en función de una serie de parámetros medidos a través de sensores colocados en el cultivo y que envían las señales correspondientes al programador central, que arranca y para el grupo de impulsión si fuese necesario.

Con estos sistemas, al enviar señales eléctricas no hay limitaciones de distancia ni topográficas como en el caso de los hidráulicos. Como inconveniente destaca la necesidad de una fuente de energía y el tratarse de mecanismos, en general, más complicados.

#### Automatismo por microcomputadores:

Con los recientes avances en el campo de los microprocesadores se consiguen unidades muy compactas a precios interesantes para uso en agricultura, que permiten alcanzar el nivel de “automatismo total”.

Con este tipo de automatismos, se consigue un avance cualitativo interesante, como es la posibilidad de controlar el funcionamiento hidráulico de la instalación a través de sensores de presión y flujo que detiene el riego cuando registran valores superiores o inferiores al rango previamente fijado. Control permanente de

parámetros meteorológicos, control sobre la aplicación de fertilizantes y pesticidas, etc.

El control de riego se hace a través de volúmenes medidos en un contador que envía pulsos al programador, tal como se ha explicado anteriormente. En función de los volúmenes medidos, éste abre y cierra válvulas solenoides instaladas en el campo, si se dispone de energía eléctrica, o a través de válvulas hidráulicas si no se cuenta con electricidad. Estas válvulas hidráulicas son controladas por pequeñas válvulas solenoides piloto, situadas en las proximidades del microcomputador.

Estos equipos instalados con solenoides piloto son de bajo consumo y se alimentan mediante pilas secas ordinarias, aun disponiendo de energía eléctrica para evitar los inconvenientes de un corte de fluido.

#### *2.3.3.3 Mixtos*

En éstos se combinan ambos tipos.

#### **2.3.4 Fertilización en sistemas automatizados**

El uso de tanques de fertilización en sistemas de riego automatizados es muy restringido. La concentración de la solución que inyectan estos aparatos varía con el tiempo y, por lo tanto, las unidades que riegan al final reciben menor cantidad de abonos que las primeras. Aunque la variación de la concentración en el tiempo puede disminuirse mediante la disminución del caudal a través del tanque, aumento del volumen del tanque, conexión de tanques en serie, tanques de desplazamiento, etc., los resultados no suelen garantizar una buena uniformidad de fertilización. La alternativa sería colocar un tanque por unidad de riego lo cual es caro y en muchos casos exige mucha mano de obra de preparación de las mezclas fertilizantes.

El uso de inyectoras simplifica el problema. Si las unidades de riego son similares en caudal o en número de plantas, pueden usarse inyectoras no proporcionales. Las variaciones admitidas dependerán de la precisión deseada en el reparto de abonos. En general, dado el conocimiento sobre las necesidades de fertilizantes que se posee para la mayoría de los cultivos, se puede admitir variaciones hasta  $\pm 5\%$  sobre la unidad de riego media.



En el caso de automatismos electrónicos y mixtos, no se presentan las limitaciones anteriores, pues los programadores normalmente permiten aplicar a voluntad diferentes dosis de fertilizantes a las unidades de riego.

Tabla 2.5 Resumen de sistemas de automatismos.

Nivel de automatismo	Parámetro de control	Modo de operación	Comienzo del riego	Orden de marcha	Cambio de orden de marcha	Cambio de dosis de riego	Arranque (A) Parada (P) de bombas	Tipo de fertilizador
Cero	Tiempo o volumen	Manual	Apertura manual	Cualquiera	Sin limitaciones	Cambiar tiempo	A : Manual P : Posible automatismo	Cualquiera
Uso (parcial)	Volumen	Hidráulico	Apertura manual	Cualquiera	Sin limitaciones	Ajuste del dial de la volumétrica	Idem	Cualquiera
Uno (secuencial)	Volumen	Hidráulico	Apertura manual	Fijo	Cambiar conex. hidráulicas	Ajuste manual dial volumétrica	A: Manual P: Automática	Inyectores
Dos	Tiempo	Eléctrico	Programación horaria	Cualquiera	Sin limitaciones	Ajuste de tiempo	A: Automática P: Automática	Inyectores
Tres (total)	Volumen, tiempo u otros	Micro computadores	Programación horaria o con sensores	Cualquiera	Sin limitaciones	Ajuste de tiempo, volumen o de sensores	Idem	Inyectores

## **2.4 Apoyos de Gobierno para el fortalecimiento del sector Agropecuario**

### **2.4.1 Alianza para el campo**

Los programas de la Alianza para el Campo, “Alianza Contigo 2003”, forman parte de la estrategia del Gobierno Federal para el fortalecimiento del sector ante el proceso de globalización y el impulso al desarrollo rural para mejorar la calidad de vida de sus habitantes, en el marco del federalismo, que otorga recursos públicos, funciones y programas a los gobiernos estatales en un esquema de responsabilidad compartida entre los tres niveles de gobierno y los productores ([www.sagarpa.gob.mx](http://www.sagarpa.gob.mx)).

Los programas de la Alianza Contigo 2003, de fomento agrícola, de fomento ganadero, de desarrollo rural, de sanidad e inocuidad agroalimentaria, del sistema de información para el desarrollo rural sustentable, de acuacultura y pesca, y del fondo de estabilización, fortalecimiento y reordenamiento de la cafecultura, tienen su aplicación en cuatro grandes áreas de atención estratégica: a) Reconversión Productiva; b) integración de cadenas agroalimentarias y de pesca; c) atención a grupos y regiones prioritarias; y d) atención a factores críticos.

Asimismo, para su ejecución se consideran los siguientes instrumentos: a) El fomento a la inversión rural y pesquera; b) el desarrollo y fortalecimiento de las capacidades de la población del sector rural; c) la promoción y apoyo de la organización rural y pesquera; d) el acceso a fuentes de financiamiento y aliento de la cultura de pago, e) la generación de información y tecnologías que incrementen la productividad; f) el mejoramiento de la sanidad agroalimentaria; y g) el fortalecimiento de los mercados para complementar el ingreso.

Los apoyos que se otorgan se sujetan a criterios de objetividad, equidad, transparencia, publicidad, selectividad y temporalidad, con base en: a) Identificar a la población objetivo de los programas y subprogramas; b) prever montos máximos por beneficiario y por porcentaje del costo de los proyectos, privilegiando a la población de menores ingresos; c) establecer mecanismos de distribución y operación que otorguen acceso equitativo a todos los grupos sociales y géneros, así como para la obtención de información que permita su seguimiento, supervisión y evaluación de los beneficios económicos y sociales; d) llevar a cabo una coordinación de acciones entre dependencias y entidades que inciden en el sector

para un uso más eficiente y eficaz de los recursos públicos; y e) prever la temporalidad de su otorgamiento.

#### *2.4.1.1 Objetivo*

Objetivo general. Impulsar la participación creciente y autogestiva, principalmente de los productores de bajos ingresos y sus organizaciones, para el establecimiento de los Agro negocios en el medio rural, encaminados a obtener beneficios de impacto social, económico y ambiental, y el fortalecimiento de la competitividad de las cadenas agroalimentarias, tanto para incrementar el ingreso de los productores y elevar su calidad de vida, como para diversificar las fuentes de empleo y fomentar el arraigo en el campo.

Objetivos específicos. La Alianza para el Campo busca Impulsar el desarrollo rural con una visión más amplia a la actividad agropecuaria y silvícola, considerando para ello la aplicación de cuatro líneas estratégicas: a) La reconversión productiva; b) la integración de las cadenas agroalimentarias y de pesca; c) la atención a grupos y regiones prioritarias; y d) la atención a factores críticos.

#### *2.4.1.2 Población objetivo y cobertura*

##### a) Población objetivo:

Conforme lo establece la Ley de Desarrollo Rural Sustentable, en su artículo 2o., “son sujetos los ejidos, comunidades y las organizaciones o asociaciones de carácter nacional, estatal, regional, distrital, municipal o comunitario de productores del medio rural, que se constituyan o estén constituidas de conformidad con las leyes vigentes. Asimismo, en el artículo 9o., se establece que la estrategia de orientación, impulso y atención a los programas y acciones para el desarrollo rural sustentable que ejecuten los gobiernos federal y estatales, deberán tomar en cuenta además de la heterogeneidad socioeconómica y cultural de los sujetos de esta Ley, los distintos tipos de productores en razón del tamaño de sus unidades de producción o bienes productivos, y su capacidad de producción para excedentes comercializables o para autoconsumo.

##### b) Cobertura:

Los programas de la Alianza para el Campo tendrán una aplicación de carácter nacional, regional y estatal, considerando lo señalado en la Ley de Desarrollo Rural Sustentable, artículo 27, fracción V, sobre “la demarcación espacial de los Distritos de Desarrollo Rural como base geográfica para la cobertura territorial de atención a los productores del sector rural...”

#### *2.4.1.3 Características de los apoyos*

##### a) Tipo de apoyo

Los recursos federales que se asignan a los programas de la Alianza Contigo, son subsidios que complementan las inversiones de los productores rurales y grupos prioritarios, focalizados a la población objetivo de los programas, transparentes y temporales; y con mecanismos de programación, seguimiento, supervisión y evaluación.

I.- En lo general, se establecen dos tipos de apoyo: a la demanda libre; y la demanda vía proyectos económicos productivos.

II.- En lo específico, se otorgan apoyos para la capitalización de las unidades de producción mediante la adquisición de activos fijos, excepto la compra de bienes inmuebles; del tipo financiero para que los productores constituyan fondos de garantía; para el pago de servicios de capacitación, asistencia técnica y consultoría; para la consolidación organizativa y empresarial de los productores y grupos prioritarios; para mejorar la sanidad e inocuidad del sector agroalimentario, acuícola, pesquero y silvícola; para la formulación de proyectos de investigación y de apropiación tecnológica; para los proyectos del sistema de información del sector; y proyectos para apoyar la integración a mercados y fomento a las exportaciones.

##### b) Monto de los apoyos:

Se establecen los niveles de apoyo en función de la población objetivo:

I.- Se otorga en lo general, como máximo el 50% del costo total de las componentes del programa y hasta 500 mil pesos como máximo por unidad de producción, a toda persona física o moral que de manera individual o colectiva,

realice preponderantemente actividades en el medio rural, en cualquier comunidad y municipio, que correspondan a la población objetivo establecida en el artículo 8 fracción IV y que cumpla con lo establecido en la Ley Agraria. Se entiende como unidad de producción, cualquier proyecto integral de explotación sea éste conformado por uno o varios productores.

II.- Para los productores de bajos ingresos no aplicará el límite del 50% de apoyo, y si presentan proyectos económicos integrales que otorguen valor agregado a la producción primaria y mejoren su integración a cadenas productivas, el monto podrá ser mayor a los 500 mil pesos; proyectos que deberán contar con dictamen técnico, viabilidad económica, financiera y, en su caso ambiental, y deberán ser concertados mediante convenio con la SAGARPA y, en su caso, con los Gobiernos de los Estados, en el que se asegure el seguimiento de las acciones.

III.- En lo particular, cada uno de los programas de la Alianza establece los montos máximos de apoyo, tanto en porcentaje como en recurso presupuestal federal, respetando los apoyos determinados en lo general. Por su parte, los gobiernos de los estados podrán diferenciar los apoyos antes citados con base en el “Estudio de Estratificación de Productores” que acuerde el Consejo Estatal de Desarrollo Rural Sustentable; estudio que, como orientación fundamental, deberá considerar por lo menos a la población objetivo descrita en el apartado correspondiente y la definición de cultivos intensivos en capital que contrata mano de obra, respetando siempre los montos máximos de recursos federales establecidos en estas reglas de operación. En el caso de proyectos productivos, para la cuantificación de la aportación de los beneficiarios se podrá considerar la mano de obra, materiales de la región, activos en poder de los beneficiarios y terrenos cuando éstos últimos, legalmente representen un incremento al patrimonio de cada uno de los beneficiarios y estén directamente relacionados con el proyecto en cuestión, sean éstos cedidos por alguno de los socios o adquiridos para el proyecto.

#### *2.4.1.4 Programas de la Alianza para el Campo*

- Programa de Fomento Agrícola
- Programa de Fomento Ganadero
- Programa de Desarrollo Rural
- Programa de Sanidad e Inocuidad Agroalimentaria
- Programa Sistema Nacional de Información para el Desarrollo Rural Sustentable (SNIDRUS)
- Programa de Acuacultura y Pesca
- Programa Fondo de Estabilización, Fortalecimiento y reordenamiento de la Cafecultura

a) Programa de Fomento Agrícola:

El Programa de Fomento Agrícola se enmarca en el área de Crecimiento con Calidad que establece el Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006 y que busca lograr el uso sustentable de los recursos naturales, la superación de los rezagos en la infraestructura pública y privada y la planeación regional coordinada entre el ejecutivo federal, los gobiernos estatales, municipales y los productores. Asimismo, en el marco de las atribuciones de la Secretaría, se busca materializar las políticas del Plan Sectorial orientadas a: elevar la producción y productividad, propiciar el desarrollo rural con enfoque territorial, impulsar la integración y competitividad de las cadenas productivas, fomentar la sustentabilidad de los recursos suelo y agua, fortalecer la investigación y transferencia de tecnología y promover la diversificación y reconversión productiva.

b) Programa de Fomento Ganadero

Este conjunto de programas se orientan a apoyar la capitalización de los ganaderos, acelerar la adopción de tecnología a nivel del productor en lo relativo a la alimentación, mejoramiento genético y sanidad, complementadas con la asistencia técnica a través de profesionistas, con el fin de elevar la productividad tanto por unidad de superficie como por unida animal.

c) Programas de Desarrollo Rural

Se establecen con el propósito de hacer un uso más eficiente de los recursos públicos y fortalecer las acciones de generación de empleo rural e ingreso entre los habitantes de las regiones rurales marginadas de nuestro país, las políticas y estrategias de desarrollo rural se orientan a fomentar la capitalización de las unidades de producción familiar; a incorporar procesos de transformación y agregación de valor; al desarrollo de capacidades en el medio rural; y a promover y apoyar la participación de los productores y sus organizaciones, entre otros.

d) Programas de Sanidad e Inocuidad Agroalimentaria

Apoyar la ejecución de programas sanitarios que tienen como finalidad favorecer las oportunidades de participación en el mercado, una vez que la condición sanitaria o de inocuidad no represente una limitante para la comercialización de los productos agropecuarios mexicanos en los mercados nacionales y extranjeros.

e) Programa Sistema Nacional de Información para el Desarrollo Rural Sustentable (SNIDRUS)

Apoyar el establecimiento e implementación del Sistema Nacional de Información para el Desarrollo Rural Sustentable (SNIDRUS), con la participación de las entidades federativas e INEGI, mediante el otorgamiento de apoyos para la realización de acciones de estadística agropecuaria, de recursos naturales, tecnología, servicios técnicos, industrial y de servicios del sector, con el fin de proveer información oportuna a los productores y agentes económicos que participan en los procesos de producción, que apoyen la toma de sus decisiones y contribuyan a la integración de cadenas agroalimentarias y de pesca.

f) Programa de Acuacultura y Pesca

Promover y fomentar el desarrollo integral del sector acuícola y pesquero a través del aprovechamiento racional y sustentable de los recursos pesqueros y acuícolas a efecto de elevar el nivel de vida de los productores, sus familias y las comunidades pesqueras y acuícolas del país.



#### g) Programa Fondo de Estabilización, Fortalecimiento y Reordenamiento de la Cafecultura

El Fondo de Estabilización del Café se constituyó en el ejercicio fiscal 2002, como un instrumento de apoyo fundamental a la actividad cafetalera nacional, cuyos recursos han permitido mantener a los productores en este cultivo, no obstante los bajos precios internacionales que en ese ciclo se presentaron. Para el presente año y toda vez que las condiciones del precio internacional mantienen una condición similar al año 2002, el Gobierno Federal prevé continuar el apoyo a los productores cafetaleros del país, de conformidad a lo que se establece en las presentes Reglas de Operación.

#### **2.4.2 PROCAMPO (Programa de Apoyos Directos al Campo)**

##### **2.4.2.1 Características**

El programa se diseñó con el propósito de hacer más eficiente, equitativo y como mecanismo de transparencia de recursos para compensar a los productores nacionales por los subsidios que reciben sus competidores extranjeros. Es un apoyo directo al ingreso del productor. Se otorga por hectárea, independiente del tipo y tamaño del predio, la región o zona productiva, costo y régimen de la tenencia de la tierra, siempre y cuando no rebase lo establecido en la constitución políticas del país y en la ley Agraria; esta desvinculado de la producción. Los beneficiarios del programa son aquellos productores (personas físicas o morales) que se encuentran en legal explotación de la superficie elegible ([www.sagarpa.gob.mx](http://www.sagarpa.gob.mx)).

Se considera superficie elegible a la que hubiera sido sembrada con algunos de los siguientes cultivos: maíz, frijol, trigo, algodón, sorgo, soya, arroz, cártamo o cebada.

El Programa de apoyos Directos al Campo (PROCAMPO), es un subsidio directo que el gobierno federal otorga a través de la SAGARPA. Tiene como objetivo específico apoyar el ingreso de los productores rurales.

El PROCAMPO se opera en un ámbito complejo: la producción agrícola ocurre bajo situaciones cambiantes y está influenciada, entre otras causas, por la Coexistencia de tecnologías modernas y tradicionales, mercados de insumos y productos que reaccionan por efecto de la situación económica prevaleciente,

climas aleatorios y una estructura agraria en la que predomina el minifundio. Esto hace que sus resultados se aprecien desigualmente en regiones distintas y bajo circunstancias diversas, y que los productores, de conformidad con sus singularidades, adviertan en él beneficios que, a cada uno, le pueden parecer diferentes.

#### *2.4.2.2 Lineamientos generales:*

1.- Para los ciclos PV 2002 y OI 2002-2003, el apoyo por hectárea será de \$873.00 (ochocientos setenta y tres pesos 00/100 MN)

De conformidad con lo señalado en el artículo 69 del presupuesto de egreso de la federación para el 2002 (PEF), el monto máximo que puede recibir un productor, será de acuerdo a lo siguiente: las personas físicas, hasta 100 ha de riego y 200 de temporal o superiores en los casos provistos en la fracción XV del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y hasta 2500 ha de riego y 5000 de temporal para las sociedades mercantiles y civiles.

2.- Si el propietario o titular de los derechos sobre un predio registrado en el directorio del PROCAMPO demuestra, mediante la exhibición del documento definitivo que acredite su propiedad o la titularidad de sus derechos, el aumento en la superficie que tenía registrada, se aceptara la modificaron en el citado directorio, solamente en el correspondiente al renglón de "superficie total". Por ningún motivo se aceptaran incrementos en la "superficie elegible" del predio.

3.- No procederá el otorgamiento del apoyo, cuando el productor:

a) Incumpla las reglas de operación, o

b) Incumpla las regulaciones agrícolas, pecuarias, forestales y/o uso del agua o las establecidas por la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), en los casos de proyectos ecológicos; o

c) Carezca de algún documento en su Expediente Único, integrado en el CADER, con excepción de que el documento que falte sea el que acredite la propiedad de predios bajo régimen de propiedad privada, en cuyo caso deberá contener la constancia de incorporación al programa de regularización de tenencia de la tierra, derivado del convenio de coordinación para el establecimiento de dicho programa, alebrado entre el Gobierno Estatal correspondiente y la SAGARPA, o

d) Solicite el apoyo de un predio en litigio u otro reclame por escrito el derecho al apoyo sobre la misma superficie o se acredite documentalmente que exista controversia no judicial, por la propiedad o posesión del predio; o

e) No permita la verificación del predio o del conglomerado.

4.- La SAGARPA ofrecerá a los productores el servicio gratuito de registro, recepción de solicitud y entrega de apoyos.

5.- De conformidad con lo establecido en el artículo 64 del Decreto de Presupuesto de Egresos de la Federación, para el Ejercicio Fiscal 2002, las solicitudes de apoyo, los documentos de pago, así como la publicidad y promoción del PROCAMPO, deberán incluir la siguiente leyenda:

“este programa es de carácter público, no es patrocinado ni promovido por partido político alguno y sus recursos provienen de los impuestos que pagan todos los contribuyentes. Esta prohibido el uso de este programa con fines políticos, electorales, de lucro y otros distintos a los establecidos. Quien haga uso indebido de los recursos de este programa deberá ser denunciado y sancionado de acuerdo a la ley aplicable y ante la autoridad competente”.

6.- Continuarán vigentes las reglas de operación de los ciclos agrícolas anteriores, en tanto no se opongan al contenido de las presentes.

### III.- MÉTODO

#### Características generales del área del proyecto y su entorno

Para el diseño del Sistema de Riego por Goteo, se recabó información y datos necesarios para un diseño óptimo, que cumpla con los requerimientos máximos de agua del cultivo y también para integrar el proyecto que se requiere para solicitar el apoyo (subsidio) del Gobierno Federal al productor. Este proyecto debe de contener la siguiente información.

Tabla 3.1 Cuadro de Presentación del Proyecto

LOS MOCHIS SINALOA, A JULIO DEL 2004
ALIANZA PARA EL CAMPO 2004
PROGRAMA DE FOMENTO AGRÍCOLA
SUBPROGRAMA DE FOMENTO A LA INVERSIÓN Y CAPITALIZACIÓN
PROYECTO: SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO AUTOMATIZADO
SUP. NETA DE RIEGO: 09-96-00
CULTIVO A REGAR: PEPINO
PREDIO: S/N
UBICACIÓN: SAN MIGUEL ZAPOTITLAN, AHOME SIN.
PRODUCTOR: -----

#### 3.1 Identificación

Datos generales del proyecto para su identificación, son proporcionados por el productor (Tabla 3.2).

Tabla 3.2 Identificación del Proyecto

NOMBRE DEL PROYECTO	Sistema de Riego por Goteo Automatizado
PROPIETARIO	-----
LOCALIDAD	San Miguel Zapotitlan
MUNICIPIO	Ahome
ESTADO	Sinaloa

### 3.2 Clima

Los datos de clima pueden ser recabados en el Distrito de Riego al cual pertenece el área del proyecto, son necesarios para conocer el clima predominante en la zona (Tabla 3.3).

Tabla 3.3 Datos de Clima Predominantes en el Área del Proyecto.

Descripción: Clima seco, cálido con lluvias en verano y escasas a lo largo del año	
TEMPERATURA	Mínima 3°C
	Media 25.3 °C
	Máxima 41.0 °C
PRECIPITACIÓN	403.4 mm total anual
VELOCIDAD DE VIENTO	12 Km/hra
A.S.N.M.	14 Mts

### 3.3 Superficie

Datos proporcionados por el productor, o en su caso recabado en el campo por medio de un levantamiento topográfico, que servirán para delimitar el área del proyecto y calcular los requerimientos de agua exactos para dicha área. (Tabla 3.4).

Tabla 3.4 Superficie Neta del Proyecto.

TOTAL	09-96-00 has
NETA DE RIEGO	09-96-00 has
PROPIAS	00-00-00 has
ARRENDAMIENTO	09-96-00 has

### **3.4 Suelo y agua**

#### **3.4.1 Estudio de Suelo**

Se realiza un análisis del suelo en laboratorio; para conocer el tipo de suelo, y las características del mismo.

#### **3.4.2 Reporte de las condiciones del agua**

##### **3.4.2.1 Fuente de abastecimiento y localización geográfica**

Se debe de especificar la fuente de abastecimiento del agua a utilizar para el diseño del sistema de riego, su ubicación y localización geográfica. Datos que servirán para su identificación, estos datos son proporcionados por el productor o bien pueden ser tomados conociendo la fuente de agua que suministrará al proyecto. (Tabla 3.5).

Tabla 3.5 Datos de Identificación de la Fuente de Agua del Proyecto.

TIPO	Canal de riego
ESPECIFICAR	Canal s/n
ZONA	Norte
DISTRITO DE RIEGO	075
MUNICIPIO	Ahome
SINDICATURA	San Miguel Zapotitlan
POBLADO	San Miguel Zapotitlan
COORDENADAS GEOGRÁFICAS	25° 53' 00" N
	108° 58'00" W

### 3.5 Croquis de acceso al área del proyecto

Croquis de ubicación del proyecto (Figura 3.1).

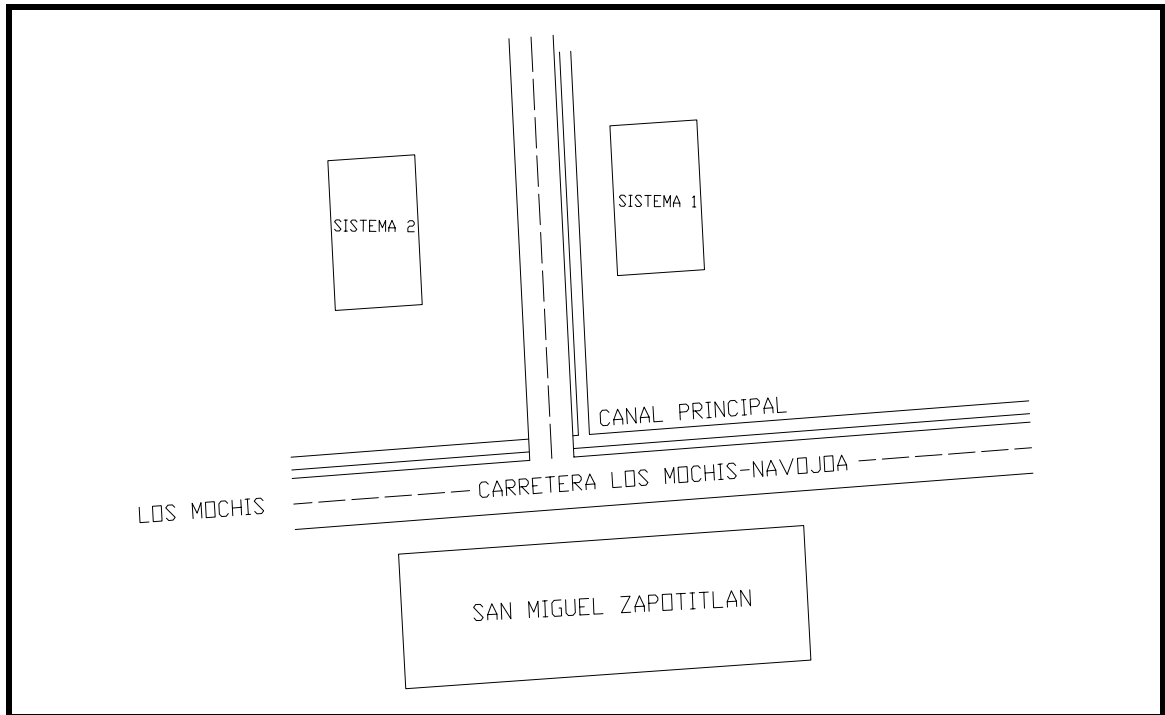


Figura 3.1 Croquis de Ubicación del Proyecto.

### 3.6 Situación antes de solicitar el apoyo

Es importante conocer la situación en la modalidad del riego, el sistema productivo y su problemática para poder comparar los beneficios que traerían consigo la tecnificación del riego y así poder justificar y/o sustentar la implementación de dicho sistema.

#### 3.6.1 Modalidad del riego

La forma de riego anterior al solicitado por parte del productor era el tradicional de gravedad para irrigar una superficie bruta de 09-96-00 has sin descontar el equivalente los canales de riegos y cabeceras. Con esta forma de riego se tenían que realizar diferentes actividades, como la quema y limpia de canales, trazo y borrado de canales, trazos, acarreo de sifones, y canales de desagüe por el clásico desperdicio de agua

### **3.6.2 Sistema productivo**

La producción alcanzada con un sistema de riego tradicional es la siguiente (Tabla 3.6).

Tabla 3.6 Producción con Sistema de Riego Tradicional.

CULTIVO	Pepino
SUPERFICIE	09-96-00 has.
RENDIMIENTO	17.7 ton/ha.
VOLUMEN DE PRODUCCIÓN	176.2 ton.
COSTO DE LA PRODUCCIÓN	\$55000/ha.
PRECIO DEL PRODUCTO EN EL MERCADO	\$16.5/Kg.
VALOR DE LA PRODUCCIÓN	\$292050/ha.

### **3.6.3 Problemática**

El problema principal del riego por gravedad, es el uso de grandes volúmenes de agua, motivado principalmente por el desperdicio de este vital elemento, ya sea por salidas de agua a los sistemas de drenes. Así como por los altos niveles de infiltración, lo que ocasiona lavado de suelos, humedecimiento del suelo mas allá de la capacidad de campo del mismo, con consecuencias de estrés para la planta y con impacto en los rendimientos de los cultivos.

También es de todos conocidos que los problemas antes mencionados, se ocasionan por la baja uniformidad del riego por gravedad, de tal suerte que en las partes iniciales de la surquería se tienen humedades mas allá de lo normal provocado por la intención de los regadores de alcanzar una humedad más aceptable al final de la surquería.

### **3.7 Propuesta solicitada**

Descripción del sistema de riego, componentes generales y forma de operación, las finalidades que se desean alcanzar con la implementación de dicho sistema; así como las metas que se quieren alcanzar en el sistema de productivo que justifiquen la implementación del sistema de riego. Esta propuesta es dada por la Empresa que se encargará del Diseño del Sistema de Riego (Water Tech).



### **3.7.1 Descripción, Finalidades y Meta**

#### **a) Descripción:**

Con este proyecto, se pretende establecer un Sistema de Riego por goteo Automatizado utilizando: filtros de grava y arena, cinta de flujo turbulento como material regante, tubería principal PVC en diámetros de 4" CI100, y tubería secundaria tubería de 6" CI80, 4" y 3" CI100 y 2" CI200. Así como válvulas hidráulicas reguladoras de 3" (eléctricas).

Se establecieron 4 secciones de riego para cada campo, en las que se aplicaran una lamina de riego por hora de 4.19 mm., con tiempos de operación por sección de 1.6 hrs, a efectos de aplicar un lamina total diaria de 7 mm., dándonos un tiempo de operación de 6.7 hrs al día.

El Sistema operará con dos Equipo de Bombeo, con motor eléctrico, el cual suministrará un gasto de 17.2 lps @ 3.0 kg/cm<sup>2</sup> y 12.8 lps @ 3.0 Kg/cm<sup>2</sup>.

#### **b) Finalidades:**

- Eficientar el uso del agua disminuyendo los desperdicios por evaporación y conducción.
- Aprovechar el máximo del terreno al eliminar los canales
- Ahorrar en el uso de fertilizantes, al aplicar las cantidades de los mismos en dosis bajas y en diversas etapas del cultivo
- Evitar lixiviación de los agroquímicos y fertilizantes a los mantos freáticos del subsuelo al estar aplicando las laminas de riego que se hacen con riegos de gravedad
- Aumentar los volúmenes de producción
- Permitir el uso de labranzas mínimas de conservación

#### **c) Metas:**

Las metas en el sistema productivo que se desean alcanzar con la implementación del sistema de riego es la siguiente (Tabla 3.7).

Tabla 3.7 Producción con la implementación del sistema de riego.

CULTIVO	Pepino
SUPERFICIE	09-96-00 has.
RENDIMIENTO	41.5 ton/ha.
VOLUMEN DE PRODUCCIÓN	413.3 ton.
COSTO DE LA PRODUCCIÓN	\$88000/ha
PRECIO DEL PRODUCTO EN EL MERCADO	\$16.50/Kg.
VALOR DE LA PRODUCCIÓN	\$684750/ha

### 3.8 Diseño del Sistema de Riego

Es importante conocer los datos agronómicos de cultivo, para un buen diseño del sistema de riego; para que pueda ser eficiente y acorde a los requerimientos para el cultivo. Alguno de estos datos son proporcionados por el productor y otros son recabados técnicamente o calculados según sea el caso.

#### 3.8.1 Diseño agronómico

El diseño agronómico corresponde a la identificación del cultivo y de los parámetros que serán necesarios para realizar un buen diseño del sistema de riego.

##### 3.8.1.1 Información del cultivo

Información general del cultivo, para el diseño optimo del sistema de riego (Tabla 3.8).

Tabla 3.8 Información general del cultivo

SISTEMA DE RIEGO	Sistema de riego por goteo automatizado
CULTIVO	Hortalizas
TIPO	Pepino
FECHA DE SIEMBRA (INVERNADERO)	10 de Octubre
FECHA DE COSECHA	25 de Noviembre
DÍAS A LA MADUREZ FISIOLÓGICA	45 días
SEPARACIÓN ENTRE SURCOS	1.6 m

### 3.8.1.2 Determinación del Kc. de los cultivos

Los factores que influyen directamente en las necesidades de agua de los cultivos son:

- Clima
- Tipo de cultivo y
- Fase de desarrollo

En el caso del clima; la temperatura, la humedad y el viento son los elementos climatológicos que inciden mas directamente en las necesidades de agua de los cultivos, ya que en un clima soleado, seco cálido ventoso nos encontramos que las plantas tienen mayores necesidades de agua que en un clima nublado, frío húmedo y sin viento.

El tipo de cultivo y fase desarrollo; las necesidades de agua de acuerdo al tipo de cultivo se ven influenciadas por su fase de desarrollo y características propias de la planta (profundidades de raíz época de fructificación etc).

Para la determinación de LA EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL DE LOS CULTIVOS se siguen varios métodos conocidos como lo son el del Tanque evaporímetro tipo "A", el de Blaney-Criddle, Jencen-Haise, Penman, Thornt Whaite etc. Pero por su complejidad para ser entendidos en el medio agrícola los últimos señalados que son en base de formulas, en nuestro caso utilizaremos el del tanque evaporímetro tipo "A". Que se da en función experimental en el campo mismo.

Como se señalo anteriormente, la combinación de la insolación, temperatura, humedad y el viento, influyen sobre la cantidad de agua evaporada en una superficie de agua libre y estos mismos elementos inciden de un modo análogo sobre la evapotranspiración de las plantas.

Para este proyecto de riego por goteo en Pepino se toman los siguientes datos para determinar que laminas de agua debemos de reponer al cultivo en sus diferentes etapas de desarrollo y sobre todo en demanda máxima.

FORMULA:

$$Etp = Kp * Ev$$

DONDE:

Etp = Evapotranspiración Potencial (mm)

Kp = coeficiente del tanque (F=.80) Adim.

Ev = Evaporación (mm/día)

Para el diseño de riego del sistema, tenemos que calcular las necesidades de agua del cultivo para el mes mas critico que se tenga. Aclarando que es prioritario que el cliente tenga conocimiento que para establecer un cultivo en el ciclo primavera verano, el sistema tenga la capacidad de suministrar la lámina en los meses más críticos que a nuestro juicio seria el mes de junio.

Datos:

Ev = 6.6 mm/día (junio)

Kp = .80

Etp =(6.6 mm/día)(.80)

Etp = 5.2 mm /día

KC DEL CULTIVO:

El valor del coeficiente de cultivo (Kc.) varía con el propio cultivo y el periodo vegetativo (ver Tabla 3.9).

Tabla 3.9 Coeficiente Kc. para el cultivo del Pepino.

CULTIVO	PERIODO VEGETATIVO			
	FASE INICIAL (1)	FASE DESARROLLO (2)	FASE MEDIA ESTACIONAL (3)	FASE FINAL (4)
Pepino	0.45	0.85	1.15	0.9

Con la información anterior podemos determinar la EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL CULTIVO de la siguiente forma.

$$ET = Etp \times Kc$$

$$ET = (5.2 \text{ mm/día}) \times (1.15)$$

$$ET = 6.09$$

DONDE:

ET = Evapotranspiración del cultivo (mm/día)

Etp = Evapotranspiración potencial (mm/día)

Kc = Coeficiente del cultivo (Adim.)

En los cultivos se toma la etapa mas critica, siendo en esta ocasión la fase de media estación que es cuando el cultivo tiende a su fructificación así como el mes que presenta la máxima evaporación. Regresando al punto de los cultivos tomados como referencia para este proyecto, tenemos lo siguiente (Tabla 3.10):

Tabla 3.10 Requerimiento Hídrico del Pepino

CULTIVO	Evapotranspiración potencial mm/día (Etp)	Coeficiente del cultivo (Kc.)	Evapotranspiración de los cultivos mm/día (ET)
Pepino	5.2	1.15	6.09

### 3.8.1.3 Información complementaria

Características generales del cultivo y especificaciones del sistema (Tabla 3.11).

Tabla 3.11 Características generales del cultivo y del sistema.

SUPERFICIE	09-96-00 has.
CULTIVO	Pepino
ESPACIAMIENTO DEL CULTIVO	1.60 m
GASTO DISPONIBLE	Necesario
TIEMPO DISPONIBLE DE RIEGO	Diario
EFICIENCIA DE APLICACIÓN	90%
EVAPOTRANSPIRACIÓN MÁXIMA DIARIA	6.09 mm
GASTO TOTAL DEL SISTEMA	17.2 lps por sistema

<b>EMISOR PROPUESTO</b>	
EMISOR	Cinta de flujo turbulento
DISTRIBUCIÓN DEL EMISOR	A cada 30 cm.
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	3.5
ÁREA DE INFLUENCIA DEL EMISOR	48 cm.
NUMERO TOTAL DE MTS. DE LÍNEA DE RIEGO	124200
<b>PLANTA</b>	
PROFUNDIDAD RADICULAR	.8 – 1.0 mts.
KC. DEL CULTIVO ( critico)	1.15 FASE MEDIA
<b>TEXTURA DEL SUELO</b>	
% DE ARENA	20
% DE ARCILLA	50
% DE LIMO	30
% SATURACIÓN	76
CAPACIDAD DE CAMPO	.32
PUNTO DE MARCHITES PERMANENTE	.16
VELOCIDAD DE INFILTRACIÓN BÁSICA	2.5 mm/hr
% DE ABATIMIENTO DE HUMEDAD APROVECHABLE	10

#### 3.8.1.4 Resultados obtenidos

Con los datos agronómicos recabados, se diseñó el sistema de riego óptimo para este cultivo, obteniéndose los siguientes resultados (Tabla 3.12).

Tabla 3.12 Cuadro de Resultados Obtenidos

HUMEDAD APROVECHABLE	7.0 mm
LAMINA DE RETENCIÓN MÁXIMA	30 cm
LAMINA DE RIEGO	4.19 mm/hr
LAMINA BRUTA DE RIEGO	7.0 mm por riego
INTERVALO DE RIEGO	diario
VOLUMEN BRUTO DIARIO	70 m <sup>3</sup> /ha.
TIEMPO DE RIEGO	6.6 horas para aplicar 7 mm en todo el terreno
SUPERFICIE DE RIEGO DIARIO	09-96-00 has

GASTO TOTAL DEL SISTEMA	17.20 lps.
CULTIVO	Pepino
RIEGOS	4 de 1.6 hr.
LAMINA	4.19 mm/hr.

### 3.8.2 Diseño hidráulico

El diseño hidráulico es el resultado del diseño agronómico, básicamente son las características hidráulicas y de operación del sistema de riego.

#### 3.8.2.1 Selección del equipo de bombeo

Para la selección del equipo de bombeo es necesario el cálculo de las pérdidas de carga totales que tendrá el sistema desde la succión; la conducción en la principal, las laterales, la presión de operación así como las perdidas por los accesorios y el requerimiento total de agua del sistema (Tabla 3.13).

Tabla 3.13 Características generales del equipo de bombeo.

TIPO DE SISTEMA	Fijo
<b>INFORMACIÓN MÍNIMA NECESARIA PARA LA SELECCIÓN DEL EQUIPO DE BOMBEO</b>	
CARGA DINÁMICA TOTAL (kg/cm <sup>2</sup> )	3.0
GASTO TOTAL REQUERIDO (lps)	17.20
NIVEL ESTÁTICO (m)	0.5
NIVEL DINÁMICO (m)	1
PROFUNDIDAD TOTAL (m)	2.5
POTENCIA CALCULADA (hp)	10 y 7.5
<b>BOMBA</b>	
TIPO	Centrífuga
MARCA	Berkeley
MODELO	B3ZPM y B1 ½ TPM
GASTO (lps)	17.2
DIÁMETRO DE SUCCIÓN	3 y 2 ½"
DIÁMETRO DE DESCARGA	4 y 3"
<b>MOTOR</b>	

TIPO	Eléctrico
POTENCIA	10 y 7 ½ hp
PRESIÓN DE OPERACIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	3.0
RPM	1800

### 3.8.2.2 Selección de válvulas de medición, control y protección

Estas válvulas con necesarias para medir el gasto del sistema (que sea el calculado), la válvula mariposa se utilizan para el control del gasto y del lavado de los filtros, la válvula check, de aire y alivio de presión son para la protección del sistema. Son seleccionados en base al gasto del sistema y al diámetro de la tubería en que se colocan (Tabla 3.14).

Tabla 3.14 Válvulas de medición, control y protección del sistema.

DESCRIPCIÓN	DIÁMETRO	CANTIDAD
MEDIDOR DE GASTO McCROMETER MOD. 308	4"	2
VÁLVULA MARIPOSA FRESNO	4"	4
VÁLVULA CHECK FRESNO	4"	2
VÁLVULAS DE ADMISIÓN Y EXPULSIÓN DE AIRE ARI	2"	2
VÁLVULA DE ALIVIO DE PRESIÓN WATERMAN	2"	2
MANÓMETRO DE GLICERINA 0-100 PSI	-	4

### 3.8.2.3 Selección del equipo de fertilización

Para la selección del equipo de fertilización, es necesario determinar y/o conocer los requerimientos de fertilización del cultivo, así como de la presión de operación del sistema (Tabla 3.15).

Tabla 3.15 Características del equipo de Fertilización.

TIPO	Venturi
MARCA	Mazzei
MODELO	2081 <sup>a</sup>
CAPACIDAD DE INYECCIÓN	1892 lph succión máxima a 50 psi
BOMBA ELÉCTRICA CENTRIFUGA	Bomba Berkeley de 7.5 hp
CARACTERÍSTICAS ESPECIALES	Requiere una diferencia del 18% para la succión



### 3.8.3 Resumen general del diseño del sistema de riego

El resumen general del sistema de riego (Tabla 3.16), proporciona los datos característicos del sistema.

Tabla 3.16 Resumen General del Sistema de Riego.

PREDIO	San Miguel Zapotitlan
SISTEMA DE RIEGO	Por goteo
SUPERFICIE TOTAL	09-96-00 has.
SUPERFICIE NETA DE RIEGO	09-99-00 has.
CULTIVO	Pepino
FUENTE DE ABASTECIMIENTO	Canal de riego
GASTO DISPONIBLE	17.2 lps
TIPO DE SUELO	Arcilloso
TIPO DE EMISOR	Cinta de goteo
INTERVALO DE RIEGO	Diario
LAMINA DE RIEGO	7.0 mm
TIEMPO DE RIEGO	1.6 hrs.
SECCIONES DE OPERACIÓN	Cuatro
GASTO TOTAL DEL SISTEMA	17.2 lps
PRESIÓN DE OPERACIÓN DEL SISTEMA	3.0 kg/cm <sup>2</sup>
SUMINISTRO DE ENERGÍA AL SISTEMA	Eléctrica
<b>EQUIPO DE BOMBEO</b>	
TIPO	Centrífuga
POTENCIA	10 y 7 ½ hp
MODELO	B3ZPM y B1 ½ TPM
PRESIÓN DE OPERACIÓN	42.66 psi
TIPO DE MOTOR	Eléctrico

### 3.9 Listado del presupuesto del sistema

Es el listado de materiales que se utilizarán para la instalación y puesta en marcha del sistema de riego, el precio unitario, el monto así como el costo total del mismo (3.17).

Tabla 3.17 Listado de Materiales del Sistema

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
<b>I.-LÍNEA PRINCIPAL</b>				
4" TUBERÍA PVC CL100 C/CAMPANA	MTS	258	\$37.29	\$9,620.05
4"X90 CODO PVC CED40	PZA	3	\$86.44	\$259.32
4" TE PVC CED40	PZA	2	\$92.98	\$185.96
4"X3" RED. CAMPANA PVC CED40	PZA	1	\$81.85	\$81.85
3" TE PVC CED40	PZA	1	\$54.19	\$54.19
3"X90° CODO PVC CED40	PZA	1	\$36.97	\$36.97
3"X1" RED. BUSHING PVC CED40 LXR	PZA	1	\$16.19	\$16.19
1" VALV. AIRE VBK	PZA	1	\$55.45	\$55.45
3" VALV. MARIPOSA FIERRO	PZA	1	\$1,095.19	\$1,095.19
3" BRIDA PVC CED80	PZA	2	\$127.08	\$254.16
5/8"X5" TORNILLO	PZA	4	\$5.51	\$22.04
5/8" TUERCA	PZA	4	\$0.80	\$3.20
5/8" RONDANA PLANA	PZA	4	\$1.15	\$4.60
5/8" RONDANA DE PRESIÓN	PZA	4	\$0.57	\$2.28
<b>SUMA</b>				<b>\$11,691.43</b>
<b>II.-LÍNEA SECUNDARIA</b>				
6" TUBERÍA PVC IPS CL80 TS	MTS	84	\$56.14	\$4,715.51
4" TUBERÍA PVC CL100 TS	MTS	384	\$37.29	\$14,319.36
3" TUBERÍA PVC CL125 TS	MTS	324	\$13.97	\$4,526.28
4"X90 CODO PVC CED40	PZA	4	\$86.44	\$345.76
4" TE PVC CED40	PZA	2	\$92.99	\$185.98
4"X3" RED. BUSHING CED40 LISO	PZA	4	\$34.78	\$139.12
3"X3" NIPLE TOE CED80	PZA	8	\$19.86	\$158.88
3" VALV. ELÉCTRICAS DOROT	PZA	4	\$6,310.33	\$25,241.30
4"x3" TE PVC CED40	PZA	4	\$83.57	\$334.28
3"X1" RED. BUSH. PVC CED40 LXR	PZA	4	\$16.19	\$64.74
1" VALV. AIRE VBK	PZA	8	\$60.27	\$482.16
6"X4" RED. CAMPANA PVC CED40	PZA	5	\$120.88	\$604.40
4"X3" RED CAMPANA PVC CED40	PZA	9	\$81.85	\$736.65
3"X2" RED. CAMPANA PVC CED40	PZA	4	\$63.37	\$253.48
2"X90 CODO PVC CED40	PZA	4	\$10.22	\$40.87
2" TE PVC CED40	PZA	4	\$11.25	\$45.00
2"X1" RED. BUSH. LXR CED40	PZA	4	\$9.53	\$38.11
2"X3" NIPLE TOE PVC CED80	PZA	4	\$7.46	\$29.84
2" CACHUCHA ROSCA PVC CED40	PZA	4	\$11.02	\$44.08
CAJA DE CONTROL DE 6 EST. RAINBIRD	PZA	1	\$13,584.60	\$13,584.60
CABLE No 14	MTS	1,000	\$5.40	\$5,400.00

1" TUBERÍA PVC CED40	MTS	1,000	\$3.10	\$3,099.00
1"X90 CODO PVC CED40	PZA	4	\$2.87	\$11.48
1" TE PVC CED40	PZA	4	\$3.67	\$14.68
<b>SUMA</b>				<b>\$74,415.57</b>
<b>III.-MATERIAL DE IRRIGACIÓN</b>				
CINTA T-TAPE 508-12-450 2300 MTS	ROLL	31	\$1,808.10	\$56,051.10
AZUD CONECTOR INICIAL 16MM C/E.	PZA	1,000	\$4.02	\$4,018.00
AZUD CONECTOR M-C 16MM	PZA	1,000	\$1.95	\$1,950.00
POLIDUCTO EHF1350 304 MTS	ROLL	5	\$580.88	\$2,904.40
AZUD CONECTOR CINTA-CINTA 16MM	PZA	31	\$3.44	\$106.64
<b>SUMA</b>				<b>\$65,030.14</b>
<b>IV.-INSTALACIÓN Y REPARACIÓN</b>				
BROCA PARA TALADRO 16MM (9/16)	PZA	1	\$501.33	\$501.33
TALADRO	PZA	1	\$2,240.32	\$2,240.32
TORCEDOR	PZA	2	\$53.04	\$106.07
ALAMBRE	ROLL	1	\$362.53	\$362.53
SERRUCHO	PZA	1	\$225.81	\$225.81
PEGAMENTO GRIS 717	GL	2	\$377.34	\$754.68
PEGAMENTO GRIS 717	QT	2	\$107.90	\$215.80
LIMPIADOR P-68	GL	2	\$228.10	\$456.20
LIMPIADOR P-68	QT	2	\$71.52	\$143.04
BOTE VACIO MT-648	PZA	2	\$58.89	\$117.78
APLICADOR 4020	PZA	4	\$61.64	\$246.56
3/4" CINTA TEFLON	ROLL	5	\$3.79	\$18.94
6"X10" COPLE DE REPARACIÓN FIERRO	PZA	1	\$467.23	\$467.23
4" COPLE LISO PVC CED40	PZA	2	\$24.45	\$48.90
3" COPLE LISO PVC CED40	PZA	2	\$21.00	\$42.00
<b>SUMA</b>				<b>\$5,947.20</b>
<b>V.-ESTACIÓN DE FILTRACIÓN</b>				
4" TUBO FIERRO SOLDABLE	MTS	6	\$37.29	\$223.74
3" TUBERÍA PVC CL100 BE	MTS	6	\$13.97	\$83.82
4"x90 CODO FIERRO SOLDABLE	PZA	3	\$545.30	\$1,635.90
FILTRO EVERFILT SM36-2A	SET	1	\$69,761.43	\$69,761.43
GRAVA 50LBS	SACO	16	\$20.89	\$334.24
ARENA SILINA #20 100LBS	SACO	16	\$129.15	\$2,066.40
4" EMPAQUE NEOPRENO	PZA	3	\$26.98	\$80.94
4" BRIDA FIERRO	PZA	7	\$239.13	\$1,673.91
4" BRIDA PVC SCH80	PZA	1	\$130.30	\$130.30
4" VALV. MARIPOSA	PZA	2	\$1,363.82	\$2,727.64
4" VALV. CHECK	PZA	1	\$1,485.74	\$1,485.74
4" FLUJOMETRO	PZA	1	\$9,915.85	\$9,915.85
3/4"X6" TORNILLO	PZA	16	\$8.27	\$132.24

3/4"x7" TORNILLO	PZA	8	\$14.58	\$116.64
3/4"x4" TORNILLO	PZA	8	\$6.31	\$50.48
3/4" TUERCA	PZA	36	\$1.38	\$49.68
3/4" RONDANA DE PRESIÓN	PZA	36	\$1.72	\$61.92
3/4" RONDANA PLANA	PZA	36	\$1.72	\$61.92
2"X3" NIPLE TOE FIERRO SOLDABLE	PZA	5	\$6.65	\$33.25
2" VALV. BEE LINE	PZA	2	\$237.98	\$475.96
2" VALV. ALIVIO DE PRESIÓN	PZA	1	\$1,366.12	\$1,366.12
2" VALV. AIRE AV150	PZA	2	\$210.43	\$420.86
1" VALV. AIRE VBK	PZA	1	\$60.27	\$60.27
MANÓMETRO 0-100	PZA	2	\$200.90	\$401.80
3" TE PVC CED 40	PZA	1	\$48.79	\$48.79
3"X90° CODO PVC CED40	PZA	1	\$10.22	\$10.22
3"X1" TE PVC CED40 LXR	PZA	1	\$58.20	\$58.20
3"X1-1/2" TEE PVC CED40 LXR	PZA	1	\$64.52	\$64.52
VIDRIO DE LAVADO	PZA	1	\$468.72	\$468.72
3"X2" ADAP MACHO RED. PVC CED40	PZA	2	\$28.47	\$56.94
2" VALV.BRONCE	PZA	1	\$491.11	\$491.11
<b>SUMA</b>	<b>\$94,549.55</b>			

#### **VI.-INYECTOR DE FERTILIZANTE**

BOMBA BERKELEY M. B1-1/2TPM 7.5 HP	PZA	1	\$17,348.23	\$17,348.23
2" ADAPTADOR MACHO DE INSERCIÓN	PZA	4	\$20.66	\$82.64
2" MANGUERA DE SUCCIÓN	MTS	3	\$68.65	\$205.95
2" ABRAZADERA SINFÍN	PZA	4	\$14.00	\$56.00
2" KIT DE SUCCIÓN S-87FV	PZA	1	\$1,438.10	\$1,438.10
2" INYECTOR 2081A	PZA	1	\$1,691.35	\$1,691.35
<b>SUMA</b>	<b>20,822.27</b>			

#### **VII.-BOMBA**

BERKELEY CENTRIFUGA MOD. B3ZPM 10 HP	EA	1	\$33,330.23	\$33,330.23
<b>SUMA</b>	<b>\$33,330.23</b>			

#### **VIII.-SUCCIÓN**

3"X3" NIPLE TOE FIERRO SOLDABLE	PZA	1	\$66.93	\$66.93
4"x3" RED. EXC. FIERRO SOLDABLE	PZA	1	\$181.73	\$181.73
4"x90 CODO FIERRO SOLDABLE	PZA	1	\$153.03	\$153.03
4" NIPLE TOE FIERRO SOLDABLE	PZA	1	\$133.39	\$133.39
4" PICHANCHA BRONCE	PZA	1	\$759.97	\$759.97
4" TUBO FIERRO SOLDABLE	MTS	6	\$73.13	\$438.78
<b>SUMA</b>	<b>\$1,733.83</b>			

<b>SISTEMA 2</b>				
<b>CONCEPTO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>IMPORTE</b>
<b>I.-LÍNEA PRINCIPAL</b>				
4" TUBERÍA PVC CL100 TS	MTS	252	\$37.29	\$9,397.08
4"X90 CODO PVC CED40	PZA	3	\$77.83	\$233.49
4" TE PVC CED40	PZA	2	\$92.99	\$185.98
4"X3" RED CAMPANA PVC CED40	PZA	1	\$81.85	\$81.85
3"X90° CODO PVC CED40	PZA	1	\$36.96	\$36.96
3" TE PVC CED40	PZA	1	\$48.79	\$48.79
3"X1" RED. BUSHING PVC CED40 LXR	PZA	1	\$16.18	\$16.18
1" VALV. AIRE VBK	PZA	1	\$60.27	\$60.27
3" VALV. MARIPOSA FIERRO	PZA	1	\$1,095.19	\$1,095.19
3" BRIDA PVC CED80	PZA	2	\$127.08	\$254.16
5/8"X5" TORNILLO	PZA	4	\$5.51	\$22.04
5/8" TUERCA	PZA	4	\$0.80	\$3.20
5/8" RONDANA PLANA	PZA	4	\$1.15	\$4.60
5/8" RONDANA DE PRESIÓN	PZA	4	\$0.57	\$2.28
<b>SUMA</b>				<b>\$11,442.07</b>
<b>II.-LÍNEA SECUNDARIA</b>				
4" TUBERÍA PVC CL100 TS	MTS	198	\$37.29	\$7,383.42
3" TUBERÍA PVC CL125 TS	MTS	240	\$13.97	\$3,352.80
2" TUBERÍA PVC CL200 TS	MTS	174	\$6.08	\$1,057.92
4" TE PVC CED40	PZA	2	\$92.98	\$185.96
4"X3" RED. BUSH. CED40 LISO	PZA	4	\$34.78	\$139.12
3"X3" NIPLE TOE CED80	PZA	8	19.90	\$159.19
3" VALV. ELÉCTRICAS DOROT	PZA	4	1054.32	\$4,217.29
4"X3" TE PVC CED40	PZA	4	\$83.57	\$334.28
4"X2" RED. BUSHING PVC CED40	PZA	4	\$38.23	\$152.92
2"X1" RED. BUSHING PVC CED40 LXR	PZA	4	\$8.95	\$35.80
1" VALV. AIRE VBK	PZA	8	11.48	\$91.84
4"X90 CODO PVC CED40	PZA	4	\$86.44	\$345.76
4"X3" RED CAMPANA PVC CED40	PZA	4	\$81.85	\$327.40
3"X2" RED CAMPANA PVC CED40	PZA	4	\$65.43	\$261.72
2"X90 CODO PVC CED40	PZA	4	40.79	\$152.92
2" TE PVC CED40	PZA	4	45.15	\$152.92
2"X1" RED. BUSH. PVC CED40 LXR	PZA	4	38.27	\$152.92
2"X3" NIPLE TOE PVC CED80	PZA	4	1.673	\$152.92
2" CACHUCHA ROSCA PVC CED40	PZA	4	3.699	\$152.92

CAJA DE CONTROL DE 6 E. RAINBIRD	PZA	1	13584.67	\$13,584.67
CABLE No 14	MTS	1,000	5.357	\$5,357.33
1" TUBERIA PVC	PZA	1,000	3099.60	\$152.92
1"X90 CODO PVC	PZA	4	2.870	\$11.48
1" TE PVC	PZA	4	3.635	\$14.54
<b>SUMA</b>				<b>\$40,334.72</b>
<b>III.-MATERIAL DE IRRIGACIÓN</b>				
CINTA T-TAPE 508-12-450	PZA	23	1808.10	\$41,586.30
AZUD CONECTOR INICIAL 16MM C/E.	PZA	770	4.02	\$3,093.86
AZUD CONECTOR M-CINTA 16MM	PZA	770	1.91	\$1,473.27
POLIDUCTO EHF1350 1000FT	ROLL	4	580.89	\$2,323.55
AZUD CONECTOR CINTA-CINTA	PZA	23	79.21	\$41,586.30
<b>SUMA</b>				<b>\$90,063.28</b>
<b>IV.-ESTACIÓN DE FILTRACIÓN</b>				
4" TUBO FIERRO SOLDABLE	MTS	6	270.01	\$1,620.06
3" TUBERÍA PVC CL100 BE	MTS	6	160.38	\$962.25
4" CODO FIERRO SOLDABLE	PZA	3	153.07	\$459.20
FILTRO EVERFILT SM30-2A	SET	1	55442.47	\$55,442.47
GRAVA 50LBS	SACO	12	62.37	\$748.50
ARENA SILICA #20 100LBS	SACO	10	129.15	\$1,291.50
4" EMPAQUE NEOPRENO	PZA	3	16.57	\$1,620.06
4" BRIDA FIERRO	PZA	7	3038.19	\$1,620.06
4" BRIDA PVC CED80	PZA	1	130.30	\$1,620.06
4" VALV. MARIPOSA FIERRO	PZA	2	1363.82	\$2,727.65
4" VALV. CHECK FIERRO	PZA	1	1485.70	\$1,485.70
4" FLUJOMETRO	PZA	1	9915.85	\$9,915.85
3/4"X6" BOLTS	PZA	16	8.23	\$131.64
3/4"X7" BOLTS	PZA	8	14.54	\$116.33
3/4"X4" BOLTS	PZA	8	6.31	\$50.51
3/4" TORNILLOS	PZA	36	1.34	\$48.22
3/4" HUASA DE COMPRESIÓN	PZA	36	1.72	\$61.99
3/4" HUASA PLANA	PZA	36	1.72	\$61.99
2"X3" NIPLE TOE FIERRO	PZA	5	6.70	\$33.48
2" VALV. BEE LINE	PZA	2	238.02	\$476.04
2" VALV. ALIV. DE PRESIÓN	PZA	1	1366.12	\$1,366.12
2" VALV. AIRE AV150	PZA	2	210.47	\$420.93
1" VALV. AIRE VBK	PZA	1	60.27	\$60.27
MANÓMETRO 0-100	PZA	2	200.90	\$401.80

3" TE PVC CED 40	PZA	1	48.79	\$48.79
3"X90° CODO PVC CED40	PZA	1	10.20	\$10.20
3"X1" TE PVC CED 40 LXR	PZA	1	58.17	\$58.17
3"X1-1/2" TE PVC CED40 LXR	PZA	1	64.48	\$64.48
VIDRIO DE LAVADO	PZA	1	468.77	\$468.77
3" ADAP MACHO RED. PVC CED40	PZA	2	28.51	\$57.02
3" VALV.BRONCE	PZA	1	491.152667	\$491.15
<b>SUMA</b>				<b>\$86,186.50</b>
<b>V.-INYECTOR DE FERTILIZANTE</b>				
BOMBA BERKELEY M. B1-1/2TPM 7.5 HP	PZA	1	25313.4	\$25,313.40
2" ADAPTADOR MACHO DE INSERCIÓN	PZA	4	20.66	\$82.66
2" MANGUERA DE SUCCIÓN	MTS	3	68.69	\$206.07
2" ABRAZADERA HHS16	PZA	4	13.97	\$55.87
2" KIT DE SUCCIÓN S-87FV	PZA	1	1438.06	\$1,438.06
2" INYECTOR VENTURI MOD. 2081A	PZA	1	1691.39	\$1,691.39
<b>SUMA</b>				<b>28,787.44</b>
<b>VI.-BOMBA</b>				
BOMBA BERKELEY MOD. B2-1/2TPM CON MOTOR DE 7-1/2 HP	PZA	1	25830.00	\$25,830.00
<b>SUMA</b>				<b>\$25,830.00</b>
<b>VII.-SUCCIÓN</b>				
2-1/2" NIPLE TOE FIERRO SOLDABLE	PZA	1	99.88	\$99.88
2-1/2"x4" RED. EXC. FIERRO SOLDABLE	PZA	1	143.50	\$143.50
4" CODO FIERRO SOLDABLE	PZA	1	153.07	\$153.07
4" NIPLE TOE FIERRO SOLDABLE	PZA	1	133.36	\$133.36
4" PICHANCHA BRONCE	PZA	1	759.98	\$759.98
4" TUBO FIERRO SOLDABLE	MTS	6	239.82	\$1,438.90
<b>SUMA</b>				<b>\$2,728.68</b>
<b>FLETE, HONORARIO, AGEN. ADUANAL Y DTA</b>				<b>\$36,256.37</b>
<b>TOTAL</b>				<b>\$631,059.89</b>

Figura 3.2 Plano de Diseño del Sistema de Riego por Goteo.



# CONTROLADOR

*RAIN*  *BIRD*

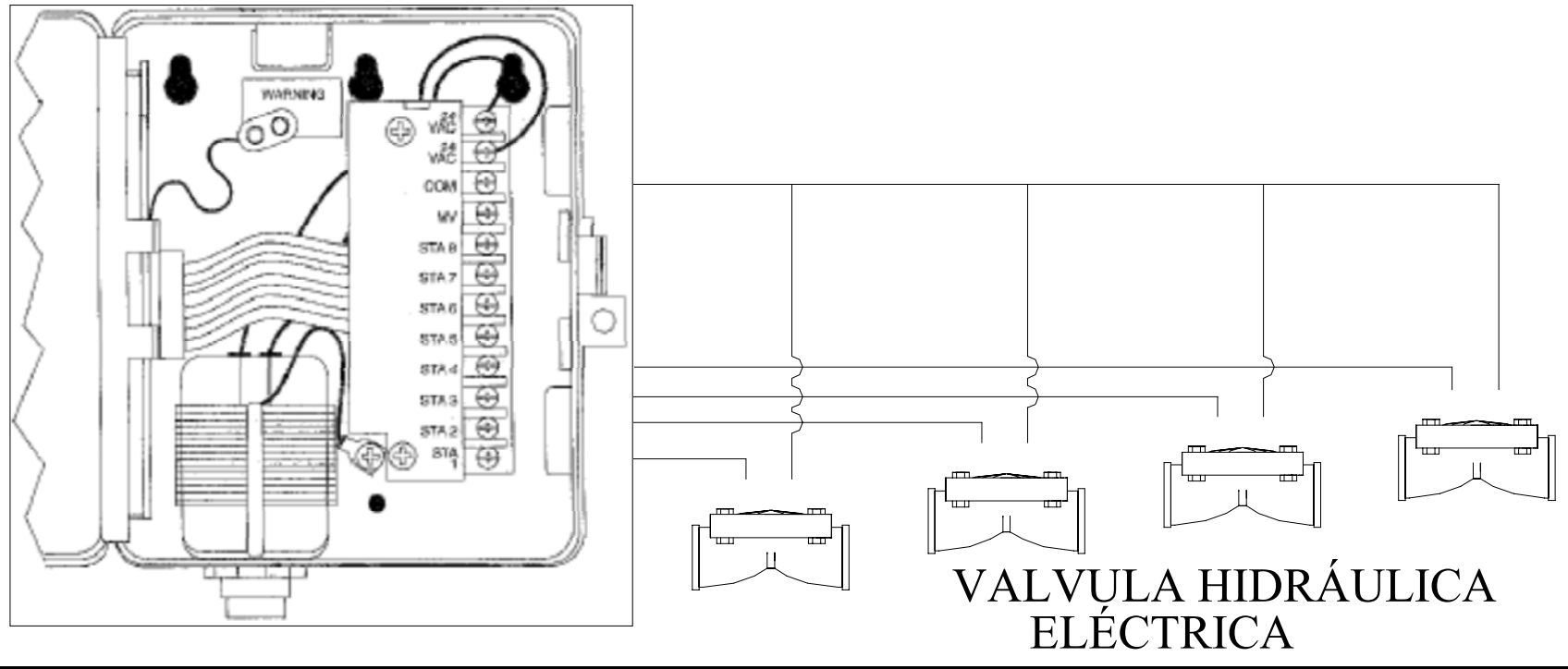


Figura 3.3 Diagrama Instalación de la Automatización del Riego por Goteo.

#### 4.1 Suministro e instalación de materiales

Los materiales son suministrados e instalados por la empresa responsable del diseño del sistema de riego, se debe estipular los plazos para el suministro de los materiales así como de la instalación del sistema (Tabla 3.18).

Tabla 3.18 Estipulación del suministro e instalación de materiales.

<p>De acuerdo a la política de la empresa WATER TECH S. de R.L. de C.V., esta presenta una programación del suministro al pagar el 50% como anticipo al ordenar el equipo, el 40% en un documento sin intereses a los 30 días de la fecha de contratación y el 10% restante en un documento sin intereses al termino de la instalación.</p> <p>Al momento de firmar el contrato productor-empresa. , Esta se compromete al suministro de materiales a los 30 días del `pedido.</p> <p>El proceso de instalación se llevara a cabo por el comprador con una supervisión constante del personal calificado de la empresa vendedora.</p> <p>El proceso de instalación es un sistema planificado, adecuado a las necesidades del agricultor basándose en el probable inicio de su siembra y basándose en el siguiente programa:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Acopio de los materiales necesarios para la instalación del sistema</li><li>➤ Zanjeo para la red de tubería (PVC)</li><li>➤ Armado de las válvulas (columpios)</li><li>➤ Instalación de las tuberías (principal y laterales)</li><li>➤ Instalación del equipo de bombeo y filtración</li><li>➤ Perforación de la tubería lateral para conexión de la cintilla</li><li>➤ Prueba de funcionamiento de bomba y lavado de tubería</li><li>➤ Colocar cinta después del lavado de tubería</li><li>➤ P t h d l i i f i i t hid á li</li></ul>
--

##### 4.1.1 Calendario de actividades

La calendarización de actividades es importante tanto para el productor como para la empresa, ya que estipula los plazos que se deben de cumplir para cada actividad, con lo que se pretende un orden y ahorro del tiempo (Tabla 3.19).

Tabla 3.19 Calendario de actividades del proyecto.

ACTIVIDAD	TIEMPO DE EJECUCIÓN (SEMANAS)						
	1	2	3	4	5	6	7
ADQUISICIÓN DE MATERIALES	■	■	■				
TRAZO				■			
EXCAVACIÓN E INSTALACIÓN DE PVC				■	■		
CONEXIÓN DE CINTA						■	
PRUEBA Y MARCHA							■

Las pruebas a realizar al equipo son hidráulicas y de operación, las cuales se llevan a cabo en conjunto entre el personal técnico de campo y/o operador del equipo, supervisores y personal especializado de WATER TECH S. DE R.L. DE C.V. y es a la vez una de las etapas de capacitación practica sobre la operación del equipo de riego, las cuales constan de los siguientes pasos:

- Revisión de posibles fugas en la tubería de PVC
- Revisión de cumplimiento de los parámetros en gasto y presión
- Prueba de funcionamiento del equipo de inyección de fertilizante
- Revisión general del funcionamiento del equipo
- Otros aspectos.

### 5.1 Carta garantía

La carta garantía es extendida por la empresa que se encargará del diseño del sistema de riego, y es una forma de protección para el productor en relación con la garantía de los materiales y del funcionamiento del sistema de riego (Tabla 3.20).

Tabla 3.20 Carta de Garantía del Proyecto.

<p>Por este conducto WATER TECH S. DE R.L. DE C.V. garantiza por el periodo de un año todos los materiales que forman parte del proyecto de Riego por Goteo, que será adquirido por la Sra. Luz Virginia Borboa Renteria. Contra cualquier defecto de fabricación, misma garantía que se encuentra respaldada por los fabricantes. Siempre y cuando reciba un uso adecuado conforme a las instrucciones de manejo, no haciéndose responsable por negligencias o daños causados por fenómenos naturales.</p> <p>Se extiende la presente para los fines que haya lugar.</p> <p style="text-align: center;">_____ Ing. Javier Angulo Rendón. GERENTE</p> <p style="text-align: right;">Los Mochis Sinaloa, 08 de julio del 2004</p>
--

## 6.1 Carta compromiso

La carta compromiso es la celebración del contrato entre la empresa vendedora y el productor como comprador, estipula las características del sistema de riego y de las formas de pago al que se compromete el productor a liquidar el total del proyecto (Tabla 3.21).

Tabla 3.21 Carta Compromiso del Proyecto.

<p>Compromiso de compra-venta que celebran por una parte WATER TECH S. DE R.L. DE C.V., Como futura vendedora y por otra parte Sra. Luz virginia Borboa Renteria</p>	
<p>1.- Ambas partes manifiestan que la vigencia de este compromiso será únicamente dentro del plazo para el Programa de Fomento Agrícola, promovido por el gobierno del estado y federal.</p>	
<p>2.- El equipo solicitado por el comprador es el siguiente: Sistema de riego por goteo, diseñado para el campo, del cual se anexa proyecto, utilizando un equipo de bombeo de 272.6.3 gpm, con una carga de 98.5 ft, con un potencia de 10 hp, filtración de grava y arena, con capacidad de filtración de 200 mesh, cinta de riego T-TAPE calibre 8 milésimas, 0.450 gph/gotero @ 8 psi, con un espaciamiento de 1.6 mts, en una superficie bruta de 09-96-00 has. El costo total del proyecto es de \$631,059.89.</p>	
<p>3.- El precio se expresa en pesos moneda nacional.</p>	
<p>4.- La forma de pago es sobre las siguientes condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>➤ 50% al formalizar su orden.</li><li>➤ 40% al recibir el material en sus instalaciones.</li><li>➤ 10% al terminar la instalación., o 45 días posteriores a la fecha de entrega de materiales.</li></ul>	
<p>5.- Todos los materiales están protegidos bajo la garantía de sus fabricantes, siendo esta de un año.</p>	
<p>Aportación entregada al: Distribuidor: Water Tech S. de R.L. de C.V. Por Concepto: Sistema de Riego por Goteo Cliente: Sra. Luz Virginia Borboa Renteria</p>	
<p>WATER TECH S. DE R.L. DE C.V.</p>	<p>CLIENTE</p>
<p>_____</p>	<p>_____</p>
<p>Ing. Javier Angulo Rendón GERENTE</p>	<p>Los Mochis Sin 08 de julio del 2004</p>

## **IV.- DISCUSIÓN**

### **Valoración personal**

Este Trabajo de Observación y Estudios, engloba los aspectos más importantes dentro del diseño de un Sistema de Riego por Goteo Automatizado; que va desde los componentes del mismo hasta los parámetros necesarios (Kc., fecha de siembra, separación entre surcos, textura del suelo, evaporación máxima) para un buen diseño hidráulico que se ajuste a las necesidades hídricas del cultivo, además de que trata la automatización del mismo, siendo esta una herramienta que a tomado un nivel de importancia sobresaliente en los sistemas de riego en los últimos años, por los beneficios que trae consigo (Mayor control del Sistema de Riego y reducir costos por manejo del Sistema). Además de dar a conocer los programas que el Gobierno Federal pone en marcha como apoyo para el fomento agrícola.

Con la realización de este trabajo, puse en práctica y enfatiqué los conocimientos adquiridos durante mi carrera profesional, además de obtener nuevos conocimientos que me servirán para mi desarrollo personal.

### **Conclusiones**

Con la implementación del Sistema de Riego por Goteo se eficiente la poca disponibilidad del agua; ya que su aplicación es más controlada y localizada, además de evitar la perdidas por conducción. Con su automatización se reduce el costo por manejo y se tiene un mayor control en la aplicación del agua.

Los resultados obtenidos de productividad entre el Sistema de Riego Tradicional (gravedad) y el Sistema de Riego por Goteo en Invernadero que se pretende implementar, se tiene que los rendimientos que se pretenden alcanzar, son un 134.4 % más en el Sistema de Riego por Goteo, por lo que se puede decir que la inversión es justificada y ampliamente recomendable para el agricultor. Además de que con el Programa de Fomento Agrícola que el Gobierno Federal el costo podría disminuir en un 50% lo que lo hace aun más rentable.

## V. BIBLIOGRAFÍA

- Alianza para el Campo [www.sagarpa.gob.mx](http://www.sagarpa.gob.mx)
- Alpi, A y F. Tognoni, 1975. Cultivo en Invernadero. Ediciones Mundi-Presna, España.
- Bentley, M. 1974 Hydroponic Plus, The Bentley System. First Edition. O'connor Printers. SpusFalls. South Dakota.
- Cruz, B.J.A., 1978. Plásticos en la Agricultura. UAAAN.
- Hanan, J.J., W.D. Holley, K.L. Goldsberry 1978. Greenhouse Management. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg New Cork.
- Hicks, T.G., 1979 . Bombas: Su Selección y Aplicación. Decimo Cuarta Edición Cia. Edit. Continental S.A. México
- Holzapfel, E. H. Riego por Goteo y Microjet. Facultad de Ingeniería Agrícola. Universidad de Concepción. [www.chileriego.cl](http://www.chileriego.cl)
- Joiner, N.J., 1981 Foliage Plant. Production Departament or Ornamental. Horticulture Institute of Food and Agricultural Science. University of Florida.
- Medina, J.A., 2000 Riego por Goteo: Teoría y Práctica. Cuarta Edición Edit. Mundi-Prensa México S.A. de C.V. México.
- Nelson, P.V. 1978. Greenhouse Operation and Management. Prentice Hall USA.
- Osorio, A. U. Equipos de Filtraje, Fertilización, Control y Automatización en Riego Localizado. INIA Intihuasi. [www.chileriego.cl](http://www.chileriego.cl)
- Palacios, E.V. 2002 ¿Por qué, Cuando, Cuanto y Como Regar? Para Mejores Cosechas. Primera Edición Trillas. México.
- Reglas de Operación del Programa de Apoyos Directos al Campo (PROCAMPO). [www.sagarpa.gob.mx](http://www.sagarpa.gob.mx)
- SARH, 1983. Folleto Informativo de Invernaderos. Comisión Técnica para el Programa de Empleo Rural. Unidad de Apoyo Técnico Regional del Norte. Saltillo Coahuila.
- Serrano, C. Z., 1980. Invernaderos, Instalación y Manejo. Publicaciones de Extensión Agraria, S.L. España.
- USDA, 1972. Vegetables for Processing Revised Estimates by States. USA

Viejo, M.Z., 1979. Bombas: Teoría, Diseño y Aplicaciones. Segunda Edición Ed. Limusa. México D.F.

[www.copersa.com/productes/08medidores\\_hum/8\\_2](http://www.copersa.com/productes/08medidores_hum/8_2)

[www.dorot.com](http://www.dorot.com)

[www.e-campo.com](http://www.e-campo.com) Riego por Goteo: Conceptos y Recomendaciones.

[www.everfilt.com/a\\_sm](http://www.everfilt.com/a_sm)

[www.fresnovalves.com/pdf/Media%20Book%20Spanish](http://www.fresnovalves.com/pdf/Media%20Book%20Spanish)

[www.fps.org.mc/cgi/articles.cgi/?Action=ViewTitles&Anio=2002&mes=06](http://www.fps.org.mc/cgi/articles.cgi/?Action=ViewTitles&Anio=2002&mes=06)

[www.fps.org.mx/cgi/articles.cgi/?Action=Viewhistory&Article=08Datemin=2002-06-31%2023;59;59](http://www.fps.org.mx/cgi/articles.cgi/?Action=Viewhistory&Article=08Datemin=2002-06-31%2023;59;59)

[www.icia.rcanaria.es/eventos/cirl/2002/rirl](http://www.icia.rcanaria.es/eventos/cirl/2002/rirl)

[www.irrometer.com](http://www.irrometer.com)

[www.irrometer.com/pdf/tecnologiadel tensiometro](http://www.irrometer.com/pdf/tecnologiadel tensiometro)

[www.rainbird.com/pdf/turf/man\\_ESP](http://www.rainbird.com/pdf/turf/man_ESP)

[www.sin.sagarpa.gob.mx/agricultura/archivos/inversionycapitalizacio2003](http://www.sin.sagarpa.gob.mx/agricultura/archivos/inversionycapitalizacio2003)