

33
2ej



FALLA DE ORIGEN
UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN



**"INSTALACION DE UN SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO EN
TOMATE (Lycopersicon esculentum) EN CULIACAN SINALOA"**

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES EN CUAUTITLAN

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO AGRICOLA
P R E S E N T A N :
ROMERO RIVERA ALFONSO
REGALADO CID MARIO



DEPARTAMENTO DE
EXAMENES PROFESIONALES

ASESOR. ING. HECTOR ROCHIN HERNANDEZ

COASESOR. ING. SALVADOR DEL CASTILLO RABADAN



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVANZA DE
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DEPARTAMENTO DE
EXAMENES PROFESIONALES

DR. JAIME KELLER TORRES
DIRECTOR DE LA FEB-CUAUTITLAN
P R E S E N T E .

AT'N: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS TITULADA:
"Instalación de un Sistema de Riego por Goteo en Tomate (*Lycopersicon esculentum*) en Culiacán Sinaloa".

que presenta el pasante: Alfonso Romero Rivera
con número de cuentas: 9057451-9 para obtener el TITULO de:
Ingeniero Agrícola.

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx., a 6 de noviembre de 1995

PRESIDENTE	Ing. Gustavo Ramirez Ballesteros	
VOCAL	Ing. Edgar Ornelas Díaz	
SECRETARIO	Ing. Salvador del Castillo Babadá	
PRIMER SUPLENTE	Ing. Carlos Deolarte Martínez	
SEGUNDO SUPLENTE	Ing. Miguel Bayardo Parra	



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES

FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLÁN



DEPARTAMENTO DE
EXÁMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DR. JAIME KELLER TORRES
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLÁN
PRESENTE.

AT'NI: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS TITULADA:
"Instalación de un Sistema de Riego por Goteo en Tomate (*Lycopersicon esculentum*) en Culiacán Sinaloa".

que presenta el pasante: Mario Regalado Cid
con número de cuenta: 9057399-0 para obtener el TÍTULO de:
Ingeniero Agrícola

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXÁMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE.
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx., a 6 de noviembre de 1995

PRESIDENTE	Ing. Gustavo Ramírez Ballesteros	
VOCAL	Ing. Edgar Ornelas Díaz	
SECRETARIO	Ing. Salvador del Castillo Rabadán	
PRIMER SUPLENTE	Ing. Carlos Deolarte Martínez	
SEGUNDO SUPLENTE	Ing. Miguel Bayardo Parra	

DEDICATORIAS

Alfonso:

¡ Llegue a pensar que durante mi enfermedad, este momento tan importante no llegaría!

¡ Doy gracias a la vida de estar aquí y dedico esta tesis !

A mis padres: ¡ Alfonso y Yolanda ! con infinito cariño, mi sincero y eterno agradecimiento por su amor, por guiarme y cuidarme desde pequeño, por su gran apoyo y por tener en ustedes un bonito ejemplo a seguir .

A mis hermanos: ¡ Diana y Alejandro ! quienes en todo momento me han llenado de alegría. Deseo siempre lo mejor para ustedes y pronto logren sus metas para poder vivir esta satisfacción especial .

A mi abuelita : ¡ Felipita ! por darme la dicha de compartir siempre momentos maravillosos con mi familia.

En memoria de mis abuelos: ¡ Doy gracias por haber existido en mi vida ! .

A mi novia : ¡ Flor ! quien con su amor , sus virtudes y su apoyo quiero mucho.

A todos mis primos y tios: Quienes siempre han mostrado un gran afecto hacia mi, doy las gracias por darme buenos consejos e ideas para salir adelante.

A mis compañeros de quinceava generación, mis profesores y a todos mis amigos por compartir momentos muy bonitos a lo largo de tantos años.

**¡ La amistad es el don más valioso que la vida le dio al hombre!.
Sin ella la vida carece de espíritu.
Busca en tí mismo la amistad más sincera y solo así podras
ofrecer lo más bello que tiene tu ser.**

Alfonso Romero Rivera.

Al Ing. Héctor Rochín por ayudarnos a desarrollar este trabajo de tesis en el empaque Agrícola el Gato.

Al Ing. Salvador del Castillo Rabadán por su invaluable apoyo y participación en este trabajo de tesis.

Al Ing. Edgar Ornelas y al Ing. Gustavo Ballesteros por sus reflexiones, su confianza y apoyo.

A mi amigo el Ing. Felipe Chavarria quien con su buen humor siempre me ha brindado su amistad y su apoyo. Deseando siempre lo mejor para ti.

A mi Escuela la FES-Cuautitlán UNAM . Por haberme dado la formación necesaria para emprender el camino en mi profesión .

Mario:

A mis padres: Filogónio y Herminia.

Como un reconocimiento a su cariño
y por haberme dejado "ser"... siempre.

A mis hermanos:

Sara, Lorena, Elo, Jorge, Rigo,
Laura, Claudia, Beto, Paty y Gaby.

Por su apoyo y por haber tenido la fortuna
de tenerlos como hermanos.

A mi compañero y amigo Alfonso:

Por los momentos que compartimos para realizar
este trabajo.

A mi gran amigo Michael y la señora Julia:

Por su amistad incondicional.
"Porque los últimos siempre serán los primeros"...

A Karla:

Porque el principio de la perfección
es la advertencia del error y mientras más
se madura más se encuentra uno así mismo.
Porque muchas veces buscamos las ideas en
el ingenio pero las hallamos en el corazón...

A todos mis amigos y compañeros:
que de diferentes formas ayudaron a mi formación.

Al Ingeniero Héctor Rochin:

Por haberme iniciado como profesional en esta noble profesión, por sus valiosos consejos y su amistad.
Porque el buen Ingeniero se hace en la práctica.

Al Ingeniero Felipe Chavarria:

Por su amistad y valiosas aportaciones a este trabajo.

A todos los miembros del Jurado:

Por sus inmejorables observaciones para acrecentar la calidad de este trabajo.

A la UNAM y la FES-Cuautitlán:

Por haberme dado la oportunidad de realizar una de mis metas y cumplir con una etapa de mi vida.

INDICE

I.- INTRODUCCION	1
II.- OBJETIVOS	4
2.1. OBJETIVO GENERAL :	4
2.2. OBJETIVO PARTICULAR	4
III.- REVISION DE LITERATURA	5
3.1. ANTECEDENTES DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO	5
3.2. DISTRIBUCION DEL AGUA EN EL SUELO	6
3.2.1. Zonas de Salinización	7
3.2.2. Superposición de goteros	8
3.3. CARACTERISTICAS DEL RIEGO POR GOTEO	9
3.3.1 Distribución exacta del agua	9
3.3.2. Explotación de Suelos Problemáticos	9
3.3.3. Demoras en otros sistemas.	10
3.3.4. En Cultivos Altos	11
3.3.5. Riego selectivo de cultivos	11
3.4. EFICIENCIA DEL RIEGO POR GOTEO	13
3.5. FACTORES QUE DETERMINAN LA ADOPCION DEL SISTEMA	16
3.6. CABEZAL DE CONTROL	17
3.6.1.LISTA DE PARTES DEL CABEZAL DE CONTROL	18
3.7. FILTRACION	19
3.7.1. Filtros de separación	19
3.7.2. Filtros de malla	20
3.7.3. Filtros de anillos	21
3.7.4. Filtros de grava (absorción)	22
3.7.5.Perforaciones Especificadas para Filtros	23
3.7.6.Grado de filtración	24
3.7.7.Nivel de filtración	24
3.7.8.Selección de Filtros	24
3.8.TUBERIA	25
3.8.1.Ventajas	25
3.8.2.Limitaciones.	25
3.8.3.Características y problemática de tuberías P.E.	26
3.8.4. Uniones de Tubería de Polietileno (P.E):	27
3.9. GOTEROS	30
3.9.1.Descripción de los tipos de goteros	31
3.9.2.Sistemas de goteo	35

3.9.3. Conexión de Goteros al Tubo	37
3.10. EQUIPO LOGISTICO	41
IV. GENERALIDADES DEL TOMATE	42
4.1. ORIGEN	42
4.2. TAXONOMIA	42
4.3. DESCRIPCION MORFOLOGICA	42
4.4. VALOR NUTRICIONAL.	43
V. PROYECTO DE INSTALACION	44
5.1. DATOS BASICOS	44
5.2. Elección del tipo de gotero	55
5.3. Colocación de los goteros	56
5.4. Datos técnicos preliminares.	56
5.4.1. Necesidades del cultivo.	56
5.4.2. Porcentaje de suelo mojado.	56
5.4.3. (Intervalo entre riegos, Tiempo de riego, turnos de riego)	57
5.5. Cálculos Hidráulicos	58
VI. MONTAJE	60
6.1. Plan General de la Instalación :	60
VII. ANALISIS	67
VIII. CONCLUSIONES	71
BIBLIOGRAFIA	73
ANEXOS.	

INDICE DE CUADROS

Cuadro No.1 PRESAS DEL ESTADO DE SINALOA	2
Cuadro No. 2 MODULOS DE RIEGO QUE MANEJAN RIEGO POR GOTEO	3
Cuadro No.1-A VELOCIDAD DE INFILTRACION DE DIFERENTES GRUPOS TEXTURALES	9-1
Cuadro No.2-A PROFUNDIDAD DE LA ZONA DE RAICES	9-1
Cuadro No. 3-A EFICIENCIA DE DIFERENTES SISTEMAS DE RIEGO	9-1
Cuadro No.3 RENDIMIENTO DE ALGODÓN EN DIFERENTES SISTEMAS DE R	12
Cuadro No. 4 AUMENTO DEL REND. POR HA. Y METRO CUBICO	15
Cuadro No.5 ESPECIFICACIONES PARA PERFORACIONES	23
Cuadro No.6 FACTOR DE CORRECCION PARA GOTEROS	33
Cuadro No.7 CONVERSION DE FACTORES DE CORRECCION	34
Cuadro No.8 DIMENSIONES DE CANAL DE GOTEROS	34
Cuadro No.9 NETA FIM - GADASH - 3.5 lts/ h.	40
Cuadro No.10 MEDIAS CLIMATOLOGICAS DEL MUNICIPIO DE CULIACAN	45
Cuadro No.11 REPORTE DE ANALISIS DE SUELO	46
Cuadro No.12 ANALISIS DE SALES SOLUBLES EN EXTRACTO	47
Cuadro No. 13 NIVELES DE CONCENTRACION DE NUT. EN EL SUELO (PPM).	48
Cuadro No.13-A CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO	48
Cuadro. No. 14 NIVELES DE CONCENTRACION SALINA.	49
Cuadro No. 15 ANALISIS DE AGUA SIN PROBLEMAS DE SALES EN GOTEO.	49
Cuadro No. 16 REPORTE DE ANALISIS DE AGUA. SAN ANTONIO	49
Cuadro No. 17 TUBERIA DE GOTEO INTEGRAL AUTORREGULADA	55
Cuadro No.18 CAPACIDAD DE RETENCION Y HUMEDAD	57
Cuadro No. 19 VALORES PARA TENSIOMETROS.	58

RELACION DE FIGURAS

FIGURA NO.	DESCRIPCION
1	Bulbo de Humedecimiento.
2	Distribución de la Humedad desde un gotero.
3	Distribución de Sales Alrededor de un Gotero.
4	Perfil de Humedecimiento de una Lateral de Goteros.
5	Cabezal de Control.
6	Lista de Partes del Cabezal.

RELACION DE ESQUEMAS

ESQUEMA NO.	DESCRIPCION
1	Equipo de Filtración (Malla).
2	Equipo de Filtración (Grava).
2-A	Equipo de Filtración (Malla y grava).
4	Detalle de Zanja.
5	Plano de San Antonio.
6	Plano de San Antonio Detallado.

RELACION DE CUADROS FOTOGRAFICOS

NUMERO	DESCRIPCION
1	Tipos de Tuberías, Valvulas y Conectores.
2	Tipos de Goteros.
3	Tipos de filtros, Bombas Fertilizadoras y Reguladores de Presión.

I.- INTRODUCCION :

La práctica humana de aplicar agua a los cultivos tiene un origen muy remoto. Las labores de riego fueron ya practicadas en Egipto, Irán, China, Turquía, India, España e Inglaterra. En el Hemisferio Occidental, los habitantes de Perú, México y el Suroeste de los Estados Unidos. Practicaron la irrigación miles de años atrás, así mismo el sistema de irrigación localizado o riego por goteo fue conocido hace muchos años en forma rudimentaria ya que se utilizó principalmente en la floricultura y en cultivos de producción forzada de invernaderos, las superficies eran pequeñas y fácilmente controladas. Observándose distintas experiencias recogidas se planteó la manera de poder llevar este sistema a una implementación de mayor tamaño para condiciones de campo .

El agua representa un recurso vital para la existencia de los seres vivos y el hombre. A través de la historia el hombre a transformado su entorno, las adversidades surgidas en el transcurso de su desarrollo constituyen un desafío, las cuales no solo implican una problemática ecológica sino también socioeconómica y de abastecimiento alimentario, pues las áreas con más dificultades de este tipo corresponden a los países en vías de desarrollo.

El sistema de riego por goteo resultó como una alternativa importante para las regiones donde el agua era un recurso demasiado limitado, siendo necesaria la racionalización de su uso. Así Israel fue uno de los países pioneros en la investigación y desarrollo de este tipo de riego bajo sus condiciones de riego en zonas áridas, semi-áridas y desérticas.

Simultáneamente se hicieron investigaciones en Italia, Inglaterra, Francia y Estados Unidos, lográndose a buenos resultados, saltando de una etapa experimental a una fase de expansión agrícola .

La fábrica Netafim de origen Israelita fué la primer empresa que se dedico al sistema de riego por goteo y hoy en día existen en el país varias empresas en el ramo .

En el estado de Sinaloa se presentan las lluvias en su mayor parte en la región fisiográfica de los altos, la cuál forma parte de la vertiente del Pacífico y de la Sierra Madre Occidental que presenta alturas de 300 a 2000 metros sobre el nivel del mar. Del 75 al 90 % de lluvias de esta región se capta y se concentra en sólo 4-6 meses del año, estableciéndose un periodo de 6-8 meses con deficiencia hídrica .

El aprovechamiento hídrico se ha favorecido gracias a la infraestructura hidráulica que es la más importante del país, la cuál cuenta con 9 presas que tienen una capacidad de almacenamiento de 15.7 millones de metros cúbicos de agua e irrigan una superficie de 827,000 Ha, para los Valles de Culiacán, Guasave, Ahome, Mochis.

CUADRO No.1 PRESAS DEL ESTADO DE SINALOA

PRESA	P. ALMACENAMIENTO MILL. DE M. CUB.	SUPERFICIE DE RIEGO (MILES DE HA.)
Miguel Hidaigo	3,280	232
Josefa O. Dominguez	600	43
Gustavo Diaz Ordez	2,900	110
Eustaquio Buelna	343	12
Adolfo López Mateos	3,150	186
Sanalona	843	63
José L. Portillo	3,400	109
Guillermo Blake	487	11
El Salto	748	61
	-----	-----
	15,751 millones de m3	827 mil Has

Fuente: C.N.A, 1995.

Las dos presas que distribuyen el agua para el Valle de Culiacán son las presas Adolfo L. Mateos y la Sanalona con una capacidad de 3,150 y 843 millones de metros cúbicos.

La importancia de los recursos hídricos y las técnicas de riego constituyen una alternativa para el crecimiento y el desarrollo de la agricultura.

En el estado de Sinaloa se ha implementado el riego por goteo con varios propósitos, uno de ellos es :

- Hacer mas eficiente el gasto de agua
- Obtener mayor producción
- Ahorrar mano de obra
- Hacer uso óptimo y económico de los fertilizantes
- Tener un control sobre las malezas

Se pueden reducir los problemas de salinización que se presentan en el suelo donde se encuentre establecido nuestro cultivo, ya que el sistema de riego por goteo por su característica de goteo continuo y su humedecimiento en el suelo en forma de bulbo evitando el contenido de sales en la capa de desarrollo radicular de la planta .

Años atrás únicamente se conocía en forma general lo relacionado al riego por goteo se conocía de pruebas realizadas en otros países donde también se presentaban suelos arcillosos y arenosos, se tenía el conocimiento de que este sistema se empleaba en algunos cultivos como en frutales.

Por otro lado este tipo de sistema se inicio primeramente con lo que es el riego por aspersion y la producción a nivel de invernaderos.

Hasta hace tres años se empezó a introducir el riego por goteo con fines de ser beneficiados por este sistema en la región. Hoy en día en el Valle de Culiacán Sinaloa es notable la forma en que se ha incrementado el número de ha con este sistema.

El Valle de Culiacán cuenta con cinco módulos de riego de los cuales sólo tres módulos llevan un registro del N° de Ha con riego por goteo por ser las zonas de inicio en riego x goteo y las más importantes. Así mismo estos módulos se sub- dividen dando un total de 16 módulos de riego.

Cuadro No. 2 MODULOS DE RIEGO QUE MANEJAN RIEGO POR GOTEO

Módulo de riego II-1 Con una sup Total 27,000 ha	
Ciclo	N° de ha con riego x goteo
1992-1993	250
1993-1994	400
1994-1995	1600
Total 2250 Ha	
Módulo de riego II-2 Con una sup Total 16,000 ha	
Ciclo	N° de ha con riego x goteo
1992-1993	1200
1993-1994	1700
1994-1995	2500
Total 5400 Ha	
Módulo de riego II-3 Con una sup Total 35,600 ha	
Ciclo	N° de ha con riego x goteo
1992-1993	200
1993-1994	350
1994-1995	2500
Total 3050 Ha	

Fuente: C.N.A., 1995

Dando como superficie de Riego por Goteo total: 6,600 ha en el Valle de Culiacán en el año de 1995.

*Esto nos da una idea de la evolución a la cuál tiende el riego por goteo.

II.- OBJETIVOS .

2.1. OBJETIVO GENERAL :

- **Elaborar un Documento Teórico Práctico que defina los pasos a seguir para la Instalación de un Sistema de Riego.**
- **Implantar un Sistema de Riego por Goteo para el Cultivo del Tomate .**

2.2. OBJETIVO PARTICULAR:

- **Contar con una herramienta que permita el conocimiento e implantación de un Sistema de Riego así como el Proceso de manejo .**

III.- REVISION DE LITERATURA.

3.1. ANTECEDENTES DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

El riego por goteo se empezó a ensayar en Alemania en 1899 y en Estados Unidos en 1918 mediante tuberías perforadas y enterradas consiguen mantener el agua en la zona radicular en las condiciones de utilización más favorables para la planta, aplicando el agua gota a gota. El sistema resultó caro, por el tipo de tuberías que empleaban, y presentaban problemas de obstrucción, por que las raíces de las plantas taponan las salidas no tanto por su necesidad de agua sino por la del oxígeno existente en las tuberías.

Experiencias de este tipo se realizaron en países como Japón, Israel, Canadá, Holanda.
(Según Rodríguez Suppo, 1992).

El Riego por Goteo prácticamente como lo conocemos en la actualidad, empezó en Inglaterra, después de la Segunda Guerra Mundial, ya que en invernaderos y semilleros se utilizaron microtubos como emisores. En la década de los sesentas tras el perfeccionamiento de las técnicas de extrusión e inyección de plásticos es cuando en Israel se inicia su expansión.

Diversos ensayos realizados en Israel, Inglaterra y Australia confirmaron la validez del sistema y se perfeccionaron los conocimientos sobre el mismo.

En 1974 había 85,000 ha de goteo instaladas en los cinco continentes de las que 42,000 ha estaban en Estados Unidos; de ellas 30,000 ha en California. En el resto de los países existían superficies importantes: en México (7,500 ha). Australia (12,000 ha). Sudáfrica (15,000 ha). Israel (7,000 ha). Es de destacar que siendo este último país el iniciador del sistema solo posee un 5 por 100 de riego rodado y el 90 por 100 de aspersión .

Las predicciones que se hacían para el año de 1980 eran de triplicar la superficie en E.U. y duplicarla en el resto del mundo pero sin embargo estas predicciones se han quedado cortas ante el impacto que el Riego por Goteo ha causado en países como: México, Irán, Brasil, Italia, Ecuador, Argentina, Chile, Grecia, Nueva Zelanda y España .

Habiéndose utilizado el Riego por Goteo en cultivos como: plátanos, árboles frutales, vid, olivo, aguacates, pepino, pimiento, tomate, berenjena, chile y en otros productos hortícolas .
(Medina San Juan, 1988) .

3.2. DISTRIBUCION DEL AGUA EN EL SUELO

El Sistema de Riego por Goteo

Se puede definir el sistema de riego por goteo como un sistema de humedecimiento limitado del suelo, en el cual se aplica el agua únicamente a una parte del volumen del suelo ocupado por el cultivo. El volumen húmedo acomoda el sistema radicular de la planta, de modo que en diferentes suelos, o con goteros de diferente descarga, o variando la distancia entre los goteros, la frecuencia del riego, varía también la forma del sistema radicular.

El sistema de riego por goteo se basa en una tubería de agua (el lateral), en el cual están insertados los goteros . La unidad de riego es el gotero, el cual aplica el agua gota por gota .

Alrededor del suelo se forma una zona de suelo húmedo, denominado bulbo o cebolla, por su forma característica . Dentro de dicho bulbo se forman tres zonas con distinto contenido de agua y de aire:

- a). La zona saturada debajo y alrededor del gotero, existe una zona con exceso de agua y con falta de aire .
- b). La zona de equilibrio en la cuál existe una relación óptima entre el agua y el aire .
- c). La zona seca donde existe un déficit de humedad y un máximo de aire . * Ver Figura No. 1

Las características del suelo son las que determinan el movimiento del agua bajo el riego por goteo. Por ello, existe una relación entre la dimensión horizontal (el radio de humedecimiento) y la dimensión vertical (la profundidad de humedecimiento) en las cuales se distribuye el agua de riego. Ambas dimensiones constituyen los límites del bulbo humedecido .

La forma del bulbo depende de cuatro factores :

a). El suelo: La dimensión horizontal es favorecida por la atracción capilar del suelo (la cuál es responsable por la capacidad de retención de agua). La dimensión vertical está dominada por la fuerza de la gravedad (la cual es responsable por la capacidad de drenaje), o sea que en un suelo arenoso se forma un bulbo alargado, mientras que en un suelo arcilloso se forma un bulbo más ancho.
* Ver Figura No. 2

b). La descarga del gotero: La distribución lateral (horizontal del agua), depende de la descarga del gotero . Un gotero de 2 lts/h produce un bulbo más estrecho que uno de 4 ó 8 lts/h.
Si comparamos un suelo arenoso con otro arcilloso, veremos que en el primero será necesario seleccionar un gotero con mayor descarga y a menos espaciamiento que en el segundo.

c). La duración del riego: Cuanto más se prolonga el riego, más aumenta la dimensión horizontal, hasta un determinado límite.

Pasando este límite, se pierde el agua por debajo de esta zona radicular, bajando la eficiencia del riego.

d). **La frecuencia del riego:** A medida que el suelo se seca, aumenta la tensión con la cual el suelo retiene el agua. Tensiones elevadas reducen la velocidad del movimiento del agua en el suelo. Por lo tanto, el riego por goteo en el suelo seco producirá un bulbo demasiado estrecho y hace falta regar a alta frecuencia .

3.2.1. **Zonas de Salinización**

La concentración de las sales es diferente en cada una de las tres zonas del bulbo.

* Ver Figura No. 3 - 4

a). **La zona saturada:** Durante el goteo, esta zona se encuentra en estado de saturación continua y, simultáneamente, hay un movimiento de agua hacia la segunda zona, el cual lleva consigo las sales disueltas .

b). **La zona en equilibrio:** Esta zona contiene agua a nivel de capacidad de campo, con movimiento de agua hacia la tercera zona. Existe un equilibrio entre el agua y aire y es la zona más importante para el crecimiento de las raíces. Las sales son lavadas hacia afuera. La zona termina en el perímetro mojado del bulbo.

cc = capacidad de campo

c). **La zona seca :** Aquí se detiene el movimiento del agua. Las sales lavadas de las dos zonas anteriores se concentran aquí .

La división entre una zona libre de sales y una zona salina produce una situación particular, la cual debemos conocer y nos obliga a tomar las medidas correspondientes.

En regiones húmedas las lluvias lavan las sales por debajo del sistema radicular.

En regiones semi - húmedas hay casos donde la lluvia puede causar un retorno de las sales hacia el bulbo (la zona radicular) causando daño a los cultivos. En este caso, hay que activar el sistema de riego durante la precipitación natural.

En regiones áridas, existe el peligro de que las sales retornen a la zona radicular de los árboles de hoja caduca durante la dormancia que es la época en que se acostumbra suspender el riego. Para evitar la intoxicación de los árboles, se recomienda provocar la dormancia por medio de la aplicación de fitohormonas y continuar el riego ininterrumpidamente.

En regiones húmedas, el lavado de sales es efectuado por lluvia y la concentración de sales vuelve a su estado inicial.

En regiones semi-húmedas es aconsejable regar por goteo después de una lluvia aislada.

En regiones áridas existen dos posibilidades:

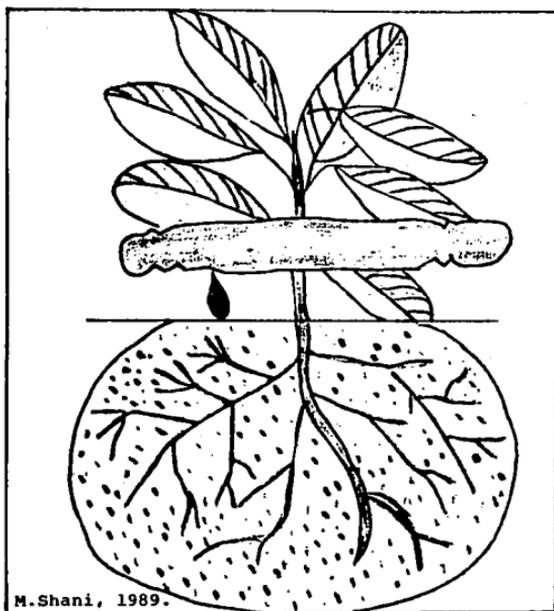
- lavar las sales por aspersión antes de la siembra, o después de ella.
- marcar las líneas de siembra de forma tal que la siembra se efectúe siempre en el mismo lugar. En este caso no existe interferencia por la zona salina .

3.2.2. Superposición de goteros

Hasta ahora se ha presentado el problema de las zonas de salinización alrededor de cada gotero por separado.

Dada la densidad de las plantas y de sus raíces dentro de la hilera, se forma una franja continua de suelo libre o sales, y es aquí donde va haber superposición (o interferencia) entre bulbos de humedecimiento adyacentes a través de los goteros. De esta manera, las sales son lavadas hacia la periferia de la franja húmeda y no perjudican a las plantas .

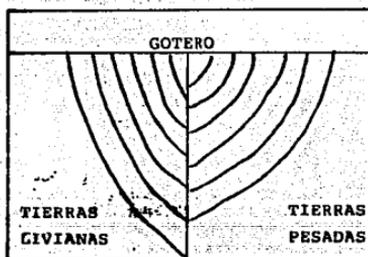
En frutales recién plantados la situación es diferente. Una superposición de goteros implica un consumo innecesario de agua, mientras que las raíces aún no están suficientemente desarrolladas .En tales casos, se aconseja aumentar progresivamente el número de goteros, de acuerdo al desarrollo del árbol y de su zona radicular .



M.Shani, 1989.

BULBO DE HUMEDECIMIENTO

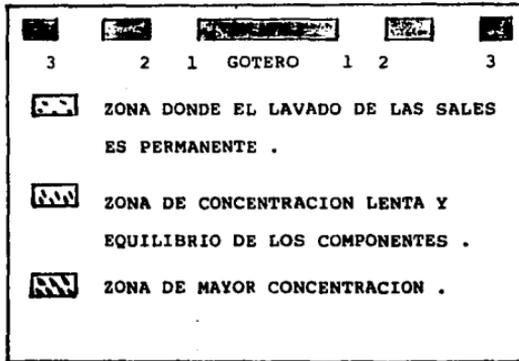
Figura No. 1



Fuente: M.Shani, 1989.

DISTRIBUCION DE LA HUMEDAD
DESDE UN GOTERO

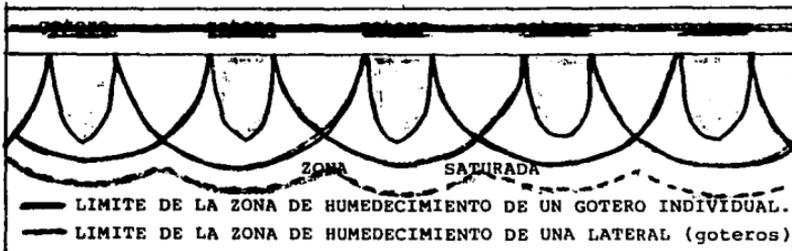
Figura No. 2



Fuente: M.Shani,1989.

DISTRIBUCION DE LAS SALES ALREDEDOR DE UN GOTERO

Figura No. 3



Fuente: M.Shani,1989.

PERFIL DE HUMEDECIMIENTO DE UNA LATERAL DE GOTEROS

Figura No. 4

3.3. CARACTERÍSTICAS DEL RIEGO POR GOTEO.

Las características del riego por goteo son las siguientes:

- Sistemas Fijos

El goteo se practica esencialmente con equipos fijos, lo cual garantiza un dominio perfecto sobre el cronograma de riego y una economía de mano de obra. La permanencia del equipo depende del cultivo:

- a). Cultivos perennes - El equipo debe estar fijo durante la vida de la plantación .
- b). Cultivos anuales - Permanencia del equipo durante la temporada y retiro del equipo antes o después de la cosecha. Esto requiere la solución de problemas logísticos que consisten en: hacer uso de maquinarias y accesorios necesarios para desplegar, retirar y almacenar los laterales del goteo.

3.3.1 Distribución exacta del agua

El riego por goteo emplea una cantidad enorme de emisores o goteros por unidad de superficie, suministrando agua a cada punto del campo. Cada gotero trabaja dentro de una tolerancia máxima de descarga de 2 lts x hr, lo cual asegura una distribución uniforme del agua. Un factor adicional en la eficiencia del sistema son las tuberías herméticas. No existe ninguna merma en los accesorios, casi no ocurren desconexiones de tuberías y no se presentan fluctuaciones de presión que influyan sobre la uniformidad de la aplicación.

3.3.2. Explotación de Suelos Problemáticos

El riego por goteo humedece únicamente un volumen determinado de suelo, el cual va ser donde se encuentren los goteros y estos a su vez aplican el agua gota por gota formando una zona de suelo húmedo denominado bulbo por la forma de humedecimiento, esto ha permitido hoy en día la explotación de suelos poco profundos, pedregosos, calcáreos, salinos, incorporando este tipo de suelos a la producción agrícola en donde se obtienen rendimientos favorables.

* Ver Cuadro No. 1 - 2 - A

- a). Suelos poco profundos: Capas de 30 cm de suelo son aptas para el riego por goteo, siempre y cuando se apliquen láminas de riego pequeñas a intervalos cortos.
- b). Suelos pedregosos: A semejanza con los anteriores, han dado resultados sorprendentes con la aplicación conjunta de fertilizantes.
- c). Suelos calcáreos: La clorosis es menos pronunciada, el crecimiento vegetativo es casi normal y el rendimiento aumenta al doble según experimentos hechos en Israel (Netafim, 1995).

VELOCIDAD DE INFILTRACION DE DIFERENTES GRUPOS TEXTURALES

CONCEPTO	TEXTURA DEL SUELO					
	ARENOSO	FRANCO ARENOSO	FRANCO	FRANCO ARCILLOSO	ARCILLOSO	ARCILLOSO ARENOSO
VELOCIDAD DE INFILTRACION CM / HP.	5 (2.5-25.5)	2.5 (1.3-7.6)	0.25 (0.8-2.0)	0.8 (0.25-1.5)	0.25 (0.03-0.05)	0.5 (0.01-0.1)

NOTA: LOS VALORES MENORES CORRESPONDEN A ESTRUCTURAS POBRES
FUENTE: FIRA (1985)

CUADRO No. 1 - A
PROFUNDIDAD DE LA ZONA DE LAS RAICES DE ALGUNOS

CULTIVO	PROFUNDIDAD SUELOS		CULTIVO	PROFUNDIDAD SUELOS	
	PESADOS	LIGEROS		PESADOS	LIGEROS
	M	M		M	M
ALFALFA	0.7	1.05	JITOMATE	0.4	0.25
ALGODON	0.35	0.8	MAIZ	0.3	0.7
CACAHUATE	0.4	0.5	MELON	0.5	0.3
CAÑA DE AZÚCAR	0.35	0.55	PAPA	0.25	0.65
CARTAMO	0.35	0.8	PEPINOS	0.3	0.8
CHILE	0.25	0.45	PASTOS	0.25	0.45
CEREA	0.3	0.6	SORGO	0.35	0.6
CITRICOS	0.8	0.9	SOYA	0.35	0.5
FRUTALES	0.75	1.2	TABACO	0.25	0.75
FRIJOL	0.3	0.55	TRIGO	0.3	0.55
GARBANZO	0.3	0.65			

FUENTE: FIRA (1985)

CUADRO No. 2 - A

*EFICIENCIA DE RIEGO EN SISTEMAS DE ASPERSION Y GOTEO	
TIPO DE SISTEMA	EFICIENCIA %
DESPLAZAMIENTO MANUAL	50 - 90
ASPERSORES MULTIPLES	55 - 75
ASPERSORES SIMPLES	60 - 87
LATERAL SOBRE RUEDAS	60 - 87
PIVOTE CENTRAL	75 - 90
MAQUINA LATERAL	30 - 30
ASPERSOR FIJABLE AUTOPROPULSADO	55 - 75
GOTEO CON EMISORES	85 - 95
GOTEO CON TUBERIA DE DOBLE PARED	80 - 90

FIRA (1985)

CUADRO No. 3 - A

d). Suelos salinos: La eliminación de las sales del bulbo hace posible la recuperación de suelos para la producción agrícola. La baja concentración de sales dentro del bulbo se mantiene todo el tiempo en que continua, si el nivel máximo de sales contenido en el agua es de 2.000 milimhos se puede restablecer un suelo salino. Esto se realiza saturando la parcela de agua por efecto del sistema de riego por goteo y hacer varios drenes para posteriormente darle salida al agua y poder drenar.

Posteriormente se tendrá que dar varios lavados hasta lograr su restablecimiento. La falta de presión del agua no cumple la misma tarea en el goteo que en el riego por aspersión, donde el funcionamiento del aspersor, el diámetro de cobertura, la profundidad de la aplicación, etc; dependen de la presión en el sistema. La presión influye, sobre todo en la descarga del gotero y su auto limpieza. Su funcionamiento requiere menos energía en la unidad de bombeo que la aspersión y, por lo tanto, puede ser la solución en lotes donde la presión es demasiado baja para la aspersión. Esto se puede lograr debido a que existen goteros que tienen un autocompensador de presión el cual ayuda a regular la salida del agua.

No se recomienda planificar el riego por goteo a baja presión, sino introducirlo cuando este constituye una restricción.

Tomemos por ejemplo: un caudal de 50 metros cúbicos/ h como factor limitante en la operación del sistema.

$$Q = 50 \frac{m^3}{hora} = 13.89 \frac{mts}{seg}$$

Con este gasto en un sistema de riego por aspersión se pueden poner en marcha dos laterales de 15 aspersores cada uno, descargando 1.67 metros cúbicos / h cada aspersor. ($2 \times 15 \times 1.67 = 50$ mts cúbicos) el área regada en cada posición será: 30 aspersores $\times 18 \times 12 m = 0.6480$ has y en un sistema de riego por goteo se pueden activar 25.000 goteros de 2 lits/ h cada uno ($25.000 \times 2 = 50$ metros cúbicos). Una hectárea de cultivos de campo (algodón) requiere 5.000 goteros / ha. Por lo tanto, el área regada en cada posición es de 5 has, o sea, una superficie 7.7 veces mayor que bajo aspersión. Si tomamos en consideración el número de veces que hay que cubrir la distancia desde un punto determinado al campo hasta que se termina de regar la parcela, notaremos una gran economía de tiempo perdido.

* Si se considera la eficiencia del agua entre estos dos sistemas tenemos que con un volumen de 50 mts cúbicos para ambos casos; en el sistema de aspersión regamos únicamente .6480 ha , siendo que con riego por goteo se cubren 5 ha con el mismo volumen de agua, por tanto es más eficiente el riego por goteo según cita Moya Talens (1994).

3.3.3. Demoras en otros sistemas.

Siempre existe la posibilidad de demoras, agregando horas de riego excesivas. En cultivos de campo bajo aspersión, la precipitación llega a 7-8 mm/h, mientras que con goteo es de 1 mm/h únicamente. En una hora de demora agregamos entonces :

$$\frac{7 \text{ mm}}{\text{hr}} = \frac{0.7 \text{ cm}}{\text{hr}} \quad \text{aspersión}$$

$$\frac{1 \text{ mm}}{\text{hr}} = \frac{0.1 \text{ cm}}{\text{hr}} \quad \text{goteo}$$

70-80 m. cúbicos/ha en aspersión

10 m. cúbicos/ha en goteo

En comparación de un riego por aspersión o un riego rodado, el riego por goteo permite y facilita dicha labor ya que se cubren mayores distancias hacia un punto determinado en el campo para regar la parcela en un menor tiempo de trabajo .

3.3.4. En Cultivos Altos

La dificultad de regar maíz y caña se manifiesta en dos aspectos:

- a. El esfuerzo físico para el traslado de equipos portátiles (por aspersión).
- b. La falta de control sobre la aplicación del riego por surco a causa de la densidad del cultivo .

El gotero tiene gran éxito en ambos cultivos por varias razones :

- Facilidad de manejo
- Aplicación exacta de láminas de riego
- Operación durante las 24 hrs del día
- Rendimientos más elevados

La diferencia entre el maíz y la caña radica en que la caña requiere grandes cantidades de agua y que en el sistema de riego por goteo: se prefieren equipos perennes para el maíz y sistemas anuales para la caña (se remueve el equipo después de cada zafra).

3.3.5. Riego selectivo de cultivos

Se presenta en dos casos típicos :

-Riego selectivo de áreas en la hilera

Se acostumbra, en plantaciones jóvenes, donde se aplica el agua en una área limitada alrededor de cada árbol. A medida que la planta se desarrolla, se aumenta paulatinamente el número

de goteros , regando un área cada vez mayor.

-Riego selectivo del área entre hileras

Un sistema de producción adaptado a regiones con escasez pronunciada de agua es el de surcos saltados. Se siembran dos surcos y se saltan dos surcos (se siembra únicamente el 50% del área cultivada). Se obtiene MENOR rendimiento por área bruta, pero mayor rendimiento por unidad de agua. El cultivo que mejor responde a este manejo es el algodón.

Cuadro No.3 RENDIMIENTO DE ALGODÓN EN DIFERENTES SISTEMAS DE RIEGO

SISTEMA DE RIEGO	RENDIMIENTO DEL ALGODON EN RAMA			
	m ³ /Ha	KG/HA	KG/HA	KG/m ³
Secano		1,630		
Aspersión	1,300	2,430	800	1.87
Goteo 100%	1,300	3,100	1,470	2.38
Goteo 50%	630	2,530	900	3.89

Fuente: M. Shani , 1989

Los resultados muestran que :

El rendimiento máximo por ha fue obtenido cuando se sembró y se regó por goteo el 100% del área .

El rendimiento máximo por metro cúbico de agua fue obtenido cuando se sembró y regó por goteo el 50% del área con surcos saltados .

3.4. EFICIENCIA DEL RIEGO POR GOTEO

1) El Factor Operativo

El elevado número de goteros por Ha asegura, en principio, una amplia y exacta distribución del agua, incluso cuando existen problemas de obstrucción parcial.

La frecuencia de riego evita que el agua llegue a una elevada tensión en el suelo y se previenen fluctuaciones extremas entre humedad y sequía.

La baja precipitación horaria y el dominio sobre la presión aseguran un 100% de infiltración, evitándose totalmente el fenómeno de escurrimiento superficial, esto es el factor decisivo en la eficiencia. * Ver Cuadro No. 3 - A

El hecho de que cada gota ya viene mezclada con fertilizantes provee una nutrición perfecta.

2) El Factor Medio Ambiente

-Ya que el agua casi no entra en contacto con el aire, el viento no tiene influencia alguna sobre la eficiencia del riego .

Uno de los factores más decisivos que favorece la selección del riego por goteo es la posibilidad de emplear una red de goteo durante las horas del día (cuando es mayor la velocidad del viento) y usar la red de aspersión durante la noche (cuando los vientos se calman).

- La humedad relativa del aire influye, en general, sobre el consumo del agua para la planta, pero también afecta a sistemas de aspersión donde la gota se encuentra en el aire durante su trayectoria al suelo, lo cual aumenta las pérdidas por evaporación.

- La temperatura influye de la misma manera que la humedad, su impacto sobre la eficiencia es más pronunciado.

3) El Factor Dimensional

Contrariamente a los dos factores anteriores, la relación entre el movimiento lateral y el vertical del agua en el suelo, es un factor limitante que influye negativamente sobre la eficiencia del riego por goteo. Desde el momento en el cual la gota sale, ésta depende totalmente de la fuerza de atracción capilar del suelo y de la fuerza de gravedad .

-El movimiento lateral depende, sobre todo, del % de arcilla en el suelo. En suelo pesados, la expansión lateral del agua es más pronunciada y, por eso, hay una relación más favorable entre las dimensiones del bulbo.

- El movimiento vertical depende del % de arena en el suelo. Los suelos arenosos facilitan el

drenaje, lo cual conduce a pérdidas de agua por debajo de la zona radicular. El sistema de riego por goteo, tiene una eficiencia cercana al 100% en la parte aérea y sobre la superficie del suelo, pierde un elevado % de su eficiencia por este motivo. La reducción de la eficiencia depende del tipo de suelo, la distribución de las raíces, la frecuencia del riego, la descarga del gotero. En consecuencia, ningún cultivo consume menos agua por unidad de superficie cuando se compara el riego por goteo con la aspersión.

En otras palabras, para fijar cuotas normativas de agua por ha, el volumen de agua debe ser idéntico. El número y el volumen de las aplicaciones varían, las horas de riego durante el día pueden variar, pero el consumo total anual no varía. Hasta que se encuentre una solución práctica capaz de evitar las pérdidas del agua por debajo de las raíces, hay que dotar idénticas cuotas de agua para aspersión y para goteo.

4) La Eficiencia Real del Riego por Goteo

Evidentemente falta un factor para justificar el uso del goteo. Si no se economiza agua por unidad de superficie, debe existir otro factor que favorezca el uso de un sistema tan caro. El aspecto verdadero y económico del goteo, está basado en sus resultados, o sea, en el aumento del rendimiento. Este aumento se puede evaluar de dos maneras:

- más kilogramos de cosecha por cada metro cúbico de agua
- menos área sembrada para obtener el rendimiento anterior

Por ejemplo:

	Rend Ton/Ha	Agua m ³ /Ha	Eficiencia kg/ m ³
Aspersión	10	8.000	1.25
Goteo	12	8.000	1.50

La eficiencia del goteo se puede expresar en tres formas:

- a). El rendimiento por m³ aumento en un 20% $\frac{(1.50-1.25)}{1.25} * 100 = 20\%$
- b). Para obtener 10 ton/ha por goteo, basta sembrar 0.84 ha.
 $\frac{10}{12} = 0.84$ o $0.84 \text{ ha} * 12 \text{ ton/ha} = 10 \text{ ton}$.
- c). Para obtener 12 toneladas por aspersión hay que sembrar 1.2 ha.

$$\frac{12 \text{ ton}}{10 \text{ ton/ha}} = 1.2 \text{ ha}$$

La expectativa y justificación económica del riego por goteo se basa en su contribución al rendimiento, sin gastos adicionales de producción salvo el costo y manejo del equipo de goteo.

Cuadro No. 4 AUMENTO DEL REND. POR HA. Y METRO CUBICO

	Agua *Ha	Rend kg*ha	Agua	Area para	M3*kg	Produc
			Produc	12 ton		en %
Aspersión	8,000 m3	10000	1m 3	1.2 ha	0.8m3	100
		=1.25 kgs				
Goteo	8,000 m3	12000	1m 3	1 ha	0.67m3	120
		=1.5 kgs				

Fuente: Moya Talens, 1994

- La cantidad de agua por ha es igual
- Más rendimiento por ha por goteo
- Más producción por m3

3.5. FACTORES QUE DETERMINAN LA ADOPCION DEL SISTEMA

-Condiciones del cultivo en terrenos de alto valor y cultivos de alto valor, como las hortalizas (jitomate, chile, pepino), la floricultura y la producción de fresas.

- En cultivos protegidos bajo plástico e invernaderos, donde el riego por goteo facilita las aplicaciones del riego sin mover las telas de plástico y donde la forma de humedecimiento localizado facilita el acceso para efectuar labores .

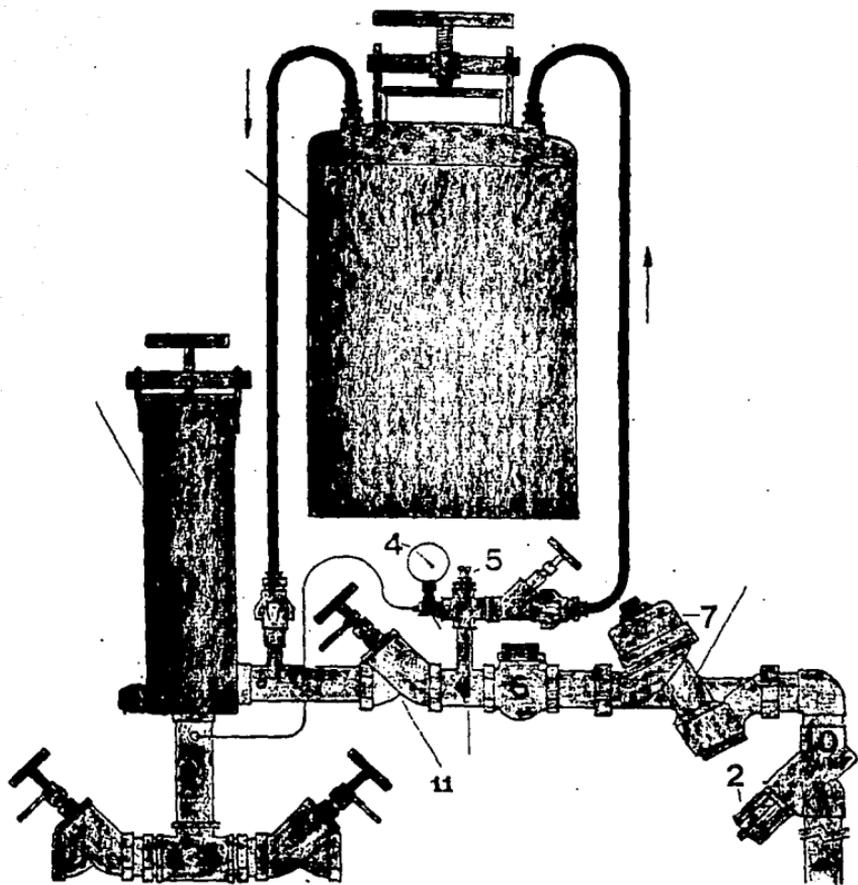
-La explotación de parcelas alrededor de las ciudades, cuando los suelos son deficientes en profundidad o son pedregosos.

- Fuentes de agua de caudal limitado - aguas subterráneas.
- Condiciones constantes de viento.
- Escasez de agua y cuando existe la necesidad de producir más por cada metro cúbico.
- Suelos con problemas de sales.
- Incrementar la calidad del producto.

3.6. CABEZAL DE CONTROL

El cabezal de control es el corazón del sistema. Este cumple con funciones imprescindibles en un sistema sofisticado como lo es el riego por goteo. Algunas de sus funciones son:

1. **Filtración primaria:** Para remover las partículas de mayor diámetro.
 2. **Regulación de Presión:** Mantiene la presión máxima posible en las líneas de conducción y distribución de plástico (P.E, P.V.C.). (Fig. 5-2)
 3. **Fertilización:** La inyección de fertilizantes líquidos o solubles en agua. La dilución se efectúa por tanques de fertilización o por bombas inyectoras. El régimen de inyección puede ser continuo intercalado entre un pre-lavado con agua de riego y un post- lavado con dicha agua. (Fig. 5-3)
 4. **Medición de Presión:** La medición de presión en diferentes puntos indica el estado de obturación del filtro, el ritmo de inyección de fertilizante y el nivel general de presión del cabezal. (Fig. 5-4).
 5. **Descarga de Aire:** Una válvula de aire hace escapar el aire de la tubería. Hay diferencias de opinión sobre la necesidad de expulsar el aire de cabezales de goteo. Hay quienes opinan que el aire comprimido limpia los goteros. (Fig. 5-5).
 6. **Retención de Flujo:** la inyección de fertilizante al agua de riego requiere la instalación de la válvula de retención, que impida que el agua retorne, ya que siempre existe el riesgo de contaminación de la fuente de agua potable. (Fig. 5-6).
 7. **Dosificación:** La dosificadora automática permite terminar el riego en el momento en que el volumen de agua prefijado haya pasado por el medidor de agua. (Fig. 5-7).
 8. **Registro Acumulativo del Consumo:** La instalación de un medidor de agua asegura el registro continuo de consumo de agua .
 9. **Filtración Secundaria:** el filtro de control, para separar partículas finas antes que el agua pase a las tuberías por la general, un filtro de malla o de anillos. (Fig. 5-9).
 10. **Cierre de Paso:** Una válvula manual de entrada , para permitir reparaciones y mantenimiento del cabezal, aún cuando hay agua en la tubería principal . (Fig. 5-10).
- * Ver Figura . (5)



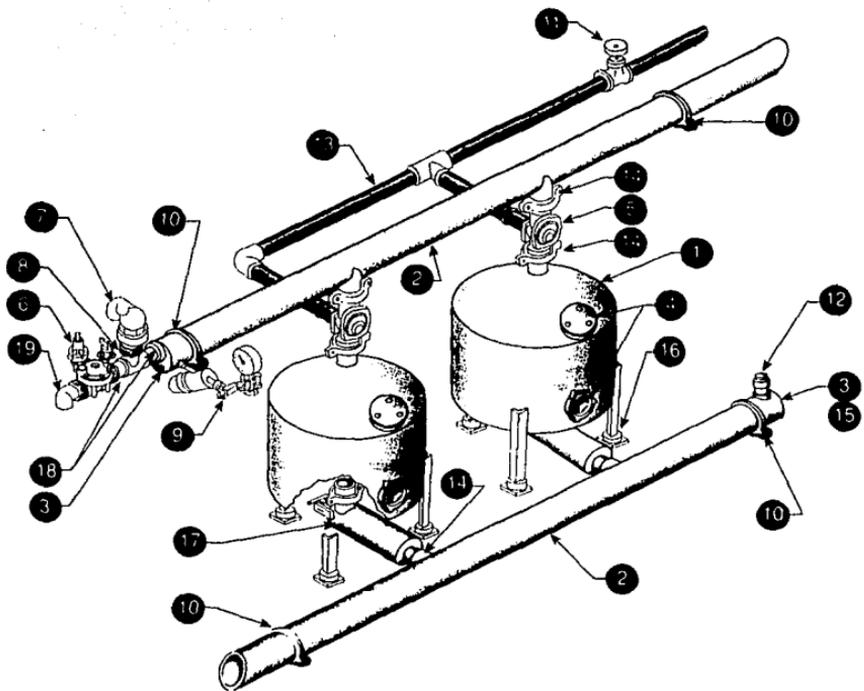
CABEZAL DE CONTROL

Figura No. 5

Fuente : Agroservicios, 1995 .

3.6.1.LISTA DE PARTES DEL CABEZAL DE CONTROL

- 1) Filtración primaria**
 - 2) Distribución de entrada y salida**
 - 3) Tapa final**
 - 4) Tapas de acceso**
 - 5) Válvulas de retrolavado**
 - 6) Válvula de alivio de presión**
 - 7) Válvula de admisión y expansión continua**
 - 8) T de 2" roscada de aire**
 - 9) Medidor diferencial de presión**
 - 10)Cople Victaulico para tubos distribuidores**
 - 11)Válvula de control de presión y retrolavado**
 - 12)Tapón macho**
 - 13)Tubería de PVC para retrolavado**
 - 14)Cople Victaulico de 4"**
 - 15)Entrada de 2"**
 - 16)Soportes de filtro**
 - 17)Filtro de malla angular**
 - 18)Niple roscado de 2"**
 - 19)Codo de descarga**
- * Ver Figura (6)**



LISTA DE PARTES DEL CABEZAL

Figura No. 6

3.7. FILTRACION

El sistema de filtrado está constituido por el conjunto de tratamientos u operaciones que se hacen para limpiar el agua de partículas extrañas. Comprende, por lo tanto, mallas, depósitos de sedimentación, filtros porosos, depósitos de arena y grava, separadores centrífugos.

Normalmente una instalación lleva uno o varios de estos dispositivos, según sea el caso. Los filtros mas usados en el agro se dividen en cuatro grupos:

Ver Cuadro Fotográfico No. 3

3.7.1. Filtros de separación

Llamados también hidro-ciclón. Trabajan por el principio de la centrifuga y separan a las partículas más pesadas que el agua por diferencia de peso específico. Muy efectivos para la separación de grava y arena.



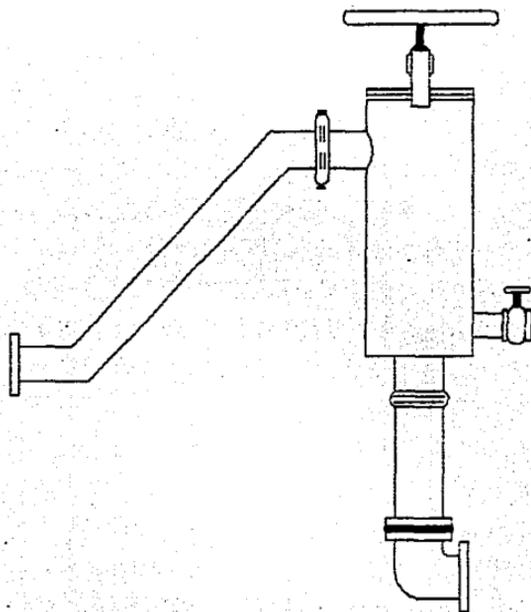
Hidrociclón
Fuente: Netafim, 1995

3.7.2. Filtros de malla

Están basados sobre elementos perforados. El grado de filtración depende de la densidad de perforación, el área activa libre y la forma de la distribución de las perforaciones. Son los filtros en uso común bajo condiciones normales.

Ver Esquema No. 1

ESQUEMA No. 1

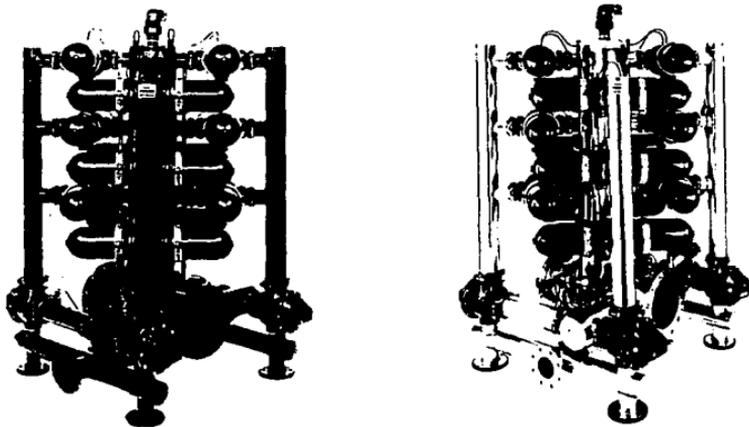


ESQUEMA DEL EQUIPO DE FILTRACION

Fuente : Aquafim , 1995 .

3.7.3. Filtros de anillos

Estos elementos de filtración están compuestos de anillos, los cuales retienen las partículas finas tanto sobre su superficie como en su interior. Este diseño aumenta la capacidad de filtración.



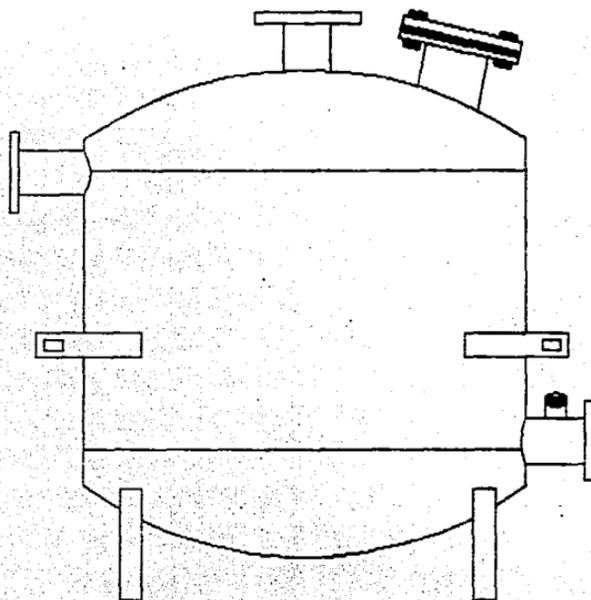
Anillos de filtración.
Fuente: Netafim, 1995

3.7.4. Filtros de grava (absorción)

Estos filtros de grava, absorben las partículas sobre la extensa superficie que poseen. Estos son unos filtros especiales para remover impurezas como algas, sulfatos y arcilla .

Ver Esquema No. 2 y 2-A

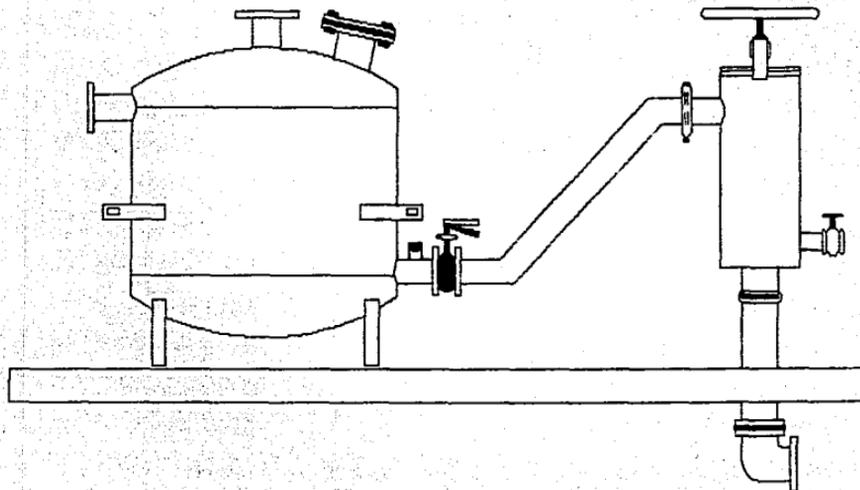
ESQUEMA No. 2



DETALLE DEL EQUIPO DE FILTRACION

Fuente : Aquafim, 1995 .

Esquema No. 2-A



ESQUEMA DEL EQUIPO DE FILTRACION

Fuente : Aquafim , 1995 .

3.7.5. Perforaciones Especificadas para Filtros

Cuadro No.5 ESPECIFICACIONES PARA PERFORACIONES

Malla	Tamaño de Perforación	Esp. del hilo	Nº Perforación
	en mm	mm	por cm
10	2.00	0.76	3.5
12	1.68	0.69	4
14	1.41	0.61	5
16	1.19	0.54	6
18	1.00	0.48	7
20	0.84	0.42	8
25	0.71	0.37	9
30	0.59	0.33	11
35	0.50	0.29	13
40	0.42	0.25	15
45	0.35	0.22	18
50	0.30	0.188	20
60	0.25	0.162	24
70	0.21	0.140	29
80	0.177	0.119	34
100	0.149	0.102	40
120	0.125	0.086	47
140	0.105	0.074	56
170	0.088	0.063	66
200	0.074	0.053	79
230	0.062	0.046	93
270	0.053	0.041	106
325	0.044	0.036	125

Fuente: Agroservicios, 1995.

3.7.6. Grado de filtración

Se expresa en (perforaciones por pulgada).De cierto modo es una medida inexacta, cuando faltan las dimensiones y la distribución de las perforaciones. 25 mallas son 25 perforaciones por pulgada, o sea, 1 perforación por mm. Los filtros comúnmente empleados en el riego por goteo son de : 120,140,160 y 200 mallas. Estos son goteros con pasos de flujo estrecho, los cuales requieren filtros con un número mayor de mallas, que goteros con pasos de flujo mas amplios.

3.7.7. Nivel de filtración

Para la filtración de las aguas con residuos de materia orgánica y partículas del suelo se hace necesario instalar un sistema de filtración gradual, donde cada nivel remueve impurezas de distinta naturaleza del agua de riego.

Se denomina también filtrado primario, secundario y filtrado de control.

3.7.8. Selección de Filtros

Durante el diseño de la red de riego llega el momento en el cuál se debe de elegir entre los tipos, grados y niveles de filtros a instalar. No existe ningún standard de ingeniería ya que ha sido imposible definir la calidad del agua. El resultado es una selección aproximada de los filtros dejando abierta la opción de cambiar o agregar otros filtros. Un factor adicional es la fluctuación de la calidad del agua durante la temporada y aveces, de un día a otro las lluvias, sequías, inundaciones, niveles de agua en los reservorios. La decisión final sobre los tipos de filtros y grados de malla hay que tomarla después de un periodo de experimentación.

3.8.TUBERIA

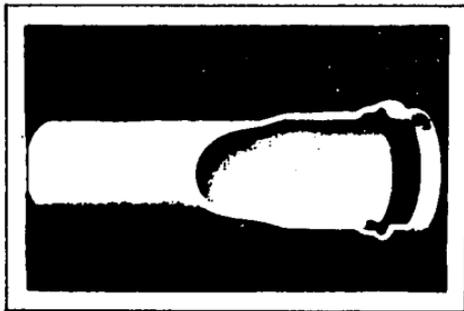
El uso de tuberías de P.V.C. rígido está limitado a tuberías subterráneas de conducción y, muy pocas veces, a líneas de distribución. Sin duda, hay P.V.C. blando y negro, quizás superior al P.E., pero en todo el mundo, salvo en los E.U., se usa el P.E. flexible.

3.8.1. Ventajas: hay muchas ventajas en el uso del P.V.C. para la conducción del agua en el riego ya que esta considerado como una tubería limpia, o sea que no conduce a la producción de depósitos y es resistente a los fertilizantes. Es de poco peso y en lo general es relativamente barato. (Diámetros de 50,63,75,90,110 mm).

3.8.2. Limitaciones:

- es sensible a la radiación solar .
- sufre de golpes de ariete .
- no tolera el frío.
- es menos flexible que el polietileno.

*La unión de P.V.C. es el sistema que se une por un extremo del tubo el cuál viene ensanchado para facilitar la conexión al siguiente tubo. Se utiliza un pegamento durante el proceso de acoplamiento, el cuál previene fugas de agua. A este se le conoce como sistema americano.



Fuente: Agroservicios, 1995.

ACOPLE P.V.C.

La tubería plástica es la que se usa para las laterales de goteo y líneas de distribución, estas son principalmente de polietileno. (P.E.)

1. Tubería de distribución - P.E. Rígido

En diámetro exterior nominal de 40,50,63,75 mm.

2. Tubería lateral - P.E. blando

En diámetro exterior nominal de 12, 16,20 mm.

3.8.3 Características y problemática de tuberías P.E.

El polietileno virgen es un material transparente y para otorgarle resistencia contra la radiación ultra-violeta y protegerla de las algas, hay que agregar carbón.

La cantidad y calidad del carbón, el tamaño de las partículas y la uniformidad de su distribución determinan la calidad del tubo. Además, el uso de materia prima sin incorporación de P.E. reacondicionado son factores que influyen sobre el comportamiento y duración del tubo.

Un tubo bien fabricado enfrenta todavía el problema de los factores que influyen sobre la materia plástica los cuales son:

- La presión
- La temperatura
- La radiación
- El tiempo

Un factor en exceso, incrementa la influencia negativa de los demás.

Un tubo enterrado tiene mayor durabilidad que un tubo colocado sobre la superficie.

Un tubo auto-drenante (lateral) tiene mayor durabilidad que un tubo bajo presión continua.

Un tubo en zonas templadas tiene mayor durabilidad que un tubo en zonas cálidas.

Un tubo funcionando a presiones bajas tiene mayor durabilidad que un tubo bajo altas presiones.

Para superar las condiciones de la memoria, la tubería de Polietileno (P.E.) se clasifica en :

a) Polietileno blando: es generalmente usado para laterales.

b) Polietileno rígido: es usado para líneas de distribución es rígido, de mayor densidad y más resistente a los factores que inciden sobre la durabilidad de la tubería, por lo tanto es posible producirlo con espesor reducido a las paredes.

Hay de varias clases: 2,5,4,6,8,10,16. Estas cifras representan presiones máximas de trabajo.

Cuando existen factores como temperatura y presión continuamente elevadas se recomienda adquirir tubería de una clase superior (factores de corrección).

Se utilizan en la práctica tres clases de tubería para laterales de goteo:

1.- Tubería integral: la presión de trabajo es declarada por el fabricante.

- Clase 2.5 - goteros comunes de todo tipo.
- Clase 4 - goteros compensados .

Las tuberías de conducción y distribución son de P.E. rígido, permitiendo una área de flujo más amplio. EL diámetro nominal del exterior (O.D.), de modo que el espesor de la pared influye sobre el área de flujo libre . Por ejemplo:

2. Un tubo de 75 mm - blando - clase 6: tiene un espesor de pared que tiene 8.9 mm de diámetro interno de 57.2 mm y un área de flujo 2.568 mm² .

3. Un tubo de 75 mm- rígido - clase 6: tiene espesor de pared de 4.8 mm y diámetro interno de 65.4 mm, área de flujo 3.358 mm².

Es obvio que se prefieren tubos de P.E. rígido.

El tubo más usado para laterales es de P.E. blando de 16 mm.

Espesor de la pared de laterales. 16 mm .

- | | |
|--|-------------|
| - Para laterales con goteros integrales | 0.2 -1.3 mm |
| - Para laterales con goteros comunes | 1.4 mm |
| - Para laterales con goteros compensados | 1.6 mm |

3.8.4. Uniones de Tubería de Polietileno (P.E.):

Acople exterior

Las uniones con anillos y tapas hacen presión sobre el tubo de forma tal que no pueda saltar.

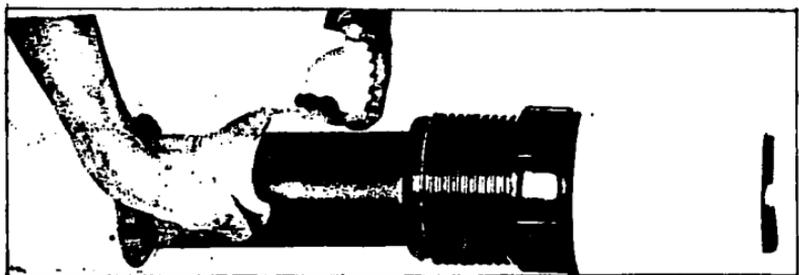
Los acoples más comunes son para tuberías de 25 mm de diámetro en adelante y de la clase cuatro en adelante.

Ventajas :

- No provoca pérdidas de carga y el área de flujo libre.
- Es fácil de desconectar.
- La conexión es segura.

Desventajas:

- Protuberancia, ya que su diámetro es mayor que el de la tubería
- Precio relativamente elevado.



Fuente : Agroservicios, 1995 .

UNIÓN EXTERIOR

Acople interior

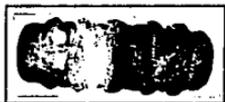
Las uniones con dientes exteriores están insertados dentro del tubo. El ángulo que forman los dientes evita la desconexión del tubo. Para tuberías de 20 mm y menos, está adaptado a clase 2.5 , principalmente.

Ventajas

- La ausencia de protuberancias sobre el tubo , permite por lo tanto, adaptarlo a laterales de goteo en cultivos de campo, donde el proceso de despliegue y retiro del campo requiere tubos lisos.
- Es relativamente barato.

Desventajas

- El ajuste del acople depende del diámetro interior del tubo.
- Es difícil de desconectar.
- Está propenso a desconectarse bajo tensión mecánica y temperaturas elevadas.

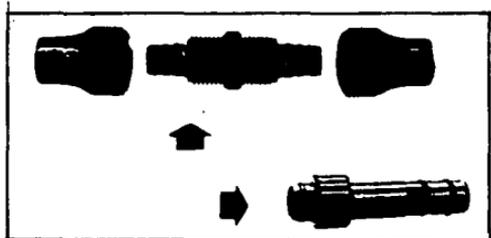


Fuente : Agroservicios, 1995 .

UNION INTERIOR

Acople interior- exterior

Unión con dientes exteriores y una tapa adicional que presiona al tubo sobre los dientes.
Esta adaptado a tubería blanda de P.E. y para diámetros de hasta 40 mm.



Fuente : AgroserVICIOS, 1995 .

ACOPLE INTERIOR-EXTERIOR

3.9. GOTEROS

El gotero es el elemento encargado de la aplicación de agua al cultivo. Las dos principales características que debe reunir un gotero son:

1. Caudal pequeño pero constante y poco sensible a las variaciones de presión.
2. Orificio suficientemente grande para evitar obstrucciones.

Los goteros pueden estar integrados a la tubería de plástico ó bien estos pueden insertarse e inclusive adaptarse a un gran número de accesorios . Los goteros por sus características específicas determinan el tipo de gotero a emplear según el cultivo.

* Ver Cuadro Fotográfico No. 1 Fotografías 1,2,3,4,5,6.

Tipos de goteros

- a) micro-tubo
- b) gotero laminar
- c) gotero ciclónico (de Vórtice)
- d) gotero de perforación
- e) gotero de laberinto
- f) gotero de diafragma

Sistemas de goteo.

- anuales
- bienales
- perennes

Conexión del Gotero al Tubo

- gotero lateral (en línea)
- gotero insertado (montado)
- gotero integral (interior)

Goteros Especiales

- gotero múltiple
- gotero carpintero
- gotero para macetas
- anillo de goteros

Fuente: Agroservicios, 1995.

3.9.1. Descripción de los tipos de goteros

a) Micro-tubo

Un microtubo es una tubería plástica con goteros insertados a distancias fijas misma que se instala en paralelo a los surcos.

El tipo de goteros insertados se selecciona de acuerdo a las necesidades.

Es un tubo muy fino, de diámetro capilar, que disipa la presión por la fuerza capilar y la trayectoria de flujo a lo largo del micro-tubo. El tubo esta insertado sobre un lateral de goteo con diámetros de 12, 16 y 20 mm de diámetro .

El micro-tubo viene en dos formas :

- como tubo extendido
- enrollado en forma compacta

Ventajas

- Es un gotero barato
- Acortando la longitud del micro-tubo es posible compensar las pérdidas de carga y la disminución de la carga a lo largo de la lateral

Desventajas

-Variabilidad de descarga. Aún cuando se fabrica el micro- tubo dentro de las tolerancias establecidas para tubería de conducción , dicha variabilidad se vuelve critica cuando se aplica a tubos que deben controlar la descarga. El microtubo es además muy sensible a cambios ambientales. Las temperaturas elevadas causan una dilatación del tubo, lo cual puede ocasionar un aumento de 100% de la descarga (en comparación con una tolerancia de fabricación de +- 8%).

-El uso de micro-tubos a disminuido mucho en el mundo. Su flujo es laminar sin turbulencia lo cual facilita su obstrucción .

b) Gotero Laminar

Es un gotero de dos partes fabricadas en plástico rígido . Sobre el cuerpo esta moldeado un canal en forma de rosca (parecido a un tornillo) El cuerpo se introduce a una cápsula . El gotero lleva dos conexiones para su unión con el tubo lateral. El flujo es similar al del micro-tubo y esta tan expuesto a la obstrucción y a la influencia de la temperatura como aquel, aunque en forma menos pronunciada . El gotero laminar es perfeccionamiento del micro-tubo, sin sobreponerse a las limitaciones básicas . El uso de este tipo de gotero está declinando constantemente .

c) Gotero Ciclónico (vórtice)

Es un gotero tipo botón compuesto de dos partes

La cápsula exterior compuesta de :

- cono de inserción
- orificio de entrada de agua
- receptáculo del cuerpo

El cuerpo contiene la salida del agua.

Este gotero se caracteriza por el reducido trayecto de flujo que llega a 10 mm comparado con 300 mm en los micro-tubos o goteros laminares. Esto obliga a disminuir el diámetro de la entrada y el de la salida del gotero para obtener descargas bajas .

gotero 4 lts/h - entrada 0.5 mm - salida 0.6 mm
gotero 6 lts/h - entrada 0.6 mm - salida 0.6 mm
gotero 7 lts/h - entrada 0.6 mm - salida 0.7 mm
gotero 8 lts/h - entrada 0.8 mm - salida 1.0 mm
gotero 11 lts/h - entrada 1.0 mm - salida 1.0 mm

Ventajas

- Bajo precio
- Tamaño reducido
- Universal- adaptado a tuberías de 12 a 323 mm
- La descarga esta indicada por el color del gotero

Desventajas

- La descarga minima aconsejada es de 6 lts / h, lo cual aumenta el precio de la tubería.
- Expuesto a obturación por sus estrechas entradas y salidas de agua

Se recomienda únicamente a un alto nivel de filtración .

d) Gotero de Perforación

Una perforación del tubo sirve como gotero. Se elimina la existencia física del gotero que se convierte en un componente integral del tubo.

La perforación se hace con rayos laser para asegurar la exactitud de la perforación.

* Ver Cuadro Fotográfico No.1 Fotografías 1,2,3,4.

Ventajas

- Bajo precio
- Tubería extremadamente lisa
- Fácil de manejar

Desventajas

- Corta trayectoria de flujo
- Salidas de agua estrechas 1/2 mm
- Imposible agregar goteros en forma escalonada
- Expuesto a obturaciones

* Lo más importante es tener buena calidad de agua y filtración de alto nivel.

e) Gotero de Laberinto

El laberinto a creado una revolución en el diseño hidráulico de goteros, ya que el goteo es consecuencia de la complicación del trayecto de flujo, causando una turbulencia. El trayecto del flujo turbulento puede llegar a 250-360 mm en un gotero, de modo que el caudal del gotero depende de cuatro factores (salvo la presión):

- la forma del laberinto es más complicada, menos caudal
- la longitud del canal es más largo y tiene menor caudal
- el ancho del canal es más estrecho y tiene menos caudal
- la profundidad del canal es menos profundo y tiene menos caudal

La posibilidad de cambiar las características de cada uno de los cuatro factores constituye el éxito del gotero moderno.

Por ejemplo, un gotero con un laberinto muy complicado y de canal largo, mantiene una descarga horaria muy baja, mientras el ancho y la profundidad del canal quedan relativamente amplios. Las consecuencias son obvias: el laberinto permite descargas bajas sin grandes rasgos de obstrucción. Si comparamos los diferentes goteros, de la misma descarga el resultado será :

- gotero de perforación - 4 lts/h = ancho del canal 0.4 mm
- gotero vórtice - 4 lts/h = ancho del canal 0.5 mm
- gotero de laberinto - 4 lts/h = ancho del canal 1.4 mm

La segunda ventaja es la turbulencia, la cual estabiliza la descarga aún en presencia de variaciones de la temperatura del agua. Las descargas cotizadas nominales se refieren a temperaturas de 20 grados centígrados como en todos los accesorios de plástico.

La comparación entre goteros laminares, semiturbulentos y turbulentos expone una situación diferente:

Cuadro No. 6

° C	FACTOR DE CORRECCION PARA GOTEROS		
	Laminar	Semi-turbulento	turbulento
10	0.75	0.92	0.95
20	1.0	1.0	1.0
30	1.28	1.1	1.04
40	1.56	1.19	1.08

Fuente: Aquafim, 1994.

Convirtiendo los factores de corrección en datos de caudal dan lo siguiente :

Cuadro No.7 CONVERSION DE FACTORES DE CORRECCION

° C	lts/h nom.	laminar	semi-turb.	turbulento	dif. entre goteros %
10	----	1.5	1.84	1.9	+ 27 %
20	2.0	2.0	2.0	2.0	0 %
30	---	2.56	2.2	2.08	- 19 %
40	---	3.12	2.38	2.16	- 31 %

Fuente: Agroservicios, 1995.

Aumento de descarga %

	+ 108	+ 29	+ 14
--	-------	------	------

Aumento sobre nominal %

	+ 56	+ 19	+ 8
--	------	------	-----

Se observa que las ventajas del gotero turbulento son dos :

- Entre las dos temperaturas extremas, la variabilidad de caudal es de 14%, comparado con 108 % del gotero laminar .
 - Entre 40 °C y la temperatura nominal de 20 °C, la variabilidad es del 8 %, comparado con 56 % del gotero laminar.
 - A temperaturas bajas , la descarga del gotero turbulento es mayor que la del gotero laminar.
 - A temperaturas altas, la descarga del gotero turbulento está por debajo de la del gotero laminar. O sea que , la estabilidad de la descarga es alta bajo condiciones de temperatura variable
- Las relaciones entre la longitud, ancho y profundidad del laberinto de un gotero turbulento, son indicadas en la tabla siguiente :

Cuadro No.8 DIMENSIONES DE CANAL DE GOTEROS

DIMENSIONES DEL CANAL			
lts /h	Longitud	Profundidad	Anchura
1	354 mm	0.8 mm	0.84 mm
2	357 mm	1.1 mm	1.18 mm
4	258 mm	1.35 mm	1.44 mm
8	195 mm	1.44 mm	1.95 mm
	mayor longitud	menor profundidad	menor anchura
	menor caudal	menor caudal	menor caudal

Fuente: Agroservicios, 1995.

El gotero de laberinto es el gotero más usado, más diversificado.

* Ver Cuadro Fotográfico No. 1 Fotografías 5,6 .

Existe como gotero lateral, insertado, soldado, común y compensado . La exactitud de su descarga es pronunciada, su resistencia a obstrucciones es reconocida. Además el laberinto tiene una característica semi-reguladora, es decir, una variación reducida de la descarga frente a grandes cambios de presión.

ñ Goteros de Diafragma

Son goteros en los cuales un diafragma de goma controla la descarga. El diafragma se encuentra ya sea sobre el orificio de salida del gotero, o bien, se trata de una combinación entre laberinto y diafragma. El diafragma permite un control absoluto, o sea que, el diafragma es una característica de goteros compensados , cualquiera que sea la combinación usada.

Todos los goteros son compensados por regulación de descarga y no de presión..

La gran ventaja de los goteros compensados radica no únicamente en la exactitud de las descargas, sino en su adaptabilidad a condiciones topográficas adversas, en la posibilidad de alargar las laterales de goteo y en lo fácil de su planificación . Hay un aumento constante del uso de sistemas de goteros compensados, ya sea bajo condiciones topográficas difíciles, como por el deseo de colocar laterales de goteo de la misma longitud de las laterales de aspersión en cultivos de campo. El problema fundamental del gotero compensado es la calidad del caucho del diafragma, en este caso el corazón del gotero compensado .

3.9.2. Sistemas de goteo

La clasificación por años de uso está dirigida a cultivos de campo y hortalizas. El uso de goteo en frutales implica sistemas permanentes y perennes, sin problemas logísticos. Para los cultivos anuales se requiere colocar las tuberías al principio de la temporada y retirarlas a su fin y, además, almacenar el equipo entre temporadas .

a) Sistemas Anuales

Estos son sistemas de una sola temporada - tubería con paredes de 0.2 mm de espesor, en general tubos perforados. De bajo costo, sin logística, muy sensibles a daños, sistemas de baja presión (hasta 10 mts).

* Ver Cuadro Fotográfico No.1 Foto 1

Su uso se justifica en dos casos :

1. Falta de recursos financieros para adquirir un equipo de mejor calidad.
2. La oportunidad de adquirir un sistema más avanzado en un futuro cercano.

b) Sistemas Bienales

Son sistemas de uso para dos temporadas. Las tuberías tienen paredes de 0.4-0.5 mm de espesor. Están basados en tres conceptos:

1. Tubo perforado
2. Tubo de laberinto
3. Tubo con goteros compensados

1. El tubo perforado es similar al sistema anual con la diferencia de que el espesor de la pared del tubo es mayor, o bien, posee paredes dobles o triples, de acuerdo al diseño. Este también es un sistema de presiones bajas y de vida corta.

2. El tubo de laberinto es un tubo que consiste de dos secciones paralelas con una pared común :
* Ver Cuadro Fotográfico No. 1 Fotografías 5,6.

- la sección de conducción del agua
- la sección del laberinto que recibe el agua a través de perforaciones en la pared común.

El agua sale del laberinto por aperturas cuyas distancias varían según las especificaciones.

3. El tubo con goteros compensados es una tubería con paredes de 0.5 mm de espesor con cápsulas soldadas en la pared interior del tubo. La cápsula acomoda un diafragma situado frente a una salida. La presión hidráulica controla la presión mecánica del diafragma sobre la salida.

*Ver Cuadro Fotográfico No. 1 Fotografías 2,3,4.

c) Sistemas perennes

Estos son la mayoría de los sistemas en uso y se caracterizan por su larga vida útil. El espesor de la tubería varía de 1.0 mm a 1.6 mm, de acuerdo con la presión de trabajo y el diámetro de las laterales son de (1.2,2.0 cm) . Contrariamente a los dos sistemas anteriores, son tuberías fabricadas según especificaciones internacionales para POLIETILENO, salvo en el caso de goteros integrales . Hay dos clases en uso: clase 2.5 y clase 4 , este último para sistemas compensados .

Los sistemas perennes requieren una mayor inversión, pero son los más económicos, calculados para capital amortizado. Los sistemas perennes incluyen todos los tipos y formas de conexiones de goteros . Otras características son :

- Resistencia a presiones de trabajo.
- Adaptación a colocación y retiro de laterales.
- Menos sensibilidad al calor.

3.9.3. Conexión de Goteros al Tubo

Gotero Lateral (en línea)

Es un gotero provisto en ambos extremos con conexiones que tienen 2 ó 3 dientes. Para instalar el gotero , hay que cortar el lateral e insertar el gotero en el mismo.

El gotero constituye una continuación del lateral.

* Ver Cuadro Fotográfico No. 2 Fotografías 7,8,9,10.

Ventajas

- Goteros de laberinto. Con paso de flujo largo.
- Alta exactitud de descarga
- Altas gamas de descarga (1-8 lts/h)
- Facilita la logística (medidas exteriores semejantes al diámetro de la tubería)

Desventajas

- Dependencia de las medidas interiores del tubo lateral
- En caso de que se desconecte un gotero , el lateral deja de funcionar
- Esta expuesto a desconexiones por tensiones mecánicas (sobre todo durante el retiro a fin de temporada).
- Dependencia de la calidad del tubo (carbón).
- Si se trabaja con tuberías de diferentes diámetros, es necesario adquirir goteros apropiados para cada diámetro, aun cuando la descarga del gotero sea la misma .
- La gran diversificación del producto (descargas y diámetros) aumenta el precio (stock) .
- Depende del productor, ya que se deben de adquirir los goteros y la tubería de la misma fuente.
- La instalación escalonada (frutales) no es práctica .
- El reemplazo de goteros obstruidos es difícil.

Se emplean diámetros de 12 y 16 mm, el tipo de goteros preferido es el de laberinto. El gotero insertado en el lateral fue el pionero en los sistemas de goteo, cambiando hoy gradualmente a goteros integrales.

Gotero Insertado (montado)

Incluye una amplia gama de goteros (vórtice, diafragma, laberinto, laminar) cuya característica común es la forma de conexión sobre el tubo.

* Ver Cuadro Fotográfico No. 2 Fotografías 1,2,4,5,6.

Consiste de :

- Una base.
- La entrada de agua.
- Los hombros del cono .
- La base cónica facilita la inserción a través de una perforación que se practica en la pared del lateral.
- El cono acomoda una ranura que sirve de entrada al agua.
- El cuello se adapta al espesor de la pared del tubo y sirve como conexión entre el cono y el gotero.
- Los hombros evitan la separación del gotero del tubo durante el funcionamiento .

La misma conexión existe también para micro- aspersores .

Ventajas:

- Conexión universal. Se adapta a tuberías de 12,16,20,25,32 mm.
- Precio relativamente bajo
- Independiente del diámetro interior del tubo
- Desconexiones de goteros los cuales no influyen sobre el funcionamiento lateral
- Fácil reemplazo de goteros obturados
- Posibilita la instalación escalonada
- Permite la adquisición por separado de tuberías y de goteros
- No es necesario cortar los tubos
- Identificación fácil por el color

Desventajas :

- Complica la logística ya que sobresale del tubo.
- Es de tamaño limitado . Trayectoria de flujo corto, es más sensible a obstrucciones.
- Limitado a descargas elevadas (mayores presiones de 2 lts/h). En general de 4 lts o más .
- La descarga es variable bajo ciertas condiciones.

Es un gotero de mucha flexibilidad, mejor adaptado a frutales e invernaderos y menos a cultivos de campo .

Gotero Integral

El gotero es componente integral de la tubería , fabricado o soldado durante la producción del tubo. Las dimensiones del tubo no están sujetas al standard y las especifica el fabricante (diámetro, espesor, presión,).

Para obtener una tubería lisa , el gotero es parte integral de la pared interior y nunca sobre el exterior de esta. El sistema integral incluye goteros de diafragma , laberinto y perforados.

Ventajas:

- Una tubería perfectamente lisa
- Flexibilidad de diseño (tipos de goteros , sistemas comunes, sistemas compensados)
- Logística libre de complicaciones
- No esta sujeto a normas standard

Desventajas

- Dependencia total del fabricante
- El reemplazo de goteros es problemático
- Requiere adaptadores especiales a conexiones standard
- Perforación o inserción escalonada de goteros ,problemática

En resumen, es un sistema que se puede adaptar a cultivos de campo y hortalizas, menos adaptado a frutales .

Los sistemas en uso y desarrollo son :

Tipo	Desarrollado por:
- de perforación	----- Meritif Tee Tape
- laberinto	----- común - Naantif , Supertif
- laberinto	----- compensado - Naantif ,Netafim
- diafragma	----- compensado - Raam , Gadash

*Ver Cuadro Fotográfico No. 1 Fotografías 1,2,3,4,5,6.
No. 2 Fotografías 7,8,9,10.

Cuadro No.9 NETAFIM - GADASH - 3.5 lts/ h
 Gotero Compensado Integral 16 mm

Inc. de Presión en mts	Distancia entre Goteros				
	0.30	0.40	0.50	0.60	1.00
1	25	35	42	52	90
2	35	50	58	70	115
3	45	60	70	85	132
4	52	68	79	96	145
5	57	75	87	106	158
6	62	81	94	115	170
7	66	87	100	123	180
8	70	92	105	130	188
9	74	96	110	136	196
10	78	100	115	141	204
11	81	104	119	145	212
12	85	108	123	150	219

Fuente: Aquafim, 1995.

*** Goteros Especiales:**

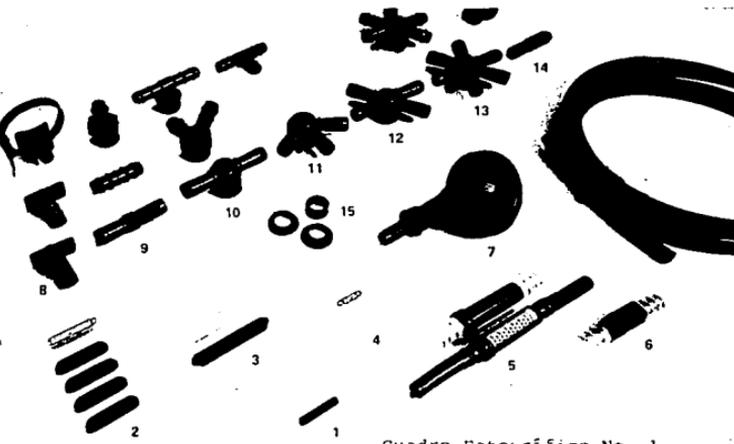
Gotero múltiple: es un gotero con salidas múltiples, para macetas, frutales recién plantados. Las salidas suministran agua a tubitos capilares. * Ver Cuadro Fotográfico No. 2 Fotografía 13

Gotero Carpintero (contra aves): es un gotero de instalación subterránea con una conexión para el tubito que sale a la superficie.* Ver Cuadro Fotográfico No. 2 Fotografías 4,6

Gotero para macetas: es un gotero que se inserta en el extremo de un tubito, por medio de una punta roscada. Una estaca mantiene a cada gotero ubicado en su maceta .
 * Ver Cuadro Fotográfico No. 2 Fotografías 2,3,10.

Anillo de goteros: del lateral sale un tubo de menor diámetro sobre el cuál van insertados estos goteros, a distancias adecuadas, formándose así un círculo de goteros alrededor del tronco de un árbol.

* Ver Cuadro Fotográfico No. 2 Fotografía 4,6.



Cuadro Fotográfico No. 1

1 Typhoon 16 y 20 - Tubo que actúa de pared delgado. Es el mismo para riego de un solo temporada y que también para riego en los canales laterales de riego cuando hay que riego 1 a 4 temporadas.

■ Espesor de la pared: Typhoon 16: 0.40 mm (0.016")

Typhoon 20: 0.55 mm (0.020")

■ Diámetro exterior: los dos modelos: Typhoon 16 y 20

■ Presión de operación: hasta un máximo de 25 a 35 psi

■ Caudal: 1.75 (0.46 gpm) a una presión de 10 m (34 pies)

■ Presión de operación: hasta un máximo de 25 a 35 psi

Typhoon 20 de 4 a 5 m (13.2 a 16.4 pies)

2 Ram 17 y 20 - Tubo, material que que los agricultores utilizan para varios temporadas para cultivos extensivos: frutales y

para pastos (1.40 mm (0.055") de espesor de la pared)

■ Presión de operación: hasta un máximo de 25 a 35 psi

■ Diámetro exterior: Ram 17: 12 mm (0.47") y Ram 20: 20 mm (0.79")

■ Caudal: 2.7 (0.72 gpm) y 4.2 (1.10 gpm) a 10 m (34 pies)

■ Presión de operación: hasta un máximo de 25 a 35 psi

3 Turan 17 y 20 - Tubo de plástico para riego de un solo temporada que que también se utiliza para riego en los canales laterales de riego cuando hay que riego 1 a 4 temporadas.

■ Presión de operación: hasta un máximo de 25 a 35 psi

■ Diámetro exterior: Turan 17: 12 mm (0.47") y Turan 20: 20 mm (0.79")

■ Caudal: 2.7 (0.72 gpm) y 4.2 (1.10 gpm) a 10 m (34 pies)

■ Presión de operación: hasta un máximo de 25 a 35 psi

4 Drisprite 20 y 25 - Tubo que se utiliza para riego de un solo temporada que que también se utiliza para riego en los canales laterales de riego cuando hay que riego 1 a 4 temporadas.

■ Presión de operación: hasta un máximo de 25 a 35 psi

■ Diámetro exterior: Drisprite 20: 16.5 mm (0.65") y Drisprite 25: 16.8 mm (0.66")

■ Caudal: 2 lit (0.52 gpm)

■ Presión de operación: Drisprite 20: de 3 a 15 m (5.20 pies)

Drisprite 25: de 3 a 20 m (5.28 pies)

■ Espesor de la pared: Drisprite 20: 0.40 mm (0.016")

■ Diámetro exterior: Drisprite 20: 16.5 mm (0.65") y Drisprite 25: 16.8 mm (0.66")

■ Caudal: 2 lit (0.52 gpm)

■ Presión de operación: Drisprite 20: de 3 a 15 m (5.20 pies)

Drisprite 25: de 3 a 20 m (5.28 pies)

5 Tuberias en Línea - Es la clásica tubería de goteo de Metalim ampliamente usada en los cultivos extensivos de horticultura y las plantaciones frutales.

■ Diámetro exterior: 16 o 12.5 mm (0.63" y 0.49")

■ Caudal: 1.6 a 2.4 y 8 lit (0.75 a 0.46 gpm) y 2 gpm

■ Presión de operación: hasta un máximo de 25 a 35 psi

6 Tuberas de Goteo en Línea Autorreguladas - Estas tuberías de regulación automática de la presión cuentan con las ventajas ofrecidas por la tubería de goteo estándar, así como la regulación regulada por la compensación de presión.

■ Diámetro exterior: 16 mm (0.63")

■ Caudal: 2 y 4 lit (0.5 y 1.2 gpm)

■ Presión de operación: hasta un máximo de 25 a 35 psi

7 Valvula de Lavado de Línea - Este dispositivo ha sido diseñado para el lavado y el mantenimiento de las líneas de riego al combatir la contaminación de las tuberías de riego. La valvula de lavado de línea es utilizada en tres o cuatro salidas.

■ Modelo 2: dispositivo para lavarse las tuberías de riego cortas.

■ Modelo 3: dispositivo para lavarse las tuberías de riego largas en cultivos de campo.

■ Modelo 7: dispositivo para lavarse las tuberías de riego largas laterales.

Conectores Metalim

Los conectores de Metalim permiten a los agricultores una sencilla y efectiva conexión de tuberías de riego al sistema de riego.

8 Conector Inicial

9 Conector con una boca de salida

10 Conector con 2 bocas de salida

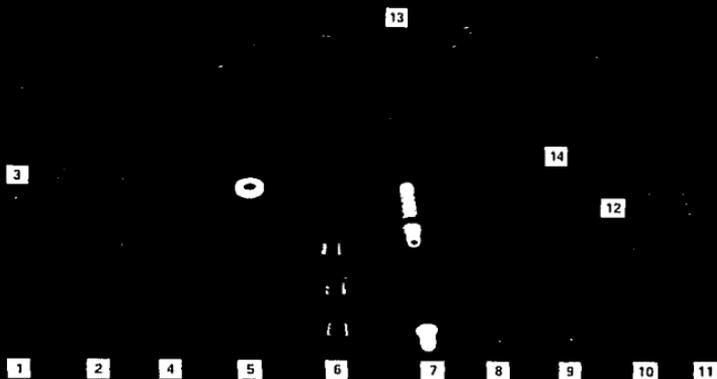
11 Conector con 3 bocas de salida y conector en T

12 Conector con 4 bocas de salida

13 Conector con 6 bocas de salida

14 Terminal de línea

15 Anillo de conexión rápida



1 Gotero de Botón Diseñado especialmente para plantaciones frutales y cultivos de campo, es frecuentemente usado cuando los espacios que median entre las plantas son irregulares.

- Caudal: 1 (amarillo), 2 (rojo), 4 (negro) y 8 (verde) l/h; línea: 0,25, 0,50, 1 y 2 gph/1"

■ Estructura interna: Base, corona y tapa

2 Gotero de Maceta Generalmente usado en invernaderos o semilleros, pasturas e invernaderos, en donde las plantas y las líneas son cultivadas en macetas. Goteros que permiten una irrigación individual a cada planta desde pequeñas balsas hasta líneas.

- Caudal: 1 (amarillo), 2 (rojo), 4 (negro) y 8 (verde) l/h; 0,25, 0,50, 1 y 2 gph/1"

■ Estructura interna: Base, corona y tapa

3 Estabilizador de Gotero de Maceta Ha sido diseñado para solucionar los problemas en la posición temporal en las macetas u otros en plantulos.

4 Goteros botón contra pajeros o roedores Ampliamente utilizados en donde es necesario el empleo de estabilizadores, subterráneos. Evita los daños ocasionados por los pajeros, carpinteros o roedores.

- Caudal: 1, 2, 4 y 8 l/h; 0,25, 0,50, 1 y 2 gph/1"

■ Estructura interna: Base, corona y tapa

5 Gotero Autoregulado Constituye una innovación muy reciente en el mundo de la agricultura moderna. La distribución uniforme del caudal del gotero a lo largo de la línea lateral, garantiza un crecimiento y maduración uniformes. Es muy eficiente en zonas topográficas inclinadas, tales como, laderas muy pronunciadas o lugares que tienen presiones de agua ya sea bajas como, valadillos.

- Caudal: 2, 4, 8 y 25 l/h; 0,50, 1, 2 y 6, 5 gph/1"

■ Estructura interna: Base, diafragma, corona y tapa

6 Gotero contra pajeros o roedores Constituye la integración de un mecanismo de compensación de presión en goteros contra pajeros o roedores.

- Caudal: 2, 4, 8 y 25 l/h; 0,50, 1, 2 y 6, 5 gph/1"

7 Gotero en Línea (12 mm) El gotero clásico Natadrip, que colocó los cimientos de la revolución del riego por goteo. Los goteros en línea son ampliamente usados en los cultivos de campo, la horticultura y las plantaciones frutales.

- Diámetro de conexión: 12 mm; 0,49"

■ Caudal: 1, 2, 4 y 8 l/h; 0,25, 0,50, 1 y 2 gph/1"

■ Estructura interna: Laberíntica con amplios pasos de agua

8 Gotero en Línea (16 mm) Diámetro de conexión: 16 mm; 0,63"

- Caudal: 1, 1, 6, 2, 4 y 8 l/h; 0,25, 0,40, 0,50, 1 y 2 gph/1"

■ Estructura interna: Laberíntica con amplios pasos de agua

9 Gotero en Línea Autoregulado Continúa las ventajas ofrecidas por el gotero en línea con las del riego regulado por la compensación de presión.

- Diámetro de conexión: 16 mm; 0,63"

■ Caudal: 2 o 4 l/h; 0,50 o 1 gph/1"

10 Gotero en Línea para Macetas Anillo plástico usado en invernaderos, invernaderos o semilleros, ha sido especialmente diseñado para el uso en macetas de diferentes tamaños.

- Caudal: 1 y 2 l/h; 0,25 y 0,50 gph/1"

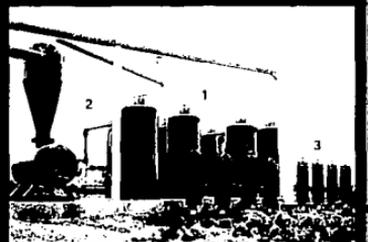
11 Conector de 5 mm Diseñado para atornillar tuberías de 5 mm a la tubería principal de distribución.

12 Tapones Adaptados para atornillar directamente a los brazos laterales del sistema de riego, se pueden usar en el brazo de salida de 1,2, 4 y 8 l/h; 0,25, 0,50, 1 y 2 gph/1"

13 Gotero de Múltiples Bocas de Salida M.O.D. Este gotero ha sido diseñado para ofrecer la máxima eficiencia en riego individual de hasta 8 brazos laterales. Es muy eficiente en laderas inclinadas para ser usado en invernaderos, invernaderos o semilleros.

- Caudal: 2 (rojo) 4 (negro) 8 (verde) 11, 0,50, 1 y 2 gph/1"

14 Estabilizador Insertado en el terreno entre una planta puede ser usado tanto en la proyección lateral como en la abierta.



1 Filtro de Grava - Filtros de 20", 36" y 48" usados para la filtración primaria de agua de cisternas, embalses, canales abiertos, ríos, alcantarillado y otros recursos hídricos secundarios.

Capacidad de filtrado: de 15 a 80 m³/h (65-350 gpm), según sea el tamaño de la unidad de filtrado y la concentración y el tamaño de las partículas foráneas que haya en el agua.

2 Separador Centrifugo Hidrociclón - Usado para la filtración primaria. Es particularmente eficiente para extraer partículas débiles tales como la separación de arena de agua de pozos artesanales y como del agua fluvial.

Capacidad de filtrado: de 3 a 220 m³/h (13-960 gpm) según sea el tipo del separador y la concentración y el tamaño de la partículas foráneas que haya en el agua.

3 Filtro de Malla - Es empleado como elemento final de filtrado luego de la filtración primaria con filtros de grava o hidrociclones, cuando se trata de aguas que por término medio, es de buena calidad.

Capacidad de filtrado: de 5 a 36 m³/h (65-30 gpm) según sea el tipo de filtro, el caudal y la concentración y el tamaño de las partículas foráneas que haya en el agua.

Bomba Fertilizante Netafim - Funciona a base de principio de la aspiración que se crea cuando el tubo Venturi. En aplicaciones de los pozos que son explotados en la tecnología filtrada a presión, este tipo de bomba funciona a reducidos niveles de presión. Varían los diámetros Netafim (desde una pulgada hasta cuatro) para la aplicación de fertilizantes y plaguicidas líquidos en los sistemas de riego por goteo y aspersión.

4 Bomba Fertilizante D (2" - 12") - Capacidad de bombeo hasta 2140 gal (8150 gph), como máximo.

5 Bomba Fertilizante A (1/2" - 0.5) A (3/4" - 0.9) - Capacidad de bombeo:

A (1/2" - 0.5) hasta 110 gal (410 gph), como máximo.

A (3/4" - 0.9) hasta 270 gal (1000 gph), como máximo.

6 Bomba Fertilizante C (2" - 8") - Capacidad de bombeo hasta 110 gal (410 gph), como máximo.



Reguladores de Presión - Los reguladores de presión de Netafim ofrecen soluciones efectivas a los múltiples problemas de mdole topográfica. Por otra parte, el diseño tan simple de esos aparatos permite su prolongada operación sin fallar ni avería alguna. Todas las piezas interiores pueden ser intercambiadas con las que hay en cualquiera de los diversos modelos de reguladores de presión. La gama de las presiones reguladas es determinada por el tipo de muelle empleado y los propios muelles son identificados por su color.

7 Regulador de Presión de 1 Unidad - Gama de caudales regulados: de 0.8 a 5 m³/h (3.5-20 gpm). Conexiones externa e interna (rosca) de 1". Muelles de regulación de 6 a 45 m (19-65 psi).

8 Regulador de Presión de 2 Unidades - Gama de caudales regulados: de 1.6 a 10 m³/h (7-40 gpm). Conexión externa (rosca) de 1". Muelles de regulación de 6 a 45 m (19-65 psi).

9 Regulador de Presión de 4 Unidades - Gama de caudales regulados: de 3.2 a 20 m³/h (15-80 gpm). Conexión interna (rosca) de 2". Muelles de regulación de 6 a 45 m (19-65 psi).

10 Regulador de Presión de 6 Unidades - Gama de caudales regulados: de 5 a 25 m³/h (25-120 gpm). Conexión interna de 2" (rosca).

Muelles de Regulación de 6 a 45 m (19-65 psi).

11 Regulador de Presión de 10 Unidades - Gama de caudales regulados: de 10 a 50 m³/h (45-200 gpm). Conexión interna de 3" (rosca). Muelles de Regulación de 6 a 45 m (19-65 psi).

3.10. EQUIPO LOGISTICO

Estas son las maquinarias y los accesorios necesarios para desplegar, retirar y almacenar los laterales del goteo. Para frutales de cualquier tipo y para hortalizas sobre extensiones pequeñas no requiere equipo sofisticado. Un equipo rudimentario puede satisfacer las necesidades. El equipo verdaderamente sofisticado y de mayor precio, se usa en cultivos de campo como maíz dulce y hortalizas, sobre grandes superficies.

Las bobinas de almacenamiento son de aproximadamente 2 mts de diámetro sobre las cuales se pueden enrollar entre 5.000 y 10.000 mts de tubería, dependiendo del diámetro de la misma. Es decir, para una ha de cultivos de campo. (Este puede ser un motivo adicional para preferir laterales con un diámetro de 16 mm sobre los de 20 mm , ya que se economizan bobinas) .

Las máquinas embobinadoras son un dispositivo sobre el cual se coloca la bobina vacía y que, accionado por la toma de fuerza del tractor o por un motor hidráulico, enrolla la tubería en el campo.

La maquinaria de despliegue es un dispositivo sobre el cual se pueden colocar hasta tres bobinas llenas. Después de anclar los extremos de los tubos a una estaca, el tractor avanza a lo largo de los surcos, desplegando la tubería.

Precauciones:

- a) Hay que evitar que durante el enrollamiento la tubería este bajo tensión, ya que puede hacer tensión sobre la bobina y deformarla.
- b) Depositar las bobinas al aire libre y no dentro de los depósitos cerrados.
- c) Se deben combatir a los roedores durante el almacenamiento

IV.GENERALIDADES DEL TOMATE

4.1.ORIGEN

Diversos autores consignan que el tomate rojo es una planta nativa de regiones tropicales y subtropicales de América Latina. Vavilov (1951) plantea que el tomate rojo tiene dos centros de origen: el genocentro mexicano, genocentro Ecuatoriano, Peruano, Boliviano.

Guenkov(1983) desarrolla las investigaciones de Vavilov y menciona que dada la gran diversidad de especies que se encuentran en Perú, Bolivia y Ecuador, lo mas probable es que aqui sea el origen del tomate rojo.(SARH,1987).

Bailey (1977) concretiza diciendo que la especie *L. esculentum* Miller, se originó en el Oeste de Sudamérica y *L. Pimoinellifolium* Miller, se origino en Perú.(SARH,1987).

Jenkins y Rick: consideran que la especie que le dio origen al tomate cultivado fue *L. Ceraciforme*.(SARH, 1987).

Dunal *L. esculentum* var. ceraciforme, la cuál se origino en Perú y Bolivia, pero el tomate cultivado se origino en México, concretamente en el estado de Puebla y Veracruz, por lo que México es considerado como el centro de diversificación varietal, desconociéndose como se produjo la introducción de Sudamérica.(SARH,1987).

Muller (1940) Reporto que tanto en México y Perú al igual que en Bolivia se encuentran en estado silvestre diversas especies y variedades botánicas.(SARH,1987).

Muller reporta como especies silvestres a *L. cheesmanii*, Ailey, *L. peruvianum*, Miller, *L. glandulosum* , Muller, *L. Hirsutum*, H y B. *L. pimoinellifolium*, Miller .

4.2.TAXONOMIA

Subdivisión : Angiospermae

Orden : Tubiflorae

Familia : Solanaceae

Genero : *Lycopersicon*

Nombre común : Tomate rojo, Jitomate

Nombre científico: *L. Esculentum*

* Según : Oscar Sánchez 1980 .

4.3.DESCRIPCION MORFOLOGICA

Es una planta de hojas grandes, compuestas, divididas de diferentes tonos de color verde y distinta forma, según la variedad . En las axilas de las hojas se forman las yemas que producen tallos secundarios de importante desarrollo y capacidad productiva.

A partir del tallo principal la planta del tomate desarrolla sucesión de brotes laterales conocido como crecimiento simpódico.

Existen dos hábitos de crecimiento que son el de tipo indeterminado y determinado.

El hábito indeterminado se usa para describir el crecimiento simpódico en donde una yema lateral esta siempre disponible a continuar el desarrollo vegetativo. Con esta disposición de crecimiento y bajo condiciones de humedad y temperatura crecerían en forma indefinida manifestándose como plantas perennes. La circunstancia de su explotación comercial y el medio ambiente no propicio en Verano hace que tenga una vida anual.

El tomate de crecimiento determinado, desarrolla la primera inflorescencia y un nuevo punto de crecimiento en la forma normal, pero también hay una tendencia en las subsiguientes ramas laterales al terminar en una estructura floral, en donde no habrá desarrollo de un nuevo punto de crecimiento.

Raíz: La planta de tomate posee una raíz principal bien definida pero presenta abundancia de raíces laterales de naturaleza fibrosa. El sistema radicular es robusta y puede crecer hasta una profundidad de 1.80 mts en el subsuelo.

Inflorescencia: El racimo floral del tomate esta compuesto de una sucesión de ejes, cada uno portador de una flor, el pedúnculo es capaz de ramificarse una o más veces y esto puede ocurrir en casi cualquier, parte del racimo.

Flor: El cáliz y la corola están compuestos de cinco sépalos y pétalos. Las anteras contienen el polen se encuentran unidas formando un tubo en el cuello angosto que rodea y cubre el estilo y el estigma, dicho arreglo asegura el mecanismo de autofecundación ya que el polen se libera de la parte interior de la antera.

Fruto: El fruto de tomate es de forma redonda y lisa alargado, redondo y lobular, achatado. Se clasifica como una baya carnosa que contiene abundantes semillas. Cada semilla se encuentra cubierta por una substancia muslaginosa llamada placenta, contenida en cavidades o lóculos. El número de lóculos varía desde dos lóculos hasta tres lóculos ó más (multi-ocular). En promedio de 4-6 lóculos, este carácter es influenciado por el medio ambiente.

4.4. VALOR NUTRICIONAL

- 95 % de agua
- 2.5 % de azúcares
- 1.0 % de ácidos
- 0.8 % sales
- 0.5 % pigmentos y vitaminas
- 0.2 % de sólidos insolubles (celulosa , pectina,)
- Contiene vitaminas (A , B , y B2)
- Tiene un contenido abundante de Potasio y es bajo en energía calorífica.

V.PROYECTO DE INSTALACION

5.1.DATOS BASICOS

LOCALIZACION :

Dentro del municipio de Culiacán se pretende instalar el sistema de riego ya que se cuenta con condiciones tanto económicas como climatológicas para poder introducir este tipo de sistema de riego. El municipio se encuentra en la región central del estado de Sinaloa, entre los meridianos 106°56'50" y 107°50'55" de longitud Oeste del meridiano de Greenwich y las coordenadas extremas de los paralelos 24°2'10" y 25°14'56" de Longitud Norte. Su altitud sobre el nivel del mar varía desde el nivel del mar desde la costa hasta los 2100 mts en la Zona de los Altos.

Su cabecera municipal tiene una altura media de 53 mts sobre el nivel del mar, colinda al Norte con el municipio de Badiraguato, al sur con el Golfo de California, al Este con el municipio de Cosalá y el estado de Durango. Al Oeste con el municipio de Navolato, al Noroeste con el estado de Durango. Al Noreste con Navolato y Mocorito, al Sureste con Elotá y Cosala y al Suroeste con Navolato y el Golfo de California.

Su superficie es de 4,758 km cuadrados, que significa 8.16 % de la superficie de la entidad del 0.24 % del país ocupando el primer lugar como el municipio más extenso .

El presente trabajo se efectuara en uno de los campos agrícolas llamado San Antonio perteneciente al empaque : Agrícola El " Gato" los cuales se ubican en el Km 27.5 de la carretera Culiacán-El Dorado; perteneciendo esta área de producción al Valle de Culiacán Sinaloa .

La mayoría de los datos se obtienen directamente sobre el campo y proporcionan la información necesaria para poder llevar a cabo el desarrollo del trabajo.

Estos datos se pueden englobar en los siguientes grupos según Moya Talens (1994):

- 1). Condiciones y características climáticas.
- 2). Características de la explotación.
- 3). Características del suelo.
- 4). Características del agua de riego.
- 5). Tipo de cultivo.

1). Condiciones y Características del clima

La influencia de la temperatura en el desarrollo tecnológico de los cultivos es predominante tanto en la velocidad de crecimiento de la planta como en la rapidez de la maduración de la fruta.

En el Valle de Culiacán las condiciones climáticas determinan en gran medida el desarrollo y conocimiento de tres diferentes etapas de planteo, perteneciendo a la primera etapa de los cultivos trasplantados de inicio de Septiembre hasta últimos de Octubre; la segunda etapa comienza a fines de Octubre iniciando la tercera etapa a principios de Diciembre que fue el período en el cual se estableció el cultivo (tomate bola).

Cuadro No.10 MEDIAS CLIMATOLÓGICAS DEL MUNICIPIO DE CULIACAN
SIN. PROMEDIO DE 20 AÑOS

	TEMP.MAX	TEMP.MIN.	PP	HR	HRS.INSOL.
	°C	°C	mm		
ENERO	27	10.5	20	71	189.5
FEBRERO	28.2	10.5	11	65	186.7
MARZO	30	11.4	4	61	230
ABRIL	31.9	13.5	2	57	211.8
MAYO	33.7	16.8	2	57	246.6
JUNIO	34.7	21.6	29	64	221
JULIO	34.7	23.7	141	74	191.6
AGOSTO	33.7	23.4	200	79	198.2
SEPTIEMBRE	33.5	23	124	79	195.4
OCTUBRE	33.2	19.9	51	74	228.4
NOVIEMBRE	30.7	14.8	29	68	213.2
DICIEMBRE	28.1	11.9	24	71	

Fuente: CAADES, 1994

Culiacán Sin., Latitud: 24°48' N. Longitud: 107°24' Oeste. Altitud: 40MSNM

2). Características de la Explotación

Los factores que se tienen que tomar en cuenta son:

- Superficie útil (34 Has.)
- Tipo de cultivo: Tomate (Jitomate Bola). Variedad: BR-84, 814, W-481, 417, 436, 425, w-440, F-49,
- Marco de plantación: El marco de plantación es en hilera con una distancia entre plantas de 45cm. y una distancia entre surcos de 2.0 m.

3). Características del suelo

Se refiere a tener principalmente datos de la composición de este, en este caso el suelo de la mayor parte de la región cuenta con un 50 a 60% de contenido de arcilla, como los suelos donde se va a introducir el sistema de riego, este dato es importante para darse una idea de que tanta agua se puede infiltrar en suelos de este tipo (arcilloso).

Considerando que los niveles de pH a buscar durante el desarrollo del cultivo, en la solución son de 6.5 a 7.5.

En lo que respecta al manejo de la concentración salina, la determinación de la conductividad eléctrica nos permite conocer los valores de la concentración de sales en la solución del suelo.

San Antonio II

Cuadro No. 11 **REPORTE DE ANALISIS DE SUELO**

Determinación	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4
	Prof 0-30	Prof 30-60	Prof 0-30	Prof 30-60
PH 1; 2	7.19	7.49	7.22	7.55
M.O.	1.20	1.11	1.17	1.05
CaCo3 %	2.70	3.60	2.80	3.75
Nitratos ppm.	102	81	106	88
P asimilable ppm	144	32	156	64
K asimilable ppm	326	308	340	315
Ca asimilable ppm	2950	3400	2986	3650
Mg asimilable ppm	380	500	392	556
Sulfatos ppm	---	---	---	---
Fe ppm	4.71	4.12	4.66	3.92
Zn ppm	1.75	1.51	1.70	1.43
Mg ppm	9.43	8.54	9.28	8.30
Cobre ppm	1.86	1.61	1.83	1.54
Boro ppm	---	---	---	---

Fuente: Mascareño, 1994

Cuadro No.12 ANALISIS DE SALES SOLUBLES EN EXTRACTO DE SATURACION

	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4
Determinación	Prof 0-30	Prof 30-60	Prof 0-30	Prof 30-60
Sodio me/l	3.75	4.26	3.60	4.39
Calcio me/l	5.65	4.80	5.72	4.36
Mg me/l	4.35	3.20	4.20	3.64
Rel.Abs.Na %	1.67	2.13	1.61	2.20
% Na(PSI)	1.20	1.86	1.11	1.95
C.I.C. %	31.90	32.72	31.84	32.60
Text. arena %	26	28	30	28
Text. arcilla %	59	61	59	61
Text. limo %	15	11	11	11

Fuente: Mascareño, 1994

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

Interpretación:

En este lote se detecto la reacción de ligeramente a medianamente alcalina (ph=7.19-7.56) el suelo está pobre en materia orgánica y presenta medianos problemas de carbonatos de calcio (2.55 - 3.75 %)

Fertilidad: se detectaron niveles óptimos de Nitrógeno y de Fósforo, apenas óptimo el Potasio, bien abastecido de Calcio y Mg y pobre en Fe y Zn.

Salinidad: la parcela no tiene problemas de sales solubles para estar bajo los valores de conductividad eléctrica (C.E. = 1.12 -1.70 milimhos/cm) inferiores a 2.0 milimhos/cm.

Además el % de sodio intercambiable PSI esta por debajo del 5%, conciderandose apropiado el lote para la siembra de saladete.

La capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) es buena (31.8 - 33.8 meq/100gr. de suelo).

La textura se clasifica como arcillosa con buena capacidad de filtración de agua.

Recomendaciones de Fertilización para tomate

Fertilizar en la marca con la fórmula:

78-182-83-27 Mg - 4 Zn (unidades)

N P K

Esto se abastece con 200 kg de Sulfato de Amonio + 350 kg de 11-52-0 + 100 de sulfato de potasio + 150 kg de sulfato de mag+12 kg de sulfato de zinc por ha.

En el cierre del cultivo aplicar la fórmula:

93 - 156 - 150 - 4 Fe

Esto equivale a 300 kg de 11-52-0 + 300 kg de sulfato de amonio + 300 kg de sulfato de potasio + 12 kg de sulfato ferroso por ha.

Fuente: Mascareño, 1994

Cuadro No. 13 NIVELES DE CONCENTRACION DE NUT. EN EL SUELO (PPM)

	BAJO	MEDIO	ALTO
SODIO			
POTASIO	> 10	50	250
CALCIO	> 1000	1500	< 300
MAGNESIO	> 200	250	< 500
CARBONATO meq/lt	> 0.5	1	< 1.5
BICARBONATO meq/lt	> 2	2.5	< 4
CLORO meq/lt	> 3	5	< 10
NITROGENO No3	> 10	30	< 40
SULFATOS	> 50	80	< 120
FOSFORO BRAY	> 10	20	< 30
FIERRO	> 4	6	< 1
ZINC	> 1	2	< 3
COBRE	> 3	6	< 10
MANGANESO	> 4	8	< 12

Fuente: Burgueño, 1994

Cuadro No. 13-A CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO

BAJO	20 - 29 meq/100gr. de suelo
BUENO	30 - 39 meq/100gr. de suelo
ALTO	40 - 49 meq/100gr. de suelo

Fuente: Valencia Islas, 1982.

El cuadro siguiente muestra los niveles óptimos de concentración salina.

Cuadro. No. 14 NIVELES DE CONCENTRACION SALINA

ETAPA VEGETATIVA	TOMATE
(MMHOS/CM)	
Inicio	0.8 - 1.8
Desarrollo	1.5 - 1.8
Producción	2.5

Fuente: Burguenio, 1994

Medina San Juan (1994), nos dice que una concentración de sales hasta 2.7 es buena para el cultivo de tomate y generalmente personal encargado en riego por goteo cuidada minuciosamente este detalle en base a la tabla anterior.

4). Características del agua de riego

El contenido de sales presentes en el agua de riego utilizadas en sistemas de riego presurizado pueden presentar problemas de precipitaciones y taponamientos (Fósforo, Calcio) de goteros si el tratamiento previo a el agua , no es el correcto.

Es importante conocer el contenido mineral del agua pues en ciertos casos las aportaciones de elemento pueden ser un complemento a la aplicación de fertilizantes en goteo (fertirrigación)., Na, Ca, Mg y en otros nos dan lugar a problemas toxicidad (Boro, Cloro).

El cuadro siguiente muestra la utilización del agua en sistemas de riego por goteo sin problemas para este y las plantas.

Cuadro No. 15 ANALISIS DE AGUA SIN PROBLEMAS DE SALES EN GOTEO

(MMHOS/CM)	MILIEQUIVALENTES/L													PPM		
pH	C.E.	Na	Ca	Mg	K	Co ³	HCo ³	Cl	So ⁴	Zn	Cu	Fe	Mn	B	RAS	
6.5-8.0	0.7-2	3	5	4	0.2	0.1	2	4	1	1	0.2	0.5	0.2	1.0	5	

Fuente: Burguenio; 1994

Cuadro No. 16 REPORTE DE ANALISIS DE AGUA. SAN ANTONIO

(MMHOS/CM)	MILIEQUIVALENTES/L													PPM		
pH	C.E.	Na	Ca	Mg	K	Co ³	HCo ³	Cl	So ⁴	Zn	Cu	Fe	Mn	B	RAS	
8.0	0.91	4	2.6	3.04	0.12		4	4.64	0.88						2.38	

Fuente: Mascareño, 1994.

En el Valle de Culiacán Sin. las aguas de riego utilizadas generalmente, no presentan problema alguno, puesto que tiene muy bajo contenido de sales fluctuando entre 0.1 a 1 mmhos de conductividad eléctrica generalmente lo que significa el contenido de 1 gramo de sales totales/litro.

5). Tipo de Cultivo

Es importante conocer el tipo de cultivo que se planea establecer ya que como se muestra en uno de los cuadros la profundidad de las raíces de las diferentes especies tienden a crecer de manera diferente y esto es determinante para tomar algunas decisiones como si la manguera va estar sobre el surco o enterrada o si se prefiere manejar bajo acolchado, en este caso se planea poner la manguera sobre el surco, estos cuentan con una profundidad de la base del surco a la cresta de 30 cm. y como se sabe que el desarrollo radicular del tomate alcanza una longitud de 40 cm. en suelos pesados como este en condiciones normales, bajo el sistema de goteo los 30 cm. serán suficientes siempre y cuando se sepa manejar el sistema radicular de esta planta, es decir darle a la planta tanto los nutrientes necesarios junto con el agua en el momento oportuno.

PROCESO PRODUCTIVO

La producción de tomate rojo se realiza a partir de la producción de plántulas en charolas de polietileno las cuales se encuentran bajo invernadero, así también se utilizan materiales porosos para formar un cepellón ideal (pig - mus, vermiculita).

Se empieza a producir planta de tomate con unos 30 - 35 días antes de la fecha programada para el trasplante en campo, ya que transcurrido este tiempo nuestra planta tendrá un tamaño apropiado de 15-20 cm para que se pueda desarrollar y se facilite su acarreo en campo a la hora del trasplante.

Preparación del terreno

La preparación del terreno se inicia con 30 días antes del trasplante y consiste en :
1 barbecho de 30 cm de profundidad, seguido de otro barbecho en forma perpendicular al primero (cruza) con la finalidad de que no queden espacios sin barbechar.

2 pasos de rastra para desmenuzar terrones perfectamente.

1 nivclación con riel o tablón para evitar encharcamientos.

El surcado utilizado en este caso fué de 2 mts entre surco y surco.

Durante la preparación del terreno se clavan postes de 4.00 mts , quedando 1.00 mt enterrado en el suelo y a una distancia entre cada uno de 5 mts. A los cuales se les va a colocar plástico con el objeto de hacer una barrera alrededor de la parcela la cual evite el acceso de plagas. Con el mismo objeto una semana antes del trasplante se siembran pastos forrajeros entre cada uno de los caminos de acceso de la parcela. De alguna manera estos dos mecanismos frenan las corrientes de viento donde muchas veces se trasladan esporas de hongos e insectos plaga de parcelas cercanas .

Posteriormente se coloca un implemento especial para el cubrimiento de los surcos bajo el sistema de acolchado.

El tutorado de vara o estacado se colocó cada 2 mts entre cada uno. Para la colocación de varas ó estacas primero es necesario hacer con una guía unas perforaciones que indiquen el lugar y la profundidad aproximada a la que se van a clavar. Posteriormente con un cilindro hueco por dentro y que tiene dos agarraderas (llamado niño) , se procede a golpear cada una de las varas permitiendo enterrarlas a una profundidad mayor , quedando bien firmes

A los veinticinco días del trasplante se da la primera hilada, la cual consiste en ir amarrando y colocar hilo (rafia) o alambre a un mismo nivel donde la alambrada se coloca a una altura de

25cm. del suelo a la punta de la estaca y las hiladas posteriores se harán conforme se desarrollen las plantas. (Cada hilada que se agregue tiene una diferencia de altura de aproximadamente de 25 a 30 cms. Legándose a dar durante todo el ciclo del cultivo hasta seis hiladas .

Un día antes de la siembra de transplante se da un riego pesado bajo el sistema de riego por goteo y al día siguiente se hace el transplante. Cada mata se siembra a una distancia de 60 cm entre cada una de ellas .

Riegos

Los riegos son proporcionados en base al % ó contenido de humedad indicado por los tensiómetros que se encuentran colocados en varios puntos de la parcela . Bajo este sistema de riego por goteo se controlan los intervalos de aplicación.

El gasto de agua por cada riego proporcionado era de 50 mts cúbicos por cada 20 ha. Los intervalos de riego para la producción de tomate en este caso fueron aproximadamente de 2 riegos por semana, dándose 8 riegos por mes respectivamente . Estos riegos se dieron durante tres meses iniciando el 28 de Diciembre y terminando el día 28 de Marzo, dando un total de 24 riegos durante todo el ciclo de desarrollo .

El gasto total de agua fué de 1,200,000 lts = 1,200 metros cúbicos por cada 20 Ha .

Fertilización

La fertilización se efectua primeramente bajo el conocimiento de un estudio de suelo previo a la siembra y en base a este se proporciona la primer fertilización. De igual forma se dan las recomendaciones . Siendo la formula de fertilización inicial 78-182-83-27 Mg - 4 Zn (unidades) .

Posteriormente al mes se proporcionan diferentes dosis de fertilización las cuales se determinan en base a estudios foliares que se hacen cada 15 días para determinar las necesidades nutricionales de la planta. Se toman aproximadamente de 1 a 2 muestras por Ha . La fertilización siempre se va realizar haciendo uso del equipo de riego por goteo la cual se puede lograr por su gran versatilidad del sistema.

Un día antes de la siembra de transplante se da un riego pesado bajo el sistema de riego por goteo y al día siguiente se hace el transplante. Cada mata se siembra a una distancia que varia entre 45 cm y 50 cm entre cada una de ellas.

Poda

En el cultivo del tomate rojo (variedades de crecimiento indeterminado) se hace necesaria la práctica de la poda , la cuál consiste en eliminar los brotes laterales , con el fin de conservar el tallo principal dejando únicamente una orqueta . Se realiza debido a que estas plantas tienen un gran desarrollo por lo que si se deja que crezcan libremente producen sombreado los frutos, los cuales adquieren una coloración pálida y como consecuencia de menor calidad que los frutos de color brillante.

El hecho de que una planta tenga poco follaje ocasiona lesiones por quemaduras en los frutos.

En el caso del tomate rojo (crecimiento determinado) se eliminan los brotes por debajo de la ramificación principal. La poda va en criterio del agricultor debido a que se puede desear 1, 2 y 3 tallos, haciendo también el deschuponado . La poda se inicia cuando la primera ramificación se encuentra por debajo del primer racimo floral y que este diferenciado, realizándose la poda cada 15 días, hasta el séptimo y octavo racimo .

Los objetivos de la poda son:

- formar y acomodar la planta al sistema de tutorado
- regular y dirigir el desarrollo de la planta
- lograr un control sanitario eficiente
- obtener frutos de mejor calidad

Las variantes más utilizadas en México son: deschaponado, poda de un tallo y poda a 2 tallos.

Otras modalidades son:

- **decapitado:** el cual consiste en eliminar el follaje después del quinto racimo floral. Recomendado solo para tomate indeterminado.
- **defoliación:** consiste en eliminar hojas improductivas y las envejecidas.

La primer poda se realiza a los 28 días después de que se transplante.

Control de Malezas

Antes de la siembra se utilizan herbicidas como: Sencor, Enide; los cuales facilitaran las labores cuando estas estén recién transplantadas .

El uso de herbicidas resulta aún más práctico y económico haciendo aplicaciones en banda sobre el lomo del surco, combinando con prácticas culturales. Haciendo uso de implementos agrícolas (cultivadoras) se eliminan las malezas que aparecen en el fondo del surco .

PLAGAS Y ENFERMEDADES

Las plagas más importantes que se presentaron durante el inicio del ciclo productivo de la siembra fué el grillo el cuál se tenía que controlar para evitar que se comiera los tallos y raíces tiernas de la plántula, el Gusano Alfiler y el Minador de la Hoja también se presentaban y ocasionaban daños a nivel de follaje, se requirió dar un control desde que las plantas estaban pequeñas hasta su desarrollo de producción.

Una de las plagas que proliferan en forma considerable es la Mosquita Blanca la cuál se debe de combatir en forma constante desde que se trasplanta hasta la fase final de producción de tomate. En la etapa de producción de tomate es muy frecuente el daño ocasionado por el Gusano del Fruto por esta razón es necesario hacer inspecciones constantes en las parcelas ya que la presencia de esta plaga disminuye la calidad del fruto como un producto de exportación .

Estas son las plagas más comunes en tomate por lo que se menciona a continuación los productos y dosis por Ha para su control . Es necesario prevenirlos a tiempo y no esperar a tener poblaciones elevadas que en un momento dado mermen nuestra producción .

*Plagas más frecuentes.

Producto	Dosis/ha	
-*Gusano Alfiler <u>Keiferia lycopersicella</u>	Ambush Belmark 30%	500 cc 400 ml
Aplicar: cuando aparezcan las primeras pústulas en las hojas.		
-*Minador de la hoja <u>Liriomyza munda</u>	Lorsbán Tamaron 600	1 lt .75 - 1 lt
Aplicar: cuando de 20 - 25 % de las hojas presenta una o dos minas		
-*Gusano del Fruto <u>Heliothis virescens</u>	Lannate 90 + Tamarón Azodrin 60	.400 +.75 lt 1 lt
Aplicar: cuando el 10% de los frutos esten dañados .		
- Gusano Soldado <u>Spodoptera exigua</u>	Sevin 80 Lannate 90 + Tamaron	1 kg .400 +.75 lt
Aplicar: al observar huevecillos en masas y larvas pequeñas.		
-Gusano Falso Medidor <u>Trichoplusia-nni</u>	Ambush Sevimol	500 cc 1 lt
Aplicar: cuando las larvas esten recién emergidas ya que posteriormente su control es difícil.		
-Gusano del Cuerno <u>Manduca sexta</u>	Thiodán Ambush	1 lt 500 cc
Aplicar : cuando al inspeccionar las plantas aparecen 2 larvas		
-*Mosquita Blanca <u>Bemesia tabaci</u>	Belmark 30 Folimat 1000	1/2 lt 1/2 - 3/4 lt
Aplicar : cuando al sacudir las plantas vuelen numerosas mosquitas		
-*Grillo <u>Achaeta assimilis</u>	Folidol 2 % Malatión 4 %	20 kg 20 kg
Aplicar: cuando aparezcan los primeros daños.		
-Pulga Saltona <u>Epidrix spp.</u>	Malation 4 % Folidol .2 %	20 kg 20 kg
Aplicar: al observar pequeñas formaciones circulares en las hojas.		

-*Pulgones Folimat 100 .75 lt

Myzus persicae

Aplicar: al observar los primeros adultos.

-Diabrotica Folidol 2 % 20 kg
Diabrotica balteata Malation 4 % 20 kg

Aplicar: al observar perforaciones irregulares a las hojas.

-Pulga Negra Sevin + Paration Metilico 10 kg

Blaesus spp

Aplicar: cuando se encuentren 4 o más adultos en 10 plantas.

Enfermedades

El control de las enfermedades ocasionadas por hongos y bacterias pueden ser prevenidas mediante métodos directos o variedades resistentes que permitan el desarrollo del cultivo.

La eliminación de las plantas huéspedes (residuos de cosecha) es uno de los métodos de control al igual que las barreras que ponen alrededor de los campos para evitar la posible entrada de inóculos. Las enfermedades que atacan más frecuentemente al Tomate son:

La secadera de las plantas que se presenta desde que la plántula se encuentra en el invernadero y durante todo el desarrollo del cultivo. El tizón tardío se produce en pleno campo, después de rocios nocturnos prolongados, que mantienen mojadas las plantas y son propios de noches claras y despejadas, con ausencia total de viento. El tizón temprano se presenta cuando aparece la neblina por la mañana y en el transcurso del día aumenta la temperatura de 10° a 30° C.

*Enfermedades que se presentan con mayor frecuencia.

-*Secadera de las plántulas Ridomil 25 % 1.5 g/lt H2O

-*Tizon temprano Difolatan 2.5 kg
Daconil 2787-w75 1 - 1.5 kg
Dithane M-45 1 - 1.5 kg

-Tizon temprano y Bacteria Mancozeb + Agromycin 100 1 - 1.5 kg

-Bacteria Cocide 101 + Maneb 80 % - 1.5 kg
Agromycin-100 + Maneb 80 % .2 - 1 kg

-*Tizon tardio Difolatan + Kocide 101 2.5 + 1.5 kg

-Tizon tardio y Moho Ridomil Mz-58 1/2 kg

A partir de todos los datos básicos mencionados anteriormente y con el plano del campo se ensaya el trazado de las distintas tuberías para posteriormente realizarlo, pensando en conseguir una distribución adecuada pero siempre y cuando se cuente con el apoyo técnico necesario por parte de la compañía.

5.2. Elección del tipo de gotero

Se analizan los datos básicos para poder detectar los posibles pormenores, en este caso nos damos cuenta que se cuenta con un suelo de composición arcillosa, que además es homogéneo en su topografía no presentando problemas de sales al igual que tampoco el agua y que también se cuenta con un abastecimiento seguro de la misma para la temporada del desarrollo del cultivo del tomate.

Por lo que con un gotero de laberinto sería suficiente. En este caso se ópto por un gotero autocompensado de diafragma con laberintol integrado.

Llamado gotero RAM 17 el cual cuenta con las siguientes características.

Cuadro No. 17 TUBERIA DE GOTEO INTEGRAL AUTORREGULADA

RAM-17	Espesor de la pared (mm)	Caudal (l/hr)	Presión de T. (m)	Diámetro Int. (mm) ext.	Dist. entre goteros. (m)
	1.20	1.6	5-40	14.6 17.0	(0.50)

Fuente: Netafim, 1995.

El agua penetra en el gotero RAM a través de un sistema de filtración especialmente diseñado que impide introducción de partículas de suciedad en los pasos de agua. Cualquier partícula que puede causar un principio de taponamiento es eliminada de la siguiente manera:

1. Atravesando los amplios pasos de agua del gotero.
2. El aumento de la presión diferencial permite que el diafragma aumente momentáneamente el volúmen de agua que sale, esto expulsa del sistema cualquier partícula que pueda obstaculizar su funcionamiento normal.

El gotero está integrado en el interior de la tubería por medio de un procedimiento especial de soldado. La entrada de agua está ubicada en el extremo superior del gotero a una altura de 6.5 mm aprox. de su pared, es decir el líquido penetra en un lugar donde no hay interferencia alguna con el flujo en el centro del tubo. Esta posición tiene una importancia vital, ya que evita la infiltración de sedimentos.

El diseño integral del tubo le otorga considerables ventajas durante el arrollado y despliegue, evitando cualquier riesgo de daños como resultado de altas presiones.

La forma y las pequeñas dimensiones del gotero, así como su posición dentro de la tubería, aseguran el porcentaje mínimo de interrupciones del flujo de agua, lo que da lugar a un mínimo de pérdida de carga (gasto de presión), y permite la instalación de tuberías extremadamente largas.

El mecanismo de autorregulación del gotero asegura un riego uniforme a lo largo de toda la lateral, hasta una longitud de 800m. Esto permite conseguir un crecimiento y maduración uniforme y por ende mayores rendimientos.

Es importante señalar que la elección de este tipo de gotero se hizo mas que por que fuese necesario fué porque el propietario del terreno tenia el suficiente poder económico para poder comprarlo ya que como se ha mencionado este tipo de gotero es el mas caro,

5.3. Colocación de los goteros

Medina San Juan (1988) menciona que hay 2 tendencias generales en la colocación de los goteros:

1. La primera trata de crear una franja continua de humedad (bulbo) de forma que las plantas adapten sus raíces a esta línea de humedad (hortalizas).
2. La segunda tendencia es crear una serie de puntos de humedecimiento en torno a la planta de forma que esta dirija sus raíces en varias direcciones y consiga un mejor anclaje (frutales).

En el caso del tomate se utiliza la primera tendencia ya que se ha visto en otros lados que es el mejor sistema para este cultivo.

5.4. Datos técnicos preliminares

Se considera como datos técnicos a aquellos datos que están relacionados con las necesidades prioritarias utilizar dentro de estos se encuentran:

5.4.1. Necesidades del cultivo

Dado que el riego por goteo trata de satisfacer las necesidades de las plantas es necesario conocer esas necesidades, su evolución a lo largo del año y sobre todo los períodos que corresponden a un mayor consumo de agua.

Como ya se mencionó anteriormente ya son sabidas las tres diferentes etapas de los cultivos en el Valle de Culiacán a lo largo del año.

Estas etapas de planteo, determinan una diferencia significativa en el consumo de agua por las plantas siendo la EVT máxima en el período más crítico de 7mm esto se sabe por antecedentes en la zona (experiencias de los técnicos), y de la misma manera se sabe que la lámina de riego normal es de 56 cm. en condiciones normales (riego rodado), cubriendo perfectamente las necesidades hídricas del tomate. Por lo que es de suponerse que bajo goteo se gaste mucho menos agua para la lámina de riego siendo aproximadamente de 30 cm.

5.4.2. Porcentaje de suelo mojado.

Este dato va a estar dado por el tipo de suelo que se encuentre en la zona (50 a 60% de arcilla en el Valle de Culiacán).

Como se observa en el cuadro siguiente el suelo arcilloso tiene un alto porcentaje en retención de humedad.

Cuadro No.18 CAPACIDAD DE RETENCION Y HUMEDAD FACILMENTE APROVECHABLE PARA DIFERENTES GRUPOS TEXTURALES (GRASSI 1978).

TEXTURAS DEL SUELO						
	Arenoso	Franco	Franco	Franco	Arcilloso	Arcilloso
CONCEPTO	Arenoso			Arcilloso		
Capacidad de retención (cm/m)	8 (7-10)	12 (9-15)	17 (14-19)	19 (17-22)	23 (18-23)	23 (20-25)
Humedad fácilmente aprovechable (cm/m)	6 (5-8)	9 (7-11)	13 (10-14)	14 (13-16)	17 (13-17)	17 (15-19)
Densidad	1.65	1.50	1.40	1.35	1.30	1.25
Aparente	(1.55-1.80)	(1.40-1.60)	(1.35-1.50)	(1.30-1.40)	(1.25-1.35)	(1.20-1.30)

Fuente: Cardenas, 1994.

5.4.3. (Intervalo entre riegos, Tiempo de riego, turnos de riego)

Tanto los intervalos de riego, como el tiempo y los turnos de riego van a estar en función del medio ambiente, es decir que los componentes del medio (TEMP. HR., PP), van a afectar directamente al suelo por lo que no se podría decir a ciencia cierta el cuando debe realizarse las actividades dichas anteriormente pero la experiencia a demostrado que haciendo uso de otras herramientas se pueden saber con exactitud, el cuando y el como se deben hacer las planeaciones en este caso nos referimos a los tensiómetros ya que por medio de estos nosotros si podemos decidir cuantas horas regar y por lo tanto cuantos turnos.

La técnica consiste en tomar las lecturas de los tensiómetros 2 veces al día (mañana y tarde diariamente) y de un día para otro se decide si se aumentan o disminuyen las horas de riego cabe señalar que las horas de riego generalmente no son menos de 3 par (5 ha) son un mínimo de 3 horas con un gasto aprox. de 40 metros cúbicos además de que esto también estará en función de las secciones y tablas del terreno por mencionar solo algunos factores que influyen, pero esto nos sirve como referencia.

Se aconseja llevar como referencia la sig. tabla (para Culiacán):

Cuadro No. 19 VALORES PARA TENSÍOMETROS.

Días después de transplante	Tensiómetros(centímetros)		
	Profundidad (pulgadas)		
	12	18	24
5-25	20 - 30		
26-45	15 - 25	15 - 20	
46-70	10 - 15	10 - 20	10 - 15
70 en adelante	10	10 - 15	10 - 15

Fuente, Burgueño, 1994.

Se recomienda también colocar los tensiómetros de 10 a 15 cms de distancia de la manguera regante y separada 15 cm del gotero .

Existen agricultores que determinan a priori el programa de riego, en estos casos, el tensiómetro les permite un control efectivo el riego; al determinar los intervalos de riego y el gasto de agua de acuerdo a los factores cambiantes como el clima y cambios fisiológicos de la planta.

Un caso de esto es cuando después de un corte en tomate, baja la necesidad del gasto de agua como consecuencia y si el agricultor sigue regando de acuerdo al riego determinado a priori, desperdiciará cantidades grandes de riego y fertilizantes. El uso del tensiómetro permite evitar tales errores.

Conseguida una situación ideal de riego, nos podemos ayudar con los tensiómetros para seguir determinando el gasto de agua y los intervalos adecuados o calibración de los mismos, de acuerdo al ritmo de crecimiento de las plantas, cambios climatológicos, cambios fisiológicos de la planta, desarrollo de las raíces, cambios de situación del suelo (salinidad, aguas subterráneas), cuando sube el límite superior de tensión del tensiómetro, fuera de lo común, significa que se debe agrandar el gasto de agua, cuando baja del límite inferior fuera de lo común es señal de que se deben agrandar los intervalos de riego.

5.5. Cálculos Hidráulicos

Para los cálculos hidráulicos las compañías dedicadas a diseñar sistemas de Riego Presurizado se auxilian de las computadoras haciendo uso de paquetes exclusivos de estas, los cuales en segundos realizan el trabajo que antes llevaban mucho tiempo (días o semanas). Las compañías como Aquafim (que fué la encargada de Diseñar e Instalar el Sistema de Riego por Goteo) siguen una metodología para poder diseñar el plano de la instalación, como en seguida se menciona :

- Se realiza un levantamiento topográfico .
- Se alimenta la computadora con coordenadas para que esta defina el área existente .
- Una vez definida el área se procede a calcular el número de secciones sí como las dimensiones , esto se hace en la misma máquina .
- La computadora muestra como pueden quedar las secciones así como los cruces de la tubería .

Ya con esta información ella nos pide sugerir los diámetros de la tubería y ella decide cuáles toma dependiendo del lugar donde se encuentre la tubería es decir si es para los ramales primarios, secundarios, etc. Y a la vez muestra la longitud de cada tramo y pérdidas que se pueden tener, también en el plano aparecen otras especificaciones que la máquina nos indica dependiendo si el sistema va estar automatizado o no .

El paquete que se utiliza para el diseño se llama AUTOCAD y los que se utilizan para los cálculos (que son donde difieren las compañías) reciben diferentes nombres como :

WCADI de Weisman es el que utiliza la compañía Aquafim.

IRRICAD de Diamond Pierre .

CHIRIPA de Rex.

IRRIFAX de Programa + Comunicación T.I.I. (TEXAS INTERNATIONAL IRRIGATION)

Estos se cargan en forma independiente dentro de la misma pantalla donde se esta trabajando dentro del programa de diseño.

VI. MONTAJE

6.1. Plan General de la Instalación :

Con el plano de la instalación en mano y una vez identificados los posibles obstáculos que se presentan sobre el terreno, se procede a montar todos los componentes de que consta la instalación.

Cada sistema de riego es único y por lo tanto ninguna guía de instalación puede cubrir todas las situaciones. Sin embargo la experiencia ha enseñado que hay muchos trabajos y numerosos problemas que son comunes a todas las instalaciones, por lo que la obra debe realizarse a la mayor rapidez posible para que los gastos sean menores .

Medina San Juan (1994) , cita el siguiente procedimiento:

- Tendido de ramales de goteo.
- Tendido de tuberías principales, secundarias y terciarias.
- Colocación de todos los accesorios correspondientes a estas tuberías.
- Colocación de válvulas.
- Colocación de goteros.
- Colocación del cabezal.
- Purgado y sellado de la instalación.
- Regulación de presiones.
- Colocación de tensiómetros.

Pero en la realidad este puede variar porque como se dijo cada sistema es único, el procedimiento que se siguió fué este:

Etapa : 1 Estación de bombeo

Descripción: Excavar, bases de hormigón (varilla) armado para bombas, motores y otros componentes del sistema ; instalación y conexión del equipo de bombeo y motores.

Equipo requerido: Equipo de excavación (mecánico o manual), ingredientes para mezcla y vaciado de esta , como ganchos, refuerzos de hierro y madera para encofrado.

Procedimiento: Excavar y preparar las zanjas para las obras y otras instalaciones, preparar el encofrado; colocar los refuerzos; verter la mezcla ; dejar fraguar , desmontar el encofrado, instalar y conectar las unidades de filtraje, equipo de fertilización , válvulas de control .

En el caso de bombas centrifugas o de etapas múltiples se debe prestar atención en los siguientes detalles :

- El tubo de succión deberá instalarse de manera que se eviten las bolsas de aire .
- Después desconectar la bomba a la fuente de alimentación de energía, se deben de tomar precauciones para verificar que las fases de tensión son tales que hagan rotar a los impulsores de las bombas en la dirección correcta.

Etapa : 2 Filtros y Sistema de control.

Descripción: Excavar, bases de hormigón (varilla o malla metálica) armado; instalación de las unidades de filtraje, elementos de tuberías y empalmes de control de bombas, equipo de fertilización, válvulas de control de presión y medidores de agua, válvulas de apertura y cierre.

Equipo requerido: Equipo de excavación (mecánico ó manual) ingredientes para mezcla, refuerzos y ganchos.

Procedimiento: excavar y preparar las zanjas para las obras de hormigón y otras instalaciones, preparar encofrado, colocar los refuerzos; vertir la mezcla; dejar fraguar, desmontar el encofrado, instalar y conectar las unidades de filtraje, los equipos de fertilización , válvulas de control .

Etapa : 3 Cavado de Zanjas para las Lineas Principales y Subprincipales.

Ver Esquema No. 4

Descripción: Cavado de zanjas (se recomienda que la línea principal sea según las siguientes especificaciones técnicas)

Pulgadas	Diámetro nominal D (mm)	Ancho de zanja B (mm)	Profundidad de Zanja H (mm)
1 - 3	323 - 75	400	700
4	100	600	750
6	160	600	800
8	200	600	850
10	250	800	900
12	315	800	900

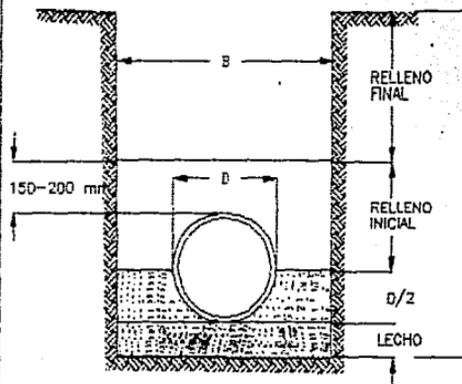
Para diámetros mayores de 12 " el lecho de zanja sería mínimo de 5.0 cms y estará libre de terrones mayores de 15 mm de diámetro.

El tubo y la pared de la zanja estarán separados un mínimo de 150 mm, la profundidad mínima de la corona del tubo será de 600 mm para proteger a este de la carga del tráfico del equipo agrícola.

Equipo requerido : Excavadora de zanjas , equipo de excavación manual (equipo de trazado).

Procedimiento: Trazar y eliminar obstáculos a lo largo del recorrido de la excavadora y hacer las zanjas requeridas.

Esquema. No. 4



DIAMETRO NOMINAL	ANCHO DE ZANJA	PROFUNDIDAD DE ZANJA
D (mm)	B (mm)	H (mm)
32-75	400	700
100	600	750
160	600	600
200	600	850
250	800	900
315	800	900

NOTAS: PARA DIAMETROS MAYORES DE 12" EL LECHO DE ZANJA SERA MINIMO DE 5.0 CMS. Y ESTARA LIBRE DE TERRONES MAYORES DE 15 MM DE DIAMETRO.
EL TUBO Y LA PARED DE LA ZANJA ESTARAN SEPARADOS MINIMO 150 MM.
LA PROFUNDIDAD MINIMA DE LA CORONA DEL TUBO SERA DE 600 MM PARA PROTEGER A ESTE DE LA CARGA DEL TRAFICO DE EQUIPO AGRICOLA.

DETALLE DE ZANJA

Etapa : 4 Distribución y Tendido de líneas Principales y Subprincipales.

Descripción : Distribución de Tubos de P.V.C. a lo largo de las Zanjas ; Tendido y Unión

Equipo requerido : Tractor y remolcador o camión palanca para insertar tubos, tablones de madera para apoyar durante la inserción , lubricante y empaquetaduras .

Procedimiento : Tomar los tubos de la pila principal y colocarlos sobre el remolque o camión y distribuirlos a lo largo de las zanjas . Debe prestarse especial atención a los siguientes detalles :

- Los tubos deben de colocarse cuidadosamente a lo largo de la zanja con la cabeza de cada tubo superponiéndose al extremo del tubo tendido previamente en una longitud igual a la profundidad de penetración del macho en el casquillo

- Los tubos deben tenderse en el suelo nivelado y compacto, sin piedras grandes ni material foráneo. Debe de suministrarse un apoyo adecuado debajo de los tubos. La tierra de relleno no debe de contener piedras .

- Los extremos de los tubos deben de mantenerse limpios y libres de tierra.

- Antes de unir los tubos se debe de aplicar un lubricante adecuado al macho del tubo.

- Es esencial alinear correctamente los tubos para su fácil unión.

- No efectuar el acoplamiento por balanceo ni enchufe la unión (no suspender el tubo introduciéndolo por oscilación al interior del macho).

Ver esquema No. 5

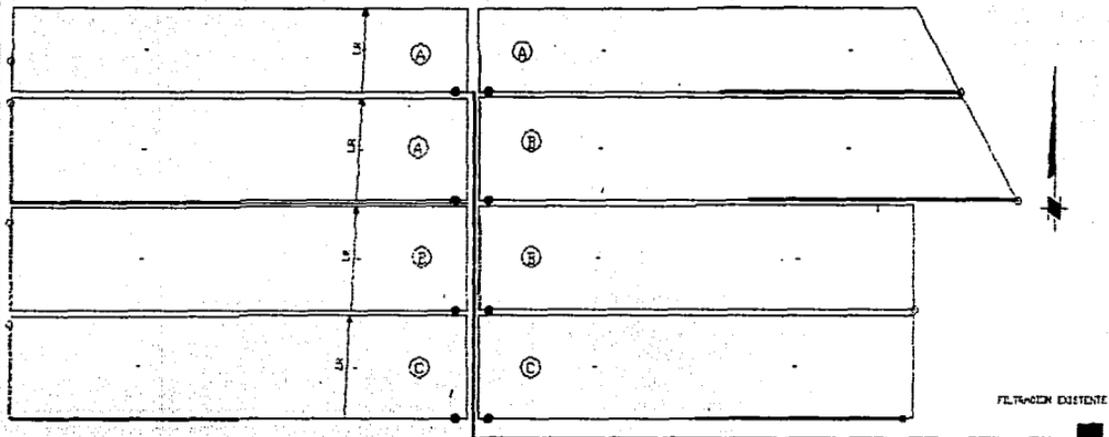
Etapa : 5 Anclado (con bloque de empuje)

Descripción : instalar los bloques de empuje donde se esperan las fuerzas de empuje en la línea . Esto requiere de :

- Uniones en T, curvas, codos y cruces, donde se producen cambios de la dirección de la línea.
- Reductores donde hay cambios de diámetro de la línea.
- Extremos ciegos , donde el flujo se detiene.
- Válvulas y bocas de riego en las que pueden producirse varios de los fenómenos antes dichos.

Equipo requerido: Equipo para excavación manual, ingredientes para mezclar hormigón, ganchos y madera para encofrado, vertir la mezcla ; desarmar el encofrado.

Esquema No. 5



— TUBERIA PRINCIPAL PVC #10" A #8"

— TUBERIA SECUNDARIA PVC #6" A 2"

● VALVULA DE SECCIONAMIENTO HIDRAULICA

OPERACION DEL SISTEMA

SECCION	ABRIR VALVULA	GASTO LPS	SUPERFICIE Hec.
1	A	84.7	11.94
2	B	97.5	13.74
3	C	60.8	8.63
			34.4

AQUAFIM, S.A. DE C.V.		
CLIENTE	C. SAN ANTONIO	CALIDAD
FECHA		FORMA
FECHA DE VÁLIDA		REVISOR
RIEGO POR GOTEO PROY. CL-131/04		

Etapa : 6 Sistema de Control Secundario

Descripción : Instalar los sistemas de control secundario a la cabeza de los campos o bloques de riego. Esto se realiza en esta etapa por que los sistemas de control deben de someterse a pruebas de pérdidas junto con las líneas de distribución de agua .

Equipo requerido: Equipo para excavación manual, ingredientes para mezcla, ganchos y madera de encofrado

Procedimiento: Excavar para obtener suficiente espacio para la base del cabezal de control; compactar el suelo , preparar el encofrado, vertir la mezcla, dejar fraguar, desarmar el encofrado .

- Se recomienda no rellenar las uniones y conexiones hasta que se hayan realizado las pruebas de pérdidas.
- Antes de colocar una válvula se debe de tener en mano el instrumental necesario para el montaje, tal como herramienta , pegamento y teflón .
- Una vez instalados los elevadores de P.V.C. Se procede a unir los coples de P.V.C. (codos) a los extremos de la válvula, haciendo uso de una brida para diámetro de 4" pulgadas, una vez ya atornillado, se usa el teflón para las roscas .
- En ambos extremos del tubo del P.V.C. ya unidos a la válvula se limpia y se coloca el pegamento.
- Se coloca introduciendo ambos extremos a manera de insertar los tubos ya que estos entraran y tendrán un cople de menor tamaño, se presiona hasta que haciendo con el interior de su borde de entrada

Las válvulas se colocan para controlar bajas y altas presiones que se ejercen durante el funcionamiento del sistema haciendo que este sea más eficiente.

Ver esquema No. 6

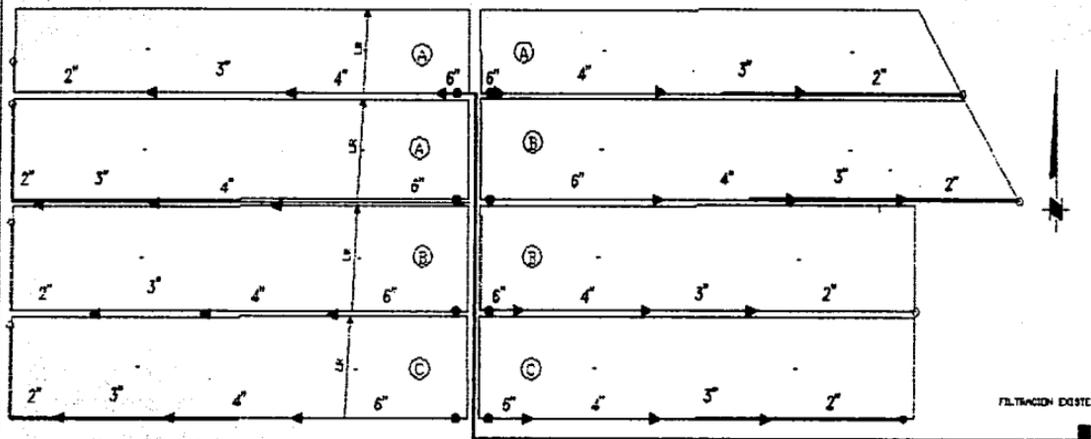
Las presiones altas se presentan en las siguientes circunstancias:

- Al abrir y cerrar repentinamente las válvulas
- Cuando se detiene el funcionamiento de una bomba
- Al fallar un regulador de presión.
- En el cierre instantáneo de una válvula de retención . Por tanto es importante el funcionamiento de las válvulas.

Estos problemas se previenen con un buen montaje y un adecuado proyecto.

- 1) Las válvulas se regulan gradualmente partiendo de que están cerradas.
- 2) Apagarlas cuando no estén en uso.
- 3) Al abrir y regular las válvulas es necesario checar la presión de trabajo y que este sea uniforme en todas las válvulas de riego .
- 4) El fallo de una válvula aumenta la presión y es importante checar que funcionen.

Esquema No. 6



- TUBERIA PRINCIPAL PVC #10" A #8"
- TUBERIA SECUNDARIA PVC #6" A 2"
- VALVULA DE SECCIONAMIENTO HIDRAULICA
- ◀ CAMBIO DE DIAMETROS
- 6" DIAMETRO DE TUBERIA

OPERACION DEL SISTEMA

SECCION	ABRIR VALVULA	GASTO LPS	SUPERFICIE Ha.
1	A	84,7	11,94
2	B	97,5	13,74
3	C	60,8	8,63
			32,4

AQUAFIM, S.A. DE C.V.
 VERACRUZ 317 PTE. APDO. POSTAL 128 HERRMOSILLO, SONORA

OLIVIO TENIETZ C. SAN ANTONIO 2 CALLE: OLIVIO TENIETZ
 ESCALA CL. CALLE: OLIVIO TENIETZ
 FECHA: 01/79 CALIFICACION: RYSO

RIEGO POR GOTEO PROY. CL-131/94

Etapa : 7 Prueba de Presión y Pérdidas .

Descripción: Estas pruebas deben de realizarse en todas las líneas principales y subprincipales.

Equipo requerido : Bomba de agua a presión , Válvulas aislantes , Manómetros .

Procedimiento: Aislar la parte de la red a probar, llenar las líneas y aplicar presión a pruebas, examinar la línea y verificar por pérdidas, si se tiene más de un tubo por zanja , cada tubo debe de probarse individualmente para detectar más fácilmente las pérdidas posibles.
Antes del llenado final, las líneas deben de lavarse para evitar tener que volver a abrir zanjas en caso de detectarse líneas obturadas .

Etapa : 8 Relleno de Zanjas .

Descripción: Llenado de línea principal y subprincipal; compactación del suelo; reposición del suelo encima y entorno a las líneas a su nivel natural.

Equipo requerido: Equipo de relleno manual (palas) tractor con pala y herramientas de compactación manual.

Procedimiento: La ubicación de los cabezales de control y secundarios así como de los tubos ascendentes deben de rellenarse a mano y marcarse cuidadosamente, el relleno debe hacerse con la pala del tractor ó maquinaria especial y al mismo tiempo apisonar es decir pasar la máquina por las zanjas ya rellenas.

Etapa : 9 Tendido y Unión de Tubos de Riego (laterales)

Nota: Esta etapa tiene lugar después que toda la red de alimentación y distribución de agua esta lista para la operación y una vez que los campos han sido preparados en hileras .

Descripción : Tendido y unión de laterales

Procedimiento: Marcar los bordes del campo, se tiende la tubería secundaria o terciaria, se marcan los lugares en el tubo donde se perforara para la conexión de las laterales, después de perforar colocar los accesorios para unir el lateral (anillos y coples), cortar las laterales con una navaja o cuchillo, dejando una longitud adicional de 0.5 m; estacar el extremo libre en el suelo, el lateral debe de tenderse flojo , dado que se contrae de noche y a bajas temperaturas.

Una vez que los laterales se han tendido y unido, se extraen las estacas de los extremos libres y estos se doblan con anillos dobles (ochos).

Etapa : 10 Pruebas Hidráulicas

Descripción: Pruebas hidráulicas de todas las líneas (alimentación, distribución y riego), válvulas , filtros y bombas.

Equipo requerido : Manómetros.

Procedimiento: Inspeccionar a fondo todo el sistema, limpiar las bombas, filtros y válvulas de residuos de instalación (suciedad , piedras), abrir todas las salidas para lavar todo el sistema, abrir el paso del agua, calibrar las unidades de bombeo mediante el sistema de control principal, lavar las unidades de filtraje, lavar todas las líneas principales, subprincipales, terciarias y laterales.

Realizar las pruebas de presión, hacer operar el sistema; verificar si hay válvulas que no funcionan correctamente y verificar de igual forma el sistema de retrolavado de filtros; verificar si hay mangueras obturadas .

Etapa : 11 Prueba General de Operación de Todo el Sistema

Descripción: En esta etapa final , todo el sistema de riego se pone en operación y se pone a prueba .

Equipo requerido: Manómetros .

Procedimiento: Poner en marcha todo el sistema , verificar todos los dispositivos del sistema de fertilización y el sistema de retrolavado automático de filtros y verificar la presión en los extremos de las laterales .

Se hacen las siguientes sugerencias para el manejo y recepción de los materiales .

- a) Preparar un lugar para el almacenaje de los materiales, incluyendo un espacio protegido para los carretes de bi-wall, pegamento.
- b) Establecer los procedimientos de recepción para los materiales . Los materiales recibidos se deben de checar cuidadosamente según el período.
- c) la tubería se debe de suministrar , según un calendario planificado, en un lugar cerca al trabajo.
- d) La tubería no deberá amontonarse en el campo en más de dos fardos de altura, a no ser que se disponga de un elevador.
- e) Designar un área para el montaje de las válvulas, uniones, elevadores etc., es aconsejable realizar el trabajo de montaje en el almacén central, tanto como sea posible ya que es donde se cuenta con un buen equipo.
- f) Establecer el instrumental necesario para el montaje, tal como mesas, herramientas, pegamento, teflón.

Etapa : 12 Instalación de tensiómetros.

Descripción : En esta etapa se instala y se checa el funcionamiento de los tensiómetros.

Equipo requerido: Antes de la instalación de campo se deberá examinar cada tensiómetro para asegurarse que funciona adecuadamente .

- a) Llenar cada tensiómetro con agua limpia y colocarlo en posición vertical en un recipiente de agua durante 30 minutos hasta que la cápsula de cerámica se sature.
- b) Una vez llenado el tensiómetro se procura eliminar cualquier burbuja de aire existente en el interior del tubo.
- c) Los tensiómetros se pueden instalar en agujeros hechos por una barra de acero de 22 mm o 1/2", este procedimiento se hace cuando el suelo se encuentra seco .
Si el suelo esta mojado se puede muy fácil introducir el tensiómetro en el suelo con el simple hecho de hacer presión sobre él y sumergirlo hasta donde termina el tubo de plástico y comienza el vacuómetro .
- d) El suelo circundante al tensiómetro se apisona en la superficie para impedir el contacto del aire con la cápsula de cerámica.
- e) La cápsula de cerámica deberá estar en íntimo contacto con el suelo para el funcionamiento adecuado.
- f) Los tensiómetros no se deberán introducir en el equipo con martillos u otros objetos pesados ya que se puede dañar la cápsula .
- g) Los tensiómetros son instrumentos delicados por tanto se protegen con un cercado de estacas enterradas y amarradas con alambre dando únicamente espacio para poder sacarlo cuando sea necesario y así protegerlo de impactos de animales o de maquinaria.
- h) Se deberá realizar periódicamente el funcionamiento de los tensiómetro, si se han acumulado más de 15 mm de aire por debajo del tapón de servicio deberá extraerse y llenar el tubo con agua.
- i) La revisión de tensiómetros depende del tipo de suelos y temperatura.
- j) Puede haber fallos si el aire se introduce en la unidad a través de agujeros en las gomillas de conexión y las medidas no serán exactas .

VII. ANALISIS

Para la elección de goteros se deben analizar los datos básicos y las características de los goteros ya que de esto va depender el funcionamiento y el costo. Así bien debe tenerse en cuenta otros factores interrelacionados para la elección del mejor gotero.

Los goteros que se obstruyen menos, son normalmente los más caros, por lo que primeramente debe tenerse en cuenta, la calidad del agua, en la disponibilidad de mano de obra para la limpieza y cambio de goteros, o en el precio del sistema de filtrado más perfecto. Las inversiones iniciales más bajas no son siempre las más rentables, pero también puede ocurrir que para ciertos cultivos la introducción del goteo permite ahorrar mano de obra, sin embargo, no puede prescindirse en ciertas épocas del año, lo que obliga a que su utilización sea baja y, por tanto, pueda disponerse de ella durante gran parte del año para el mantenimiento de instalación.

Los goteros de largo recorrido se obstruyen fácilmente y además las variaciones de presión les afectan más que a los de régimen turbulento, por lo que si el terreno es ondulado, debe de prescindirse de ellos.

Si el terreno presenta fuertes pendientes habrá que buscar goteros auto-compensadores de presión, aunque, por otra parte, sabemos que estos goteros tienen un coeficiente de variación de fabricación alto y normalmente alguna de sus partes es de material flexible, al que suele afectarle las altas temperaturas.

En cultivos hortícolas, como el tomate en este caso en especial la fase más difícil es el arranque de la plantación, por ello conviene regar durante 12 a 24 hrs seguidas y después plantar.

De esta forma la nueva plantita, en el momento más sensible de su desarrollo encuentra el terreno húmedo y las sales fuera de su zona radicular. Por la disposición del cultivo en franjas, son adecuados los goteros en línea, con una separación entre ellos que permita un solape de los bulbos de humedad. Como alternativa de estos pueden utilizarse los goteros múltiples con micro-tubos que lleguen a cada planta o colocando el micro-tubo entre dos plantas y acortando un poco el marco de la plantación para poder superar un poco la fase de arranque y alejar las sales.

Cuando el cultivo requiere mucha mano de obra a lo largo del año (como el tomate), es conveniente enterrar todas las laterales de goteo para evitar los obstáculos y son apropiados los goteros subterráneos o aquellos otros que, provistos de micro-tubo pueden enterrarse totalmente, emergiendo solamente el extremo de los microtubos.

La distribución del agua alrededor de la planta también es un factor a considerar puesto que es un factor muy difícil de alterar una vez terminada la instalación.

El movimiento lateral del agua depende de varios factores a tener en cuenta como caudal de gotero :

- frecuencia de riegos
- duración de riego
- la textura y la estructura del suelo

Un ensayo con varios goteros sobre el terreno durante 12 hrs para suelos ligeros o medios y 24 hrs en suelos pesados nos determinará el movimiento lateral del agua y por tanto el gotero a seleccionar.

En sí todos los goteros tienen ventajas e inconvenientes, así bien la selección adecuada de un

gotero debe conseguir que sus ventajas sean superiores a sus inconvenientes y que analizando la inversión inicial y los costos de mantenimiento y amortización se llegue a la instalación más rentable.

Prácticamente, se puede regar las 24 horas del día con flujos permanentes. Los beneficios son varios:

a) **Bombeo continuo de alta eficiencia:** Debido a que las descargas de Riego por Goteo son las mismas en cualquier punto ó distancia y por que este se puede controlar para reducir o extender el área de riego en un campo determinado.

b) **Descargas horarias balanceadas:** las descargas son balanceadas debido a que se conoce el gasto de agua, los tiempos e intervalos de riego entre lotes, esto permite que en determinado momento se aplique un volumen dependiendo de las necesidades.

c) **Operación de turnos diurnos y nocturnos**

d) **Exactitud en la ejecución del plan de riego**

- Una de las ventajas más pronunciadas del riego por goteo, estriba en su indiferencia a la intensidad de viento. La posibilidad de regar durante las horas con mas viento, ha revolucionado la planificación del riego en las zonas donde se regaba únicamente por aspersión.

Son cuatro los beneficios obtenidos:

a. El balance hidráulico entre el día y la noche ha mejorado considerablemente.

b. Mejores condiciones de trabajo para la aspersión nocturna.

c. Ahorro de energía mecánica en el bombeo.

d. Eliminación de picos en el consumo de agua, a consecuencia del empleo continuo de la red de riego.

-El uso de aguas salinas tienen efectos negativos sobre el follaje, sobre todo cuando este se seca al sol. El riego por aspersión limita el uso de estas aguas, mientras que el riego por goteo lo facilitan.

Debido a que en forma constante se va regando al caer la gota y esta finalmente durante el riego forma un humedecimiento uniforme y constante en forma de bulbo lo cual obliga a que las sales bajen más del nivel donde se encuentran las raíces.

-El escurrimiento es función de los siguientes factores:

a) Velocidad de precipitación por encima de la velocidad de infiltración

b) Suelos que tienden a formar costras

c) Suelos salinos

d) Topografía ondulada

e) Impacto de gotas gruesas de aspersores

f) Láminas de aplicación excesiva

Ya que las precipitaciones son bajas entre 1-3 mm/h, la ausencia de corrientes de agua y el impacto de las gotas elimina el problema de la formación de costras, este sistema se adapta a suelos salinos tanto por su baja descarga como la formación del bulbo que esta libre de sales.

La frecuencia del riego permite aplicar láminas reducidas.

El riego por goteo es una solución ideal para suelos de baja infiltración, ondulados, salinos..

ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

-Es posible :

- Variar el intervalo de riego .
- Variar la duración del riego.
- Variar la presión de trabajo
- Fijar los intervalos de riego y variar la lámina aplicada de acuerdo con el déficit diario (ó viceversa , fijar la lámina y variar el intervalo)

La aplicación de fertilizantes mediante el sistema de riego por goteo presenta una de las mayores ventajas de éste. Las características principales del ferti-riego (fertilización + irrigación) son:

-La frecuencia de aplicación, permitiendo una nutrición continua y adaptada a las necesidades de la planta.

-Exactitud es la posibilidad de controlar la dosis y la dilución del fertilizante.

-La distribución mediante innumerables emisores llegan los fertilizantes uniformemente a cada planta.

-Protección del follaje ya que el goteo es un sistema que distribuye el agua por debajo del follaje, el problema de la dilución y el efecto de la radiación y de la humedad carecen de importancia. No es necesario tomar las mismas precauciones que se toman para la aplicación de fertilizantes por aspersion.

Para la instalación de este sistema de Riego por Goteo en Tomate se tienen algunas limitaciones siendo estas las más importantes :

-Es sumamente alta la inversión inicial y requiere de un análisis económico del cultivo. Este análisis se debe tomar encuentra tres factores :

- a. La contribución del goteo al rendimiento en Kg / Ha
- b. La contribución del goteo a la mejor calidad del producto
- c. El precio unitario del producto

-Las hortalizas como el Tomate requieren entre 5.000 m y 10,000 m de tubería por Ha.

Las tuberías van enterradas a una profundidad de 1.50m. y las tuberías secundarias a una profundidad de 1 m.

A la inversión en las laterales de goteo hay que agregar las tuberías de distribución , los filtros, dosificadoras .

-La necesidad de mojar uniformemente la superficie del suelo para hacer germinar el Tomate es una tarea insuperable para los emisores de goteo. La única posibilidad sería crear una densidad excesiva de goteros , la cual no es necesaria para el riego del cultivo y, por lo tanto , anti-económico .

El riego por goteo si ayuda a rehabilitar los suelos con problemas de salinidad. Solo que esta únicamente se lleva acabo en forma localizada o sea donde los goteros se encuentren en cada línea y en el riego rodado o de aspersion la distribución del agua es más uniforme .

Uno de los problemas que no controla el riego por goteo es que el sistema de filtración no puede filtrar o eliminar las sales contenidas en el agua, por tanto es necesario usar aguas de riego con un nivel por debajo de 2.000 mmhos.

Los problemas propios derivados de su aplicación son las dificultades que se tienen cuando no se le proporciona mantenimiento adecuado al equipo después de cada ciclo agrícola.

Un problema que se tiene con el equipo de riego por goteo es el deterioro de tuberías o la obstrucción de estas con el uso de fertilizantes (taponamiento) por carbonatos, calcita, sulfuros de fierro y manganeso y óxidos de fierro; así como algas, plantas acuáticas, animales, mucosidad bacteriana.

-El problema causado por animales, roedores y pájaros carpinteros, es considerable. Aparentemente los animales buscan el agua y el material plástico blando les facilita obtenerlo .

A veces, es suficiente reparar el daño , en otras ocasiones el daño puede ser extensivo y fuera del dominio del agricultor. En hortalizas existe la posibilidad de enterrar las tuberías de goteo a una profundidad de 50 cm aproximadamente para defenderlas contra aves, pájaros carpinteros, roedores y tuzas. Los demás animales superan cualquier tentativa de protección .

VIII. CONCLUSIONES

Conforme a nuestros objetivos se realizó la instalación de un sistema de Riego por Goteo además de su manejo, concluyendo que sus aspectos más importantes son:

- La aplicación frecuente de los fertilizantes disueltos en el agua de riego crea condiciones óptimas para el desarrollo del cultivo de tomate.
La dosificación coordinada de ambos elementos se manifiesta en rendimientos elevados, demostrando el potencial del cultivo del tomate..

-El hecho de que la lluvia humedece el follaje, ha presentado un grave problema para el cultivo del tomate ya que se favorecen enfermedades fungosas. Una solución sería aplicar fumigantes y fertilizantes en forma constante y extensiva en riego por goteo.
Los principales cultivos sensibles a enfermedades de las hojas son : tomates , pepinos, melones.

-Para efecto de la cosecha en tomate es importante: la aplicación de agua y fertilizantes a intervalos cortos durante la maduración de la cosecha, ya que aumenta el peso y el tamaño de los frutos, cosechando selectivamente los frutos grandes se estimula el desarrollo de los demás. De este modo, se obtiene un mayor rendimiento por peso y además fruto de mejor clase, lo cual da un ingreso adicional por Kg .

-El hecho de que el goteo no causa escurrimiento o drenaje, facilita muchísimo el mantenimiento de los caminos. Además en la mayoría de los casos es posible fumigar al mismo tiempo que se riega .

-Una gran parte de la superficie se mantiene seca y permite el paso de la maquinaria agrícola durante o inmediatamente después del riego.

-El riego por goteo permite llevar un control equilibrado mediante un registro de actividades sobre el funcionamiento operativo durante las horas de riego.

-La red radicular cumple también la función de mantener el equilibrio de la planta. El problema se ve agravado en plantas altas con frutos en la parte alta, como en las variedades de tomate indeterminadas.

La restricción intencional del volumen húmedo y de la zona radicular puede crear un problema de equilibrio para este tipo de crecimiento en las plantas.

-El desarrollo radicular normal de una planta depende de la preparación de un terreno el cuál facilita el elongamiento radicular, en caso de no hacer una buena preparación sucederá que las plantas no crezcan . Ya que si el suelo esta compactado las plantas no se desarrollarán. El otro factor es también el contenido de sales minerales para la planta si la fertilización es suministrada al momento del riego en forma óptima tendremos un desarrollo de planta y las raíces tendrán un crecimiento normal.

-El control visual es uno de los problemas sin solución del goteo. El éxito o el daño se notan por el comportamiento de la planta y, por lo general, demasiado tarde. Tres factores impiden el control visual y práctico:

- a. La densidad del follaje, que oculta el gotero de la vista.
- b. La ausencia de chorros o corrientes, que permitan observar la descarga.
- c. El número de goteros por Ha, convierte la cantidad en calidad.

No existe ningún método para controlar eficientemente o reemplazar 5.000 goteros por Ha.

-Para la filtración del agua el diámetro de los canales dentro del gotero varían entre 0.4 y 1.8 mm. Dependiendo de la calidad del agua de riego, las exigencias del sistema de filtración deben de ser sumamente estrictas.

El costo de los filtros puede constituir del 5-20 % del precio de la inversión. Ciertos componentes en el agua, como sulfatos, algas, hierro, etc. requieren filtros especiales.

-En sentido más amplio cualquier sistema de filtrado está constituido por el conjunto de tratamiento u operaciones que se hacen para limpiar el agua de partículas extrañas. Comprende de: mallas, depósitos de sedimentación, filtros porosos, depósitos de arena y grava, así como de separadores centrifugos, desarenadores, pantallas de varios tamaños de orificios y diversos tipos de tratamientos químicos.

-El lavado de suelos para eliminar las sales requiere un movimiento uniforme del agua hacia abajo. El goteo no puede cumplir con esa exigencia.

-El riego por goteo si ayuda a rehabilitar los suelos con problemas de salinidad. Solo que esta únicamente se lleva a cabo en forma localizada o sea donde los goteros se encuentren en cada línea y en el riego rodado la distribución del agua es más uniforme.

-Es deseable mantener una concentración constante de nitratos arriba de 500 ppm. en el cultivo del tomate.

BIBLIOGRAFIA

- Agroservicios (Sistemas de Riego Presurizado), S.A. de C.V.; Culiacán Sin., 1995.
- Aquafim (Riego de Presición), S.A. de C.V.; Culiacán Sin., 1994.
- Berger Emanuel; Interrelación entre Agua-Suelo-Planta-Tensiómetro; Compañía Emi, Israel; 1994.
- Burgueño Hector; La Fertigación en Cultivos Hortícolas con Acolchado Plástico; Culiacán sin. 1994.
- Cardenas Gutiérrez Mario; Sistema de Riego Presurizado, Aspersión, Microaspersión y Goteo; FES-C, Tesis; 1994.
- Cook Sanders; Nitrogen Aplicación Frequency For Drip-Irrigated Tomatoes; Castal Research and Education Center, Cleamson University, Charleston, ; U.S.A; 1991.
- Hamdy A.; Comparison Study on the Influence of Irrigación on Tomato Producción and Salt Distribución in Soils; Mediterraneo Agronomic;. Inst. Bary Italy; 1992.
- Itzjak Hausenberg; Relaciones Suelo-Planta-Agua; Estado de Israel-Ministerio de Agricultura; 1989.
- J. Boswell; Manual de Diseño y Manejo de Sistemas de Microirrigación, segunda edición; Ed. Jumes Hardie Irrigación (Iberia) S.A. Sevilla España.; 1990.
- Los municipios; Estado de Sinaloa; INEGI; 1985.
- M. Shani; La Fertilización con el Riego; Ministerio de Agricultura; Israel; 1989.
- Medina San Juan; Riego por Goteo, Teoría y Práctica; Ed. Mundi-Prensa; España; 1988.
- Murillo Boites Jaime; El Cultivo del Jitomate en México; UNAM FES-C; 1989.
- Moya Talens Jesús Antonio; Riego Localizado y Fertirrigación; Ed. Mundi-Prensa. España; 1994.
- Netafim; Irrigación Equipment and Drip Systems; Israel; 1995.
- Pitts D.J.; Flooding and Drip Irrigación Frequency Effects on Tomatoes in South Florida; University of Florida; U.S.A; 1991.
- Plastro Emitters; Hidraulic Performance Datafor Designers; Ed. Hastro S.A.; Israel; November; 1994.
- Plastro; Publicaciones y Boletines de Plastro GUAT; Israel; 1989.
- Ranvir Kumar; Performance of Drip and Surface Irrigación for Tomato; Haryana Agricultural University; India; 1990.

-Rodríguez Suppo F.; Riego por Goteo, Teoría y Práctica; AGT Editor. S.A.; Primera Reimpresión; 1992.

-Sánchez Sánchez Oscar, La Flora del Valle de México; Ed. Herrero S.A. ; Sexta Edición; México; 1980.

-SARH; El Cultivo de Tomate, Pepino y Chile Dulce en el Valle de Culiacán ; Ed. CAEVAC; Culiacán Sin.; 1987.

-Valencia Islas Celia , Capacidad de Intercambio Catiónico Total, 1982.

ANEXOS

RESUMEN

Considerar la importancia que ejercen los sistemas tecnificados para la productividad de los recursos hace necesario el tener herramientas que nos lleven al conocimiento y apoyo para el mejor uso de estos sistemas; el elaborar un documento que permita a otros y a uno mismo el apoyarse para poder optimizar mejor el uso de la tecnología con la que se cuenta se hace una necesidad, por lo que en este trabajo se da una panorámica de como el sistema de riego por goteo se a extendido en el mundo así como en México y específicamente en el estado de Sinaloa.

Los tipos de aditamentos con los que cuenta un sistema de riego por goteo son válvulas accesorios de plástico blando y de P.V.C. las partes que lo constituyen son: una unidad de control, un sistema de ramales de distribución primario, secundario y la unidad de riego es decir los goteros. La unidad de control cuenta con:

- Bombas.
- Tubos de conducción.
- Depósito de agua.
- Filtros.
- Medidor de gasto.
- Manómetros.
- Tanque fertilizador.

Los ramales de distribución estan constituidos por la tubería que sale de la unidad de control hasta la conexión con las laterales de riego estos son en un 95% de P.V.C. y el restante de tubería galvanizada.

Las laterales de riego son de P.E. flexible al igual que en su mayoría los diversos tipos de goteros.

El explicar la diversidad en la variación del sistema de riego por goteo como los aditamentos tiene como fin el comprender por que se tiene que optar por este tipo de equipo de riego, para esto con el plano en mano también se toman en cuenta otros factores como:

- Las condiciones y características climáticas.
- Características de la explotación.
- Características del suelo.
- Características del agua de riego.
- Tipo de cultivo.

Ya definido el equipo de riego que se usará ; se tiene que seguir una secuencia de armado para el montaje del equipo, esta secuencia varia por lo que se tiene que decidir, como en este caso, de tal manera que se divido de la siguiente manera:

- Etapa 1 Estación de bombeo.
- Etapa 2 Filtros y Sistemas de control.
- Etapa 3 Cavado de zanjas para las líneas principales y secundarias.
- Etapa 4 Distribución y tendido de líneas principales y subprincipales.
- Etapa 5 Anclado.
- Etapa 6 Sistema de control secundario.
- Etapa 7 Prueba de Presión y Pérdidas.
- Etapa 8 Relleno de zanjas.
- Etapa 9 Tendido y unión de tubos de riego (laterales).
- Etapa 10 Pruebas hidráulicas.
- Etapa 11 Prueba general de operación.
- Etapa 12 Instalación de tensiómetros.

En el trabajo se señala que ningún equipo de riego es igual a otro en cuanto a su armado por lo que debe tomarse esto solo como una referencia, en cuanto al comportamiento del sistema de riego por goteo en tomate sirvió para confirmar las bondades de este sistema como:

- Aumentar el rendimiento.
- Mejorar el % de calidad de tomate empacado.
- Aplicar fungicidas y fertilizantes en el agua.
- Hacer mas eficiente el caudal de agua aplicada.

COTIZACION

Se solicita la cotización de materiales necesarios para la instalación de un equipo de riego por goteo siendo estas las siguientes compañías : Netafim y Aquafim .

Una vez valorada la cotización se compro el material de la siguiente manera :

Equipo que se compro en la compañía Netafim :

La cotización de este sistema de riego presurizado es para hortalizas. El equipo cotizado es el siguiente:

A - Rebombeo de Turbina de 60 hp de :

1 bomba de 40 hp

1 bomba de 20 hp ambas con una presión de 3.66 kg

B - Filtración de arena con 9 filtros de 48" con retro-lavado automático

C - Filtración de malla en el sistema con 9 filtros

D - Inyector de fertilizantes con capacidad de 0-1500 L.P.H.

E -El material regante es manguera rígida RAM 17 con goteros de 45 cm, con capacidad de 2.3 L.P.H.

El costo Total de los materiales del sistema de riego aquí descrito es de 277,311 Dlls.

277,311 Dlls x N \$3.30 = 915,126.30

El equipo que se compro en la compañía Aquafim se menciona en los en listados que se presentan .

El costo de los materiales aquí descritos da un Total de : N\$111,960.27

El costo por instalación del equipo es de : N\$ 8,456.79

Total N\$ 120,417.06

Todo este material descrito en ambas cotizaciones esta calculado para un Sistema de Riego por Goteo en una superficie de 34 Ha .

El Costo por Ha = N\$ 30,457.15

FALLA DE ORIGEN

WAFIM, S.A. de C.V.

Lista de Precios No. 26 Ult. Act. 15/11/94

Equivalencia dolar : \$43,5500 *

Estado del Presupuesto : RM94408 SAN ANTONIO 2

Fecha : 22/12/94

Pag. : 1

Clave	Descripcion	Cantidad	Precio/Unit.	Precio Total
- Cruceos -				
113	CODO PVC 90 10" x 10"	1,000	395.29	395.29
100	CRUZ PVC 10" x 10" x 4" x 4"	2,000	613.19	1,226.39
103	CRUZ PVC 10" x 8" x 4" x 4"	1,000	674.70	674.70
84	TE PVC 4" x 4" x 8"	1,000	601.90	601.90
8	CAMBIO DE DIAMETRO 6" x 4"	16,000	53.13	850.15
7	CAMBIO DE DIAMETRO 4" x 3"	8,000	33.17	265.46
6	CAMBIO DE DIAMETRO 3" x 2"	8,000	19.87	158.97
901	ELEV LP SENC: INIC 16-17	2,050.000	3.87	7,949.11
906	PURGA PVC EN TUBO DE 2"	8,000	146.57	1,172.58
782	VALV 4" BERN: PVC: VAE 1"	8,000	2,076.97	16,615.79
913	TUBO PIP 10" C/C RD-51 INST (1M)	853,000	44.64	38,062.21
862	TUBO PIP 8" C/C RD-51 INS (1M)	115,000	29.10	3,347.56
911	TUBO PIP 6" C/C RD-51 INST (1M)	857,000	17.24	14,777.42
864	TUBO IPS 4" C/C RD-41 INS (1M)	1,126,000	11.86	13,364.56
137	TUBO IPS 3" ABOC RD-41. INS (1M)	995,000	9.09	8,954.68
915	TUBO IPS 2" ABOC RD-32.5. INST	1,243,000	4.39	5,465.72
827	VAE 3" AC EN TUBO 10" PIP	2,000	863.67	1,727.35
199	TE PVC 4" x 4" x 2"	4,000	66.10	264.46
817	VALV MAR: C/VOLANTE: EN TUBO FOL: DE 8"	2,000	1,769.65	3,539.31
Total :			Nº	119,433.99
----- Materiales -----				
2900054	EXTR PVC HIDR ABOC PIP 10" 100 PSI	2,000	305.51	611.03
2100137	EMPAQUE DE PLOMO 10"	2,000	23.33	46.66
2900573	EXTR PVC HIDR ABOC PIP 8" 100 PSI	1,000	217.28	217.28
2900157	REJAC PVC HIDR CEN ABOC PIP 10"- 8" 100 PSI	1,000	92.18	92.18
2100149	EMPAQUE DE PLOMO 8"	1,000	15.90	15.90
Total :			Nº	983.07
Valor Total del Presupuesto			Nº	120,417.07

Clave	Descripcion	Cantidad	Un./Med.
RGH94408 SAN ANTONIO 2 A. ORTIZ 24/11/94			
**** MATERIALES ****			
1 TUBO Y CONEXIONES PVC HIDR CEMENTAR			
100636	ADAPT PVC CED-40 CEM MACHO 3"	2.000	PZA
100179	CODO PVC CED-40 CEM 90- 2"	16.000	PZA
100193	CODO PVC CED-40 CEM 90- 3"	4.000	PZA
100208	CODO PVC CED-40 CEM 90- 4"	32.000	PZA
100204	COFLE PVC CED-40 CEM 3"	8.000	PZA
100296	COFLE PVC CED-40 CEM 4"	8.000	PZA
101446	NIPLE PVC CED-80 C/ROSCA 1"-3"	8.000	PZA
100911	REDUC PVC CED-40 CEM BUJE 3"-2"	8.000	PZA
100959	REDUC PVC CED-40 CEM BUJE 4"-2"	4.000	PZA
100935	REDUC PVC CED-40 CEM BUJE 4"-3"	10.000	PZA
100557	TE PVC CED-40 CEM 4"	4.000	PZA
2 TUBO Y CONEXIONES PVC HIDR C/CAMPANA			
200236	EXTR PVC CED-80 ESPIGA 4"	16.000	PZA
5 CEMENTOS Y LUBRICANTES PARA PVC			
500098	CEMENTO VALOR GRIS PVC-917	15.379	GALON
500103	LIMPIADOR VALOR MORADO V-700	15.379	GALON
500050	LUBRICANTE REXOLIT 500 GRS	.216	PZA
7 TUBOS Y CONEXIONES PARA GOTEO Y MICROASPERSION			
701965	ANILLO RAM 17 Y TIRAN 17 P/CONECTOR TYPHOON	2.050.000	PZA
701668	COFLE TYPHOON-INSER 16 MM SIN ANILLO	2.050.000	PZA
701606	EMPAQUE DE INICIAL P/PVC	2.050.000	PZA
701436	INICIAL INSER 16 MM	2.050.000	PZA
701773	TERMINAL P.E. 17 MM	2.050.000	PZA
701814	TUBO PE 0.52"X0.62" (13.2X15.8MM)(1000')	8.206	ROLLO
15 VALVULAS, CONTROLADORES Y ACCESORIOS			
1500895	VALV 405 DE 4" BRID C/OPER MANUAL	8.000	PZA
1500962	VALV ADM Y EXP AVP-1 DE 1"	8.000	PZA
1501007	VALV ADM Y EXP CONTINUA CRP-8 DE 3"	2.000	PZA
1500766	VALV MARIPOSA 8"VBR-E-M C/ENGRANE Y VOLANTE	2.000	PZA
1501306	VALV PVC BOLA 2" CEM	8.000	PZA
16 MEDIDORES DE FLUJO Y PRESION			
1600196	ADAPT BRONCE TOMA DE PRESION	16.000	PZA
17 TORNILLOS			
1700095	TORNILLO C/TUERCA 3/4"-5"	16.000	PZA
1700033	TORNILLO C/TUERCA 5/8"-3"	128.000	PZA
19 TUBO Y CONEXIONES FO NO			
1900336	BRIDA SOLIGALE FO NO 8"	4.000	PZA
21 EMPAQUES			
2100149	EMPAQUE DE PLOMO 8"	1.000	PZA
2100137	EMPAQUE DE PLOMO 10"	2.000	PZA
2100034	EMPAQUE NEOPRENO BRIDA 100 MM	16.000	PZA
22 ACCESORIOS ESPECIALES			
2200294	APLICADOR P/CEMENTO VALOR EXT 6"-12" MOD 7020	.510	PZA

ACUAFIM, S.A. de C.V.
 Resumen de Materiales
 Equivalencia dolar = \$83,5500

ISH94409 SAN ANTONIO 2

Fecha 12/12/74
 Pag. 1 2

Clave	Descripcion	Cantidad	Un./Med.
2200309	APLICADOR P/CEMENTO VALOR INT 6"-12" MOD 4020	1.288	PZA
2200141	CINTA TEFLON 3/4" (10 M)	.376	PZA
	24 SOLDADURA Y TORNO		
2400016	PULGARA DE SOLDADURA	34.000	PULG
	29 TUBO PVC-PIP Y CONEXIONES IPS Y PIP ENGANBLADAS		
2901656	ADAPT PVC HIR CAMP-ESP PIP 8" 100 PSI	2.000	PZA
2901668	ADAPT PVC HIR CAMP-ESP PIP 10" 100 PSI	5.000	PZA
2901278	COBO PVC HIR C/C PIP 90-10" 80 PSI	1.000	PZA
2900389	CRUZ PVC HIR CEM PIP-IPS 10"- 4" 100 PSI	3.000	PZA
2900573	EXTR PVC HIR ABOC PIP 8" 100 PSI	1.600	PZA
2900054	EXTR PVC HIR ABOC PIP 10" 100 PSI	2.600	PZA
2900171	REMAC PVC HIR CEM ABOC PIP 8"- 6" 100 PSI	2.000	PZA
2900157	REMAC PVC HIR CEM ABOC PIP 10"- 8" 100 PSI	2.000	PZA
2900195	REMAC PVC HIR CEM ABOC PIP-IPS 6"- 4" 100 PSI	16.000	PZA
2901539	TE PVC HIR CAMP-CEM PIP-IPS 10"- 4" 30 PSI	2.000	PZA
2900107	TE PVC HIR CEM PIP 8"- 8" 100 PSI	1.000	PZA
2900997	TUBO PVC HIR PIP 6" C/C RD-51 (80 PSI)	2.310.960	PIE
2900999	TUBO PVC HIR PIP 8" C/C RD-51 (60 PSI)	377.200	PIE
2900363	TUBO PVC HIR PIP 10" C/C RD-51 (80 PSI)	2.797.640	PIE
	30 TUBO PVC-IPS		
3000025	TUBO PVC HIR IPS 2" ABOC RD-32.5 (125 PSI)	4.100.280	PIE
3000059	TUBO PVC HIR IPS 3" ABOC RD-41(100 PSI)	3.232.890	PIE
3000011	TUBO PVC HIR IPS 4" C/C RD-41 (100 PSI)	3.745.760	PIE
	**** MANO DE OBRA ****		
	5 TENDIDO CONEX. Y PRUEBA 50MM	1.243.000	
	7 TENDIDO CONEX. Y PRUEBA 75MM	985.000	
	8 TENDIDO CONEX. Y PRUEBA 100MM	1.126.000	
	9 TENDIDO CONEX. Y PRUEBA 160MM	857.000	
	10 TENDIDO CONEX. Y PRUEBA 200MM	115.000	
	11 TENDIDO CONEX. Y PRUEBA 250MM	653.000	
	49 VALV. MARIPOSA DE 8" (INC. E.L.)	2.000	
	53 CUADRO DE VALV. ANG. IR EN L.P.	8.600	
	56 COPLE TE METAFIN CON ELEVADOR	2.050.000	
	65 ATRAGUE GRANDE	12.000	
	66 ATRAGUE CHICO	12.000	
	67 COPLE T CON ELEV. (ASPERCION)	2.000	
	71 HBB Y COLO. VALV 2" v 4" C/ELE	8.000	

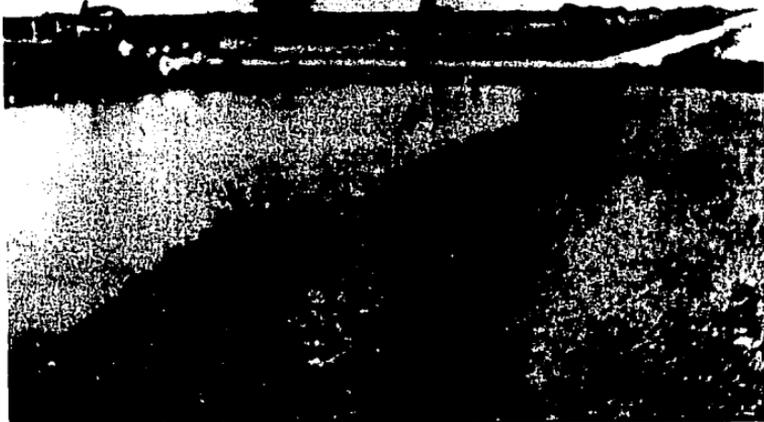
PREVENCION DE OBSTRUCCIONES

Las siguientes características constituyen medidas preventivas contra la obstrucción de goteros:

- Goteros con pasos de flujo anchos y profundos
- Descarga horaria nominal alta
- Goteros con diafragmas - la vibración provoca una cierta auto-limpieza
- Filtros de absorción y de profundidad - varios niveles de filtración
- Lavado automático de los filtros - por diferencia de presión
- Presión de trabajo elevada (1.5 -2.5) atmósferas
- Laterales fijos provienen de la separación de sedimentos de las paredes
- Sedimentación en reservorios
- Uso máximo de tuberías plásticas (P.E; P.V.C.)
- Abstención del uso de aguas que contienen algas, azufre y hierro.
- Empleo de fertilizantes ácidos



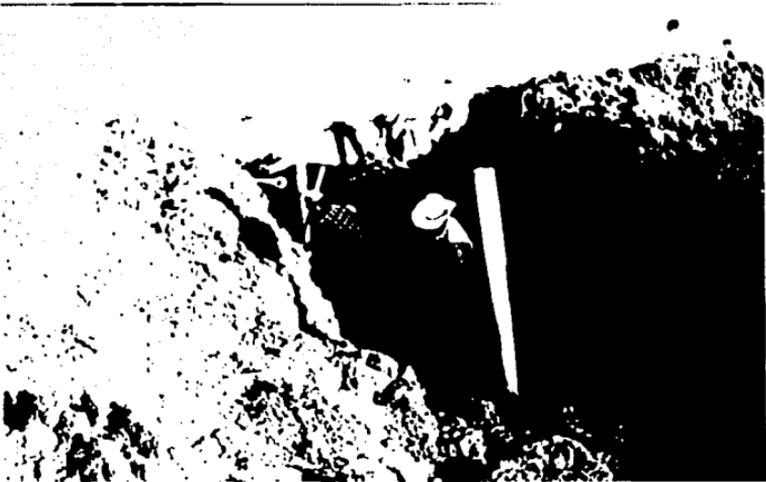
Ensamble de los Filtros de Arena y Filtros de Malla , también se puede observar la nivelación de la Tubería Principal y de Retrolavado.



Apreciación del Canal de Riego como Fuente de Abastecimiento del Sistema de Riego por Goteo .



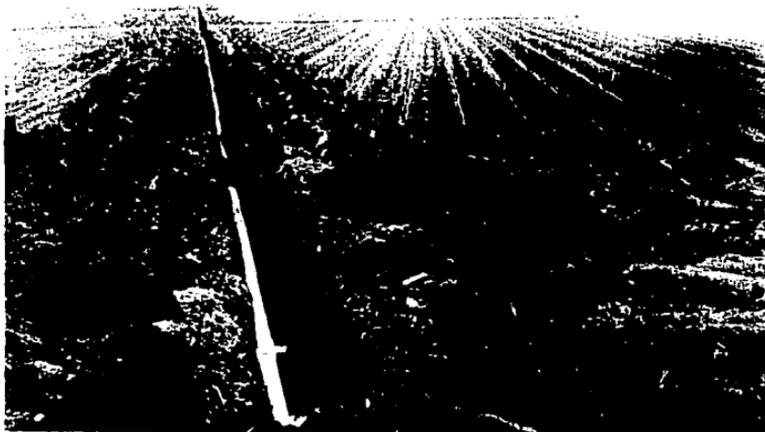
Colocación de un codo de la Red Principal



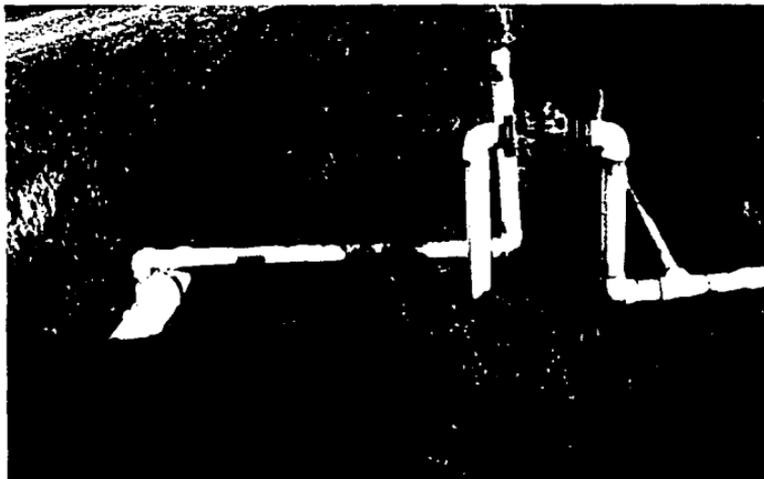
Apreciación de la colocación de los Elevadores para Válvulas de Paso



Colocación de un crucero en la Tubería Principal con una Reducción



Panorámica del cavado de Zanjas y armado de la Tubería Principal de Riego, así como el tendido de los Laterales.



Montaje de una Válvula de Alivio y colocación de una Válvula de Presión



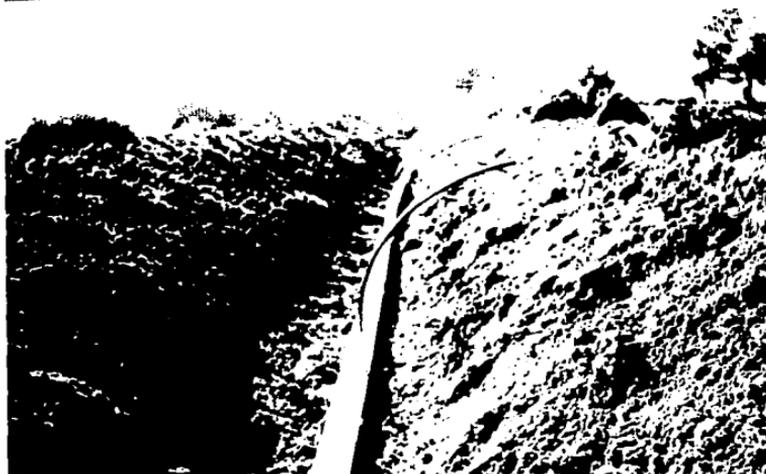
Montaje de la Terminación de la Red



Tendido de la Tubería Secundaria



Perforación para la Conexión de Laterales de riego



Inserción de un aumento en la Tubería Secundaria para la colocación de líneas de Riego .



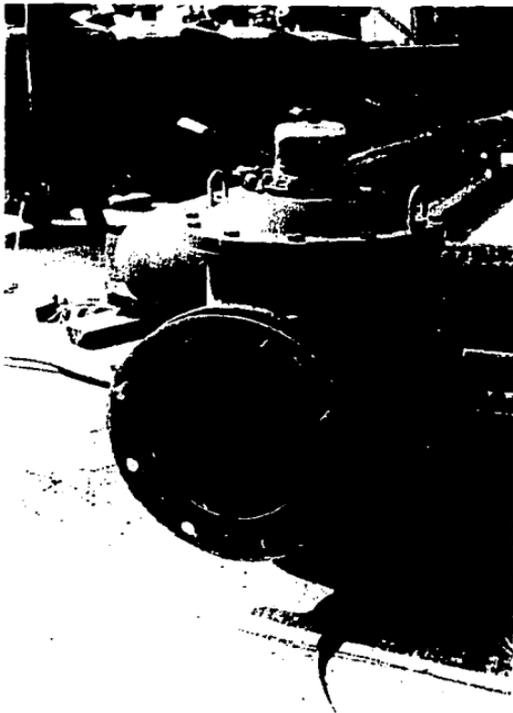
Conexión del aumento a la línea de riego



Doblado final de la Línea de Riego .

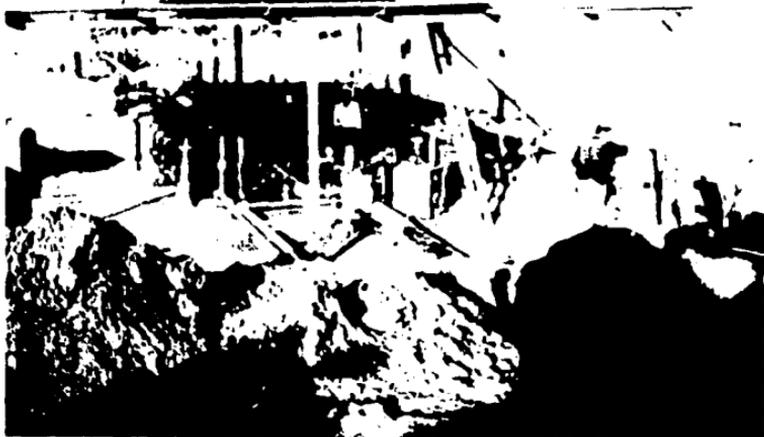


Calibrando la Presión en las Laterales de Riego.



Instalación del Cabezal (Sistema de Filtros de Arena y de Malla) , así como la colocación del Contador Volumétrico y Tubería de Flujo Inicial .

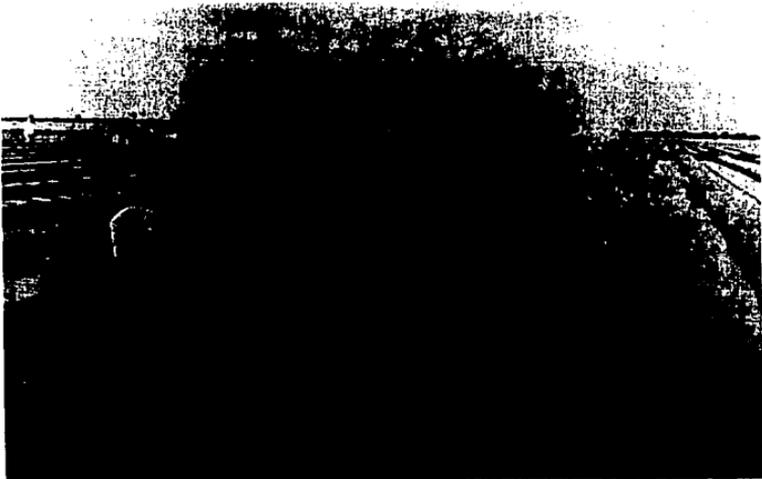
FALLA DE ORIGEN



Armado Total del Sistema de Filtración y Resguardo del Equipo . También se puede Observar el montaje de las Llaves de Paso Principales de la Red de Distribución y la Tubería de salida del Retrolavado.



Método de Colocación del Plástico para el Sistema de Acolchado.



Momento del Transplante.



Apreciación de Tensiómetros