

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE INGENIERIA**



**Instalación, Operación y Mantenimiento de Sistemas de Riego por
Goteo en la Región del Altiplano Potosino.**

POR:

J. LUZ NAVARRO GUEVARA

M E M O R I A S

**Presentada como Requisito Parcial para
Obtener el Título de:**

Ingeniero Agrónomo en Irrigación.

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Abril del 2000

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE INGENIERIA

INSTALACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE
SISTEMAS DE RIEGO POR GOTEO EN LA REGIÓN DEL
ALTIPLANO POTOSINO.

POR:

J. LUZ NAVARRO GUEVARA

MEMORIAS

Que somete a consideración el H. Jurado Examinador como requisito
parcial para obtener el Título de:

INGENIERO AGRONOMO EN IRRIGACIÓN

APROBADA:

DR. RAUL RODRÍGUEZ GARCIA
Presidente

ING. JORGE DEL ANGEL VARGAS ING. CARLOS ROJA PEÑA

Sinodal

Sinodal

M. C. JESUS R. VALENZUELA GARCIA
Coordinador de la División de Ingeniería

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, Abril del 2000.

AGRADECIMIENTOS

Al Departamento de Riego y Drenaje, por las facilidades otorgadas para la realización de este trabajo.

Al Dr. Raúl Rodríguez García por las recomendaciones y sugerencias durante el desarrollo de este trabajo.

Al Ing. Carlos Rojas Peña por su disposición y apoyo en el mismo.

Al Ing. Jorge del Angel Vargas por su amistad, disposición y apoyo durante los cursos, así como para la elaboración de este trabajo.

A mis compañeros de Generación LXXXVI por la amistad que me brindaron en el tiempo que estuvimos juntos.

A mi “Alma Mater” por haberme permitido terminar la Licenciatura.

A los maestros del Departamento de Riego y Drenaje por su amistad y conocimientos impartidos.

A mis Padres J. Luz Navarro Razo y Ma. del Carmen Guevara O. Por sus apoyos incondicionales, que seguramente sin estos seria difícil haber terminado la Licenciatura.

A Dios Nuestro Señor por dejarme terminar los estudios.

DEDICATORIA

A mis Padres:
J. Luz Navarro Razo
Ma. Del Carmen Guevara Olvera.

Por el inmenso cariño y gran apoyo que han brindado a mi vida si escatimar recursos y esfuerzos.

A mis Hermanos y Esposas e Hijos.
Federico Navarro Guevara
Familia Navarro Almaguer
Familia Navarro Infante
Familia Ramos Navarro
Familia Navarro Gasca
Familia Quiros Navarro

Por el gran cariño y amor que siempre me han tenido.

A mi Esposa e Hija
Zulma Hernández Galindo
Frida Stefania Navarro Hernández

Por su amor, apoyo y comprensión demostrado durante este tiempo juntos.

A mis Abuelos, Tíos y Primos:

Por el gran cariño y amistad que siempre me han demostrado.

ÍNDICE GENERAL

Índice de	viii
Figuras.....	
Índice de	viii
anexos.....	
Introducción.....	1
.....	
Objetivos.....	2
.....	
La	3
Empresa.....	5
Procedimiento para que el Productor Adquiera un Sistema de Riego.....	5
.....	
Entrevista.....	5
Levantamiento Topográfico.....	6
Cuestionario.....	8
Presentación del Proyecto.....	9
Contrato.....	9
Datos del Sistema con Bombeo.....	9
Datos del Cultivo.....	9
Datos del Equipo de Riego.....	10
Datos de la Filtración.....	10
Datos del Equipo de Bombeo.....	10
Costo del Equipo.....	11
Materiales de Importación.....	11
Materiales Nacionales.....	11

Trabajos y/o Materiales por Cuenta del Comprador.....	12
Forma y Condiciones de Pago.....	12
Tiempo de Entrega.....	13
Lugar de Entrega de los Materiales.....	13
Responsabilidades y Obligaciones con el Comprador.....	14
Proyecto Hidráulico.....	14
Vigencia del Presupuesto.....	15
Recepción y Entrega de	16
Material.....	
Instalación.....	16
Herramientas.....	16
Organización del	17
Personal.....	
Prueba del Sistema de	21
Riego.....	
Entrega del Sistema de	22
Riego.....	
Operación y Mantenimiento del Sistema de	22
Riego.....	
Material.....	23
Procedimiento.....	23
Programa de Mantenimiento para Sistemas de Riego de Bajo	24
Volumen.....	
.....	
Guía para Resolver Problemas.....	24
Equipos Necesarios para Detectar Problemas.....	25
Posibles Causas de Taponamiento del Sistema y Remedios.....	26
Taponamiento Interno de los Emisores Debido a Sedimentos.....	26
Calcita.....	29
Materia Orgánica.....	29
Bloqueo Lateral Externo del Flujo Debido al Suelo.....	32
Indicadores de Problemas en el Sistema de Riego.....	34
Síntomas de Marchites en el cultivo como Indicadores.....	34
Manómetros de la Unidad de Filtros y Medidor de Flujo.....	38

Filtros.....	41
1. Ciclónicos (Separador de Arenas).....	41
Principio de Diseño y Función.....	41
Operación y Mantenimiento.....	41
2. De Mallas.....	43
Principio de Diseño y Función.....	43
3. De Discos.....	48
Operación y Mantenimiento.....	49
4. De Arena y Grava.....	52
Principio de Diseño y Función.....	52
Operación y Mantenimiento.....	56
Análisis de los	63
Resultados.....	
Discusión.....	63
Conclusiones.....	64
Observaciones.....	65
Recomendaciones.....	66
Revisión de	67
Literatura.....	
Anexos.....	69
.....	

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1 Ilustración de los Componentes Típicos de un Sistema de Riego.....	20
Fig. 2 Filtro Ciclónico o Separador de Arenas.....	43
Fig. 3 Filtro de Mallas.....	48
Fig. 4 Filtro de Discos.....	49

Fig. 5 Filtros de Arena y Grava: Proceso de Riego.....	54
Fig. 6 Filtros de Arena y Grava: Proceso de Lavado.....	61

A N E X O S

Anexo 1 Listado de Materiales Nacionales.....	70
Anexo 2 Listado de Materiales de Importación.....	72
Anexo 3 Plano del Proyecto.....	75
Anexo 4 Reporte de Entrega del Sistema de Riego.....	76
Anexo 5 Operación y Mantenimiento del Sistema de Riego.....	77

I. INTRODUCCIÓN

La irrigación es tan antigua que se establece en la prehistoria de la humanidad como el hombre mismo, esto lo comprueban las diferentes ruinas de obras de riego encontradas en diferentes culturas primitivas como la China, Egipcia, India y la Mexicana entre otras.

La cantidad de agua destinada para riego, en la actualidad es insuficiente en el ámbito mundial y aun más en las zonas áridas y semiáridas, por lo cual se han buscado nuevas estrategias para eficientar el uso de este recurso no renovable.

Durante las ultimas fechas se han investigado y desarrollado por todo el mundo, nuevos métodos y tecnologías avanzadas para el riego, adaptadas a las diferentes necesidades de las especies cultivadas en el mundo contemporáneo.

Entre los sistemas mas instalados en nuestro país tenemos los riegos por aspersion (portátil, semiportatil, side roll, pivote central, avance frontal), los dos últimos en menor escala por su costo tan elevado, sin embargo siendo los de mejor eficiencia del 80 al 90 %. Le siguen los riegos de presión de bajo volumen como el riego por goteo, teniendo un alto costo y una eficiencia del 80 al 90 %.

En la actualidad esta tecnología ha tenido buena aceptación por parte del productor por los beneficios obtenido. Sin embargo cabe destacar que tienen un alto costo y solo muy pocos lo pueden adquirir.

De las empresas de sistemas de riego **AQUAFIM, S.A. DE C.V.** es una de las de mayor capacidad, la matriz se encuentra ubicada en la ciudad de Hermosillo Sonora, con sucursales en el Noreste y centro del país. Es en la matriz donde se distribuyen todos los materiales y accesorios para venta e instalación de los proyectos de las diferentes sucursales.

Sin embargo el Gobierno Federal así como el Estatal han implementado programas de apoyo denominados fertirriego con la finalidad de incrementar aun más la tecnificación del agro, así como eficientar el uso del agua.

II. **OBJETIVOS**

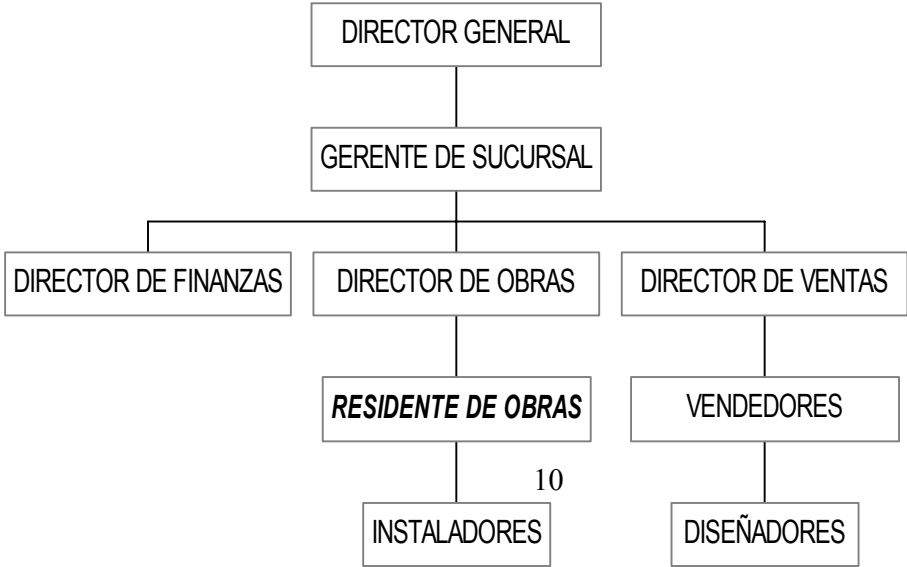
Especificar las experiencias profesionales adquiridas en la instalación, operación y mantenimiento de sistemas de riego por goteo en la región del

Altiplano Potosino durante un año como Residente de Obras en la empresa de AQUAFIM S.A. DE C.V.

III. LA EMPRESA

AQUAFIM S.A. DE C.V. Es una empresa que se constituyo en la república mexicana como Sociedad Anónima en la ciudad de Hermosillo Sonora en 1975, con giro principal en el riego de presión, (Aspersión, Goteo y Microaspersion), siendo su administración basada actualmente en el siguiente organigrama, donde se destaca la ubicación del **residente de obras**.

ORGANIGRAMA



El Ingeniero Agrónomo Especializado en Irrigación, esta catalogado dentro de la empresa inicialmente como Residente de Obras y después de varios años obtener diferentes puestos como:

- 1.- Diseñador.
- 2.- Vendedor.
- 3.- Sub-gerente.
- 4.- Gerente.

Fue en el año de 1999 cuando se inaugura la sucursal de AQUAFIM S.A. DE C.V. en Zamora, Michoacán. Con la finalidad de cubrir el centro del país y dar mejor servicio a los clientes de esta zona. Es en esta a la cual los proyectos realizados en San Luis Potosí se le asignaron para su ejecución

Anteriormente ya se había explorado esta región teniendo buenos resultados al inicio, desgraciadamente con la crisis del 94 disminuyeron las ventas y se retiro del lugar, así mismo se cambio la forma de contratar los sistemas de riego, ya que en un inicio se cotizaba todo en moneda nacional sin considerar su procedencia, sin embargo con esta crisis 94 fue muy difícil para la empresa por situarse en estado de quiebra como cualquier otra.

En la actualidad una gran cantidad de productores conoce de los buenos servicios y ventajas que ofrece esta empresa, instalando en 1999 en S.L.P. un promedio de 600 has. en 9 proyectos, de los cuales los de mayor superficie fueron

de 90 has. y los de menor superficie de 20 has. Y esperando este año instalar la misma cantidad y aun más importante abastecer los accesorios, entre estos esta la cinta la cual sé renovara cada ciclo o año.

IV. PROCEDIMIENTO PARA QUE EL AGRICULTOR ADQUIERA UN SISTEMA DE RIEGO.

- ◆ **Entrevista con el Producto.**
- ◆ **Levantamiento Topográfico.**
- ◆ **Elaboración de un Cuestionario para su Diseño.**
- ◆ **Presentación del Proyecto.**
- ◆ **Contrato.**

Entrevista con el productor.

Esta se considera una de las más importantes, ya que de esta dependerá que se realicen las siguientes.

Es en está fase donde el vendedor ofrecerá los diferentes sistemas al productor, especificando la importancia de cada uno en el campo.

Sin embargo el productor definirá si deposita la confianza e inversión en el vendedor en base a la contestación de las preguntas realizadas y trayectoria de la empresa que representa.

Como la entrevista es la base de un vendedor, será necesario tener en cuenta los siguientes puntos:

- ◆ Buena presentación.

- ◆ Una excelente puntualidad.
- ◆ Tener mínimo un año activo.
- ◆ Facilidad de palabra para explicar.
- ◆ Tener decisión dentro de la empresa.

Levantamiento topográfico.

Material necesario:

- | | | |
|-------------------|-----------|------------|
| ◆ Estación Total. | ◆ Balizas | ◆ Lapicero |
| ◆ Prismas. | ◆ Radios | ◆ Libreta |

En el campo el levantamiento se hace de la siguiente manera:

- ◆ Se busca el mejor punto para visualizar el mayor número de puntos a visar
- ◆ Se coloca el tripie, la estación total y se nivela.
- ◆ Con el prisma y el estado se procede a colocarse en los diferentes puntos para su lectura.
- ◆ A la estación total se le insertan las coordenadas deseadas en la memoria y al visar los puntos, ésta manda una señal láser la cual es interceptada por los prismas y regresada en segundos, al presionar unas teclas nos dará la información deseada como; distancia, coordenadas y desniveles.
- ◆ En la libreta se anota punto por punto las diferentes lecturas deseadas.
- ◆ La distancia entre puntos puede ser desde 50 hasta 110 metros dependiendo de la superficie.

- ◆ Es importante especificar en el levantamiento la existencia de objetos que puedan afectar la instalación y se contemplen en la elaboración de el diseño de sistema de riego por goteo.
- ◆ El levantamiento se lleva acabo en forma de cuadrícula la cual nos da una representación de la forma del terreno, así como curvas de nivel más exactas.

Se le propone al productor el levantar el total de la superficie para su diseño ya que siempre se prueban con poca superficie y al ver los resultados desean incrementarla y como el diseño se elaboró sólo para lo especificado trae consigo gastos no contemplados.

- **Elaboración del cuestionario para su diseño.**

Se hace junto con el dueño o encargado del rancho ya que de esta información se obtiene el diseño agronómico y el diseño del plano. Entre las preguntas están las siguientes:

- | | |
|-------------------------------|--|
| ◆ Nombre del productor. | ◆ Distancia entre goteros. |
| ◆ Dirección. | ◆ Diámetro de tubería principal. |
| ◆ Nombre del rancho. | ◆ Diámetro de tubería secundaria. |
| ◆ Ubicación. | ◆ Tipo de válvulas. |
| ◆ Cultivos a plantar. | ◆ Disponibilidad del agua. |
| ◆ Fecha de plantación. | ◆ Fuente de abastecimiento. |
| ◆ Esparcimiento entre surcos. | ◆ Tiempo de operación de sistema de riego. |
| ◆ Evaporación. | ◆ Tipo de filtración. |
| ◆ Temperatura. | |

NOTA: El siguiente cuestionario contempla a los productores que ya han tenido experiencia con algún sistema de riego y sugieran algún material en específico. Los productores que no tengan ninguna experiencia con sistemas de riego sólo contestarán algunas de estas preguntas del cuestionario.

Presentación del proyecto.

Se presenta al productor para su análisis el cual consta del diseño agronómico, contrato, costo total y listados de material. Si es adecuado a sus necesidades finalmente se procede a firmar el contrato. Si no es así se dialoga para llegar a un acuerdo. Sí es lo económico o lo técnico (especificado en el diseño) lo que le impide el finalizar la operación.

Contrato.

Se toma como ejemplo el proyecto: **RGH – 99 – 815** del Rancho: **Piedra Colorada**, Ubicado en **Moctezuma, S. L. P.**

Consta de los siguiente puntos:

Datos del sistema de bombeo:

Datos del cultivo:

- ◆ Superficie total del proyecto 20 – 70 – 00 has.
- ◆ Superficie neta de riego
..... 20 – 70 – 00 has.

- ◆ Cultivo a regar..... tomate
- ◆ Esparcimiento de los surcos..... 1.80 mts.

Datos del equipo de riego:

- ◆ Distribución de goteros..... 30 cm
- ◆ Gotero (streamline 60)
..... 0.87 lph
- ◆ Lamina de riego por hora 1.69 mm
- ◆ Secciones de operación de riego..... 3 de 8 horas
- ◆ Lamina máxima diaria..... 5.1 mm
- ◆ Uniformidad del equipo de riego..... 90 %

Datos de la filtración:

- ◆ Filtros primarios de grava Mod. 48ww-2(auto a/c)

Datos del equipo de bombeo:

- ◆ Gasto máximo requerido 33 lps
- ◆ Presión requerida a la

descarga 3.5 kg/cm²

- ◆ Potencia aproximada para el equipo de riego... 20 HP.

Costo del equipo:

- ◆ **Por concepto de Materiales de Importación** son: USD\$ 19,000.00 (SON DIEZ Y NUEVE MIL + 00/100 DOLARES AMERICANOS).

Nota: Se agrega lista en el anexo 1

- ◆ **Por concepto de Material Nacionales** son: MN \$ 79,000.00 (SON SETENTA Y NUEVE MIL + 00/100 PESOS M. N.).

Nota: Se agrega lista en el anexo 2

El importe de este presupuesto incluye todos los materiales necesarios para el funcionamiento del equipo contratado, de acuerdo al inciso "Datos del sistema" los conceptos aquí presupuestados y al croquis del proyecto anexo.

Todos los materiales improvisados que se requieran para la instalación del equipo contratado, serán suministrados con cargo al comprador.

Los costos de este presupuesto están relacionados directamente a las condiciones del pago, de tal forma que el incumplimiento de la forma de pago aquí establecida, podrán hacer variar los precios especificados en este inciso, ya sea por la modificación de nuestros costos de parte de nuestros proveedores, o de cualquier otra causa que ocasione cambios en nuestros costos tanto de materiales, como de instalación.

Trabajos y/o materiales por cuenta del comprador:

El cliente realizara por su cuenta todos los trabajos de instalación entre los que

se incluyen excavación y relleno de zanja, colocación de todos los materiales, colocación de atraques en cruceros de tubería, fabricación de base de concreto para filtración, soldadura de fierro en filtración, etc.

Forma y condiciones de pago:

- ◆ 50 % como anticipo al ordenar el equipo.
- ◆ 25 % en un documento sin intereses a 60 días de la fecha de contratación.
- ◆ 25 % en un documento sin intereses a 90 días de la fecha de contratación.

Los pagos acordados en dólares, deberán ser pagados en dólares. Cualquier gasto en que se incurra para que dichos pagos sean depositados completos en nuestra cuenta bancaria, será pagado por el comprador.

Cualquier atraso en las fechas de pago, generará intereses a 1.5 % mensual en los pagos en dólares, así como el 5.0 % mensual en los pagos en moneda nacional, los cuales deberán ser liquidados junto con el pago respectivo.

Los días de atraso que incurra el comprador en las fechas de pago, se acumularan al tiempo de entrega comprometido.

Ningún pago aquí acordado, podrá diferirse sin las consiguientes consecuencias de cargo de los intereses y la aplicación del tiempo de entrega comprometido, aún cuando medien causas que no sean imputables al comprador.

Tiempo de entrega: 30 días.

Este tiempo se entrega de computará a partir de la fecha en que sea cobrado

completamente el anticipo solicitados y se firmen los documentos especificados, de acuerdo al inciso de "formas y condiciones de pago".

El contenido de " responsabilidades y obligaciones con el comprador", solamente será valido si no existen pagos vencidos, de acuerdo a "forma y condiciones de pago".

Lugar de entrega de los materiales:

Todos los materiales para la elaboración de este proyecto son en el rancho Piedra Colorada, ubicado en Moctezuma, San Luis Potosí.

El comprador debe por su cuenta recibir, descargar y almacenar en un lugar sombreado y seguro todos los materiales.

Responsabilidades y obligaciones con el comprador:

- ◆ Proyecto hidráulico y agronómico del sistema.
- ◆ Prueba y puesta en marcha del equipo.
- ◆ Entrenamiento de la operación y mantenimiento.
- ◆ Visitas de Revisión durante el primer ciclo del riego.
- ◆ Garantías durante 6 meses contra defectos de nuestros materiales.

Proyecto hidráulico:

El Diseño del equipo de riego de este presupuesto, corresponde a lo especificado en el inciso "datos del sistema" y al croquis del proyecto firmado por el comprador y AQUAFIM, S.A. DE C.V. que se anexa como parte integral de este presupuesto.

Nota: El plano se encuentra en el anexo 3

Vigencia del presupuesto:

Todas las condiciones de la presente cotización están sujetas a cambio sin previo aviso, mientras no se haya cobrado completamente el anticipo y se firmen los documentos especificados, de acuerdo al inciso "forma y condiciones de pago".

Sin otro asunto por el momento, quedamos en espera de sus apreciables ordenes.

AQUAFIM, S.A. DE C.V.

Representante de la zona

c.c.p. Director General.

V. RECEPCION Y ENTREGA DE MATERIAL

Es indispensable contar el material al descargarlo, así nos daremos cuenta si llega todo lo especificado en el listado y lo más importante es hacerle entrega del material al encargado del rancho o en su caso al dueño del proyecto contando pieza por pieza y finalmente firmando el listado. Si existe un faltante de inmediato reportarlo a la sucursal o en su lugar a la matriz.

La relación de material se realizará desde el inicio de la instalación hasta su terminación.

VI. INSTALACIÓN

Una vez recibido el material y las zanjas hechas se procede a la instalación.

Para lo cual será necesario disponer de ciertas ***herramienta y materiales tales***

como:

- ◆ Palas.
- ◆ Picos.
- ◆ Guantes.
- ◆ Navaja.
- ◆ Recipiente para calentar agua.
- ◆ Leña o gas.
- ◆ Caimán.
- ◆ Martillos.
- ◆ Desarmadores.
- ◆ Escofina
- ◆ Llaves mecánicas.
- ◆ Arco con segueta.
- ◆ Serrucho
- ◆ Lima.
- ◆ Estopa.
- ◆ Brochas.

Organización del personal.

Se elabora una lista de todas las actividades a realizar.

Las principales son:

- ◆ Traslado de material del lugar almacenado al lugar de instalación.
- ◆ Detallado de zanja.
- ◆ Instalación de la tubería de PVC
- ◆ Medición de tuberías secundarias para los tubines o elevadores
- ◆ Perforación de la tubería secundaria para el elevador o tubin
- ◆ Colocación de goma inicial en tuberías secundarias.
- ◆ Corte de Elevadores a la medida especificada
- ◆ Colocación del coplee “typhoon-typhoon” y anillo azul.
- ◆ Colocación del coplee “typhoon-typhoon” y coplee “typhoon-inser” en el elevador.
- ◆ Colocación del elevador completo al empaque inicial en tuberías secundarias.
- ◆ Colocación de atraques.
- ◆ Tapado de zanja.
- ◆ Construcción de base de concreto para filtración.
- ◆ Colocación de filtración.
- ◆ Tirado de cinta.

Se toma como referencia el plano otorgado por la empresa. El tiempo que tarde la instalación esta relacionado al número de personal disponible para su realización.

Las ventajas de que el productor instale el sistema de riego son las siguientes:

- ◆ Conoce las piezas instaladas y es mas económico.
- ◆ El personal operador del sistema repara fugas del sistema con mas facilidad.
- ◆ En proyectos futuros solo comprará equipo y material necerario.

Las desventajas son:

- ◆ Cambio continuo de personal para la instalación.
- ◆ El no proporcionar la herramienta necesaria para la instalación.

Fig. 1 Elementos Necesarios de un Sistema de Riego.

VII. PRUEBA DEL SISTEMA DE RIEGO.

Para la prueba del sistema de riego es importante revisar y operar lo

siguiente:

1. Revisar el aceite de la bomba del pozo.
2. Cebado de la bomba del pozo.
3. Cebado del rebombeo.
4. Abrir válvulas de una sección.
5. Se hace funcionar la bomba.
6. Se hace funcionar el rebombeo.
7. Se hace funcionar el sistema de lavado de filtrado.
8. Se programa el lavado de filtros.
9. Lavado de tubería por sección.
10. Lavado de cintilla por sección.
11. Operar la sección durante una hora a la presión indicada.
 - ◆ Se repite el procedimiento del paso 4 al paso 10 para el total de secciones.
 - ◆ Checar los manómetros antes y después de filtros constantemente durante la prueba. Si existe una diferencia por arriba de las 15 lb/in² será conveniente apagar el sistema, así como el bombeo. Y verificar la causa que lo origina.

VIII. ENTREGA DEL SISTEMA DE RIEGO

Este se hace el día siguiente de la prueba de equipo, ya que a partir de ese día en adelante iniciará la garantía contra defecto de fábrica instalada por Aquafim, S.A. de C.V. el cual consta de una acta de entrega y recepción.

El formato y se encuentra en el anexo 4.

IX. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO

Al mismo tiempo que se procede a la operación, se da mantenimiento y se capacita a la persona encargada de manejar el sistema de riego. ***Se agrega un formato de Operación y Mantenimiento del Equipo de Riego en el anexo 5***

Para su realización se necesita el siguiente material.

- ◆ Manómetros sensibles (0-15 lb/in² o 0-30 lb/in²)
- ◆ Probeta de 50 ml.
- ◆ Aguja para toma de presión.
- ◆ Una navaja

Procedimiento.

- ◆ Revisión de presiones en manómetros antes y después de filtros.
- ◆ Revisión del gasto en el medidor de flujo.
- ◆ Funcionamiento del controlador del lavado de filtros
- ◆ Frecuencia del lavado en el filtro de mallas.
- ◆ Calibración de válvulas.
- ◆ Presión en las válvulas.
- ◆ Presión en las regantes.
- ◆ Gasto de los emisores en diferentes puntos de la regante.

◆ Recomendaciones.

En las evaluaciones de los equipos se encontró una diferencia de presión en el inicio del primer emisor y al final de la línea regante de 1 lb/in²

En cuanto al gasto de los emisores se encontró una diferencia de 0.07 lph. al inicio y al final de la línea regante.

Se observó que al incrementar la presión aumentaba el gasto en los emisores.

Este procedimiento se efectúa una vez por semana, se deja una copia firmada al encargado y otra al dueño del sistema, con la finalidad de evitar problemas posteriores.

X. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA SISTEMAS DE RIEGO DE BAJO VOLUMEN:

Guía para resolver problemas:

Esta guía para resolver problemas se preparó con el propósito de poder hacer una consulta rápida para identificar y resolver los problemas de campo que son más comunes en los sistemas de riego de bajo volumen. En esta guía se hace referencia a los problemas de taponamiento de los emisores. El término "emisor" se refiere a cualquier salida de agua en un sistema de riego de bajo volumen, y no sólo a goteros.

Equipos necesarios para detectar problemas.

El primer paso para detectar la problemática es definir el problema. Para esto se necesita cierto equipo básico. El propio sistema de riego deberá tener:

- ◆ Manómetros instalados antes y después de los filtros de manera que se puedan medir las presiones en las líneas.
- ◆ Un medidor de flujo instalado en la línea de suministro o aguas debajo de los filtros pero antes de cualquier división del flujo.
 - Un manómetro en cada válvula.

Con el fin de hacer las observaciones y mediciones necesarias en el campo se sugiere el siguiente equipo:

- ◆ Un manómetro exacto.- Lo suficientemente sensible para medir presiones en la línea principal y los laterales. Generalmente se requieren accesorios y adaptadores especiales.
- ◆ Vaso o frasco transparente.
- ◆ Lente de aumento.- Con el suficiente aumento para que permita el examen de sedimentos.
- ◆ Un instrumento cortante muy fino.- Para cortar emisores de pared delgada.
- ◆ Tijeras para podar.- O un instrumento similar para cortar emisores.

Posibles causas de taponamiento del sistema y remedios recomendados.

Antes de que se puedan tomar las medidas adecuadas para corregir cualquier problema por taponamiento en un sistema de riego de bajo volumen, se deberá determinar la causa del problema. Lo que sigue es una lista de las posibles fuentes de taponamiento que son más comunes de encontrar. Frecuentemente el taponamiento es el producto de varias fuentes, actuando juntas. Las combinaciones posibles incluyen fuentes biológicas y de partículas, fuentes

químicas y de partículas, o posiblemente las 3 causas actuando juntas.

Taponamiento interno de emisores debido a sedimento o partículas.

Diagnóstico.

Con el sistema operando hasta la punta final de uno o más laterales permita que el agua entre en el vaso o frasco transparente. Si el agua se encuentra sucia examine el sedimento. Partículas grandes de arena pueden provenir de:

- ◆ Arena del filtro que está pasando a través de un filtro roto.
 - Arena atrapada en la tubería durante la instalación del sistema.
 - La misma agua de riego, si la unidad de filtro está rota y permite el paso de agua no filtrada.

Usualmente habrá una cantidad menor de sedimento de textura fina o casi coloidales, en grandes concentraciones al final de los laterales, casi siempre indican la necesidad de colocar una malla más fina después de la unidad de filtrado y/o la necesidad de un aumento en la frecuencia de lavado de las líneas y laterales.

Examine los orificios de los emisores con un lente de aumento. Puede encontrarse sedimentos o partículas en los conductos internos o junto en la superficie interna del orificio.

Tratamiento.

Los tratamientos más comunes para corregir problemas de taponamiento por partículas o sedimentos son:

a) Tratamiento inicial de lavado.

- Corrección de cualquier problema en los filtros para eliminar la causa del

problema.

- Lavado de todas las líneas y laterales.
- Examine los emisores para ver su recuperación. Si la recuperación no es a los niveles normales de operación, entonces pase al procedimiento b.

b) Tratamiento al agua de riego y lavados.

- Aplicar un surfactante o agente humectante a través del sistema. La proporción usual de aplicación del surfactante es de 1.18 litros por hectárea.
- Además, aplique una cantidad más grande que la normal de cloro y ácido sulfúrico, suficiente para llevar al PH abajo de 3 o 4 y que resulte en un nivel de cloro libre de 50 ppm o mayor.
- Aplique hasta que se detecte el cloro libre o un PH más bajo, en el final del lateral más alejado en el sistema de la fuente de tratamiento.
- Apague el sistema permitiendo al tratamiento químico quedarse en las líneas laterales por un período de 24 horas.
- Lave el sistema. Aumentos en la presión junto con el cerrado y apertura de válvulas en forma repetida y por cortos periodos, pueden remover los sedimentos y liberarlos para su eliminación con los lavados.
- Examine los emisores. El fracaso en recuperar los niveles normales de operación puede dictar la necesidad de reemplazar los laterales.

Taponamiento interno de los emisores debido a la formación de calcita.

Diagnóstico.

Aplique ácido diluido con el gotero al emisor sospechoso, o colóquelo en el frasco transparente lleno con ácido diluido. La presencia de burbujas o efervescencia indica la existencia de carbonatos de calcio o magnesio. La extensión del depósito también se puede observar.

Tratamiento.

- Aplique ácido en el sistema de riego. Lleve el PH del agua del sistema hacia abajo, tan bajo como las partes componentes lo permitan. Continúe con el tratamiento de bajo tanto como se requiera para tratar el problema.
- Aplique ácido a niveles preventivos una vez que el sistema este limpio.

Taponamiento interno de los emisores debido a materia orgánica.

Diagnóstico.

- Usando un lente de aumento examine los emisores para detectar la presencia de materia orgánica. También examine los laterales, casi siempre, la mucosidad bacteriana se siente resbalosa al tacto.
- Si se encuentra materia orgánica o se sospecha que existe, proceda con el tratamiento.
- Debido a que el diagnóstico de contaminación biológica u orgánica es difícil, se puede requerir de un experto.

Tratamiento.

- Se puede necesitar la consulta con una persona conocedora de esta práctica antes de proceder.
- Aplique cloro en altas concentraciones (superclorinación) donde los campos están barbechados o la pérdida del cultivo está ya más allá de los límites tolerables de recuperación.
- Aplique cloro a niveles seguros para los cultivos.
- Aplique surfactante si el cloro solo no tiene éxito, la cantidad de surfactante o agente humectante es de 1.18 litros por hectárea.
- Los emisores que están completamente tapados pueden no responder a cualquier tratamiento y puede que sea necesario reemplazar los laterales o los emisores.

Taponamiento externo de los emisores debido a sedimento o partículas.

Lo más probable es que el taponamiento externo ocurre de 2 maneras distintivamente diferentes, pero casi siempre sólo en aquellos sistemas donde se tienen líneas laterales sobre la superficie del suelo o enterrados.

- El taponamiento externo puede ser el resultado de cementación externa de suelo por la existencia de calcita o crecimiento biológico.
- El taponamiento externo asociado con el interno, pueden también provenir de un diseño diferente en proporcionar alivio de vacío necesario en las

líneas laterales.

Diagnóstico.

- Examine el emisor y el suelo que lo rodea. Si el emisor está sobre la superficie del suelo, busque la presencia de algas o crecimiento bacteriano y musgo en el suelo que lo rodea y en el orificio del emisor.
- Coloque una gota o dos de ácido diluido sobre el orificio del emisor. La presencia de burbujas o efervescencias indica la deposición de carbonatos de calcio o magnesio. Si el orificio del emisor se encuentra bloqueado o potencialmente bloqueado con partículas de suelo cementadas o pegadas, o con crecimiento biológico, entonces será necesario el tratamiento adecuado.
- Si se sospecha que falta alivio de vació adecuado, consulte a un experto en diseños de sistemas para corregir este problema.

Tratamiento.

- Use las medidas correctivas como se indican para el taponamiento interno debido a sedimentos o partículas; pero sin la necesidad del lavado intermitente de los laterales y líneas. Simplemente deje correr la solución química a través de los emisores.
- Si el bloqueo persiste, se sugiere una continua acidificación y clorinación.

Bloqueo lateral externo del flujo debido al suelo.

Este problema está asociado a sistemas con líneas laterales enterradas. El problema surge cuando el suelo presiona hacia abajo sobre la línea, provocando restricción en

el flujo de agua y se crea usualmente durante la instalación del sistema.

Diagnóstico.

- El suelo en el emisor puede estar seco pero tan pronto como este es alterado, el agua comienza a fluir en el emisor.
- No se observa cementación externa o interna o bloqueo del tipo de precipitación.
- El agua que entra al lateral tiene suficiente presión.

Tratamiento.

- Aplique agua en pequeñas ráfagas o pulsaciones de hasta 1 hora, seguidas por períodos apagados no menores de 4 horas para suelos pesados (arcillas) o de una hora para suelos ligeros (arenosos). La intención es difundir la humedad desde los emisores trabajando, hacia el suelo seco que los rodea, volviéndolo más flexible y plástico. Cuando el suelo que rodea el emisor más próximo o adyacente a lo largo del lateral se vuelve más flexible, ofrecerá menos resistencia a las presiones en el interior de las líneas laterales y permite que el agua empiece a fluir hacia el próximo emisor. Este proceso continúa con repetidas pulsaciones y produce un "efecto de dominó" al humedecimiento a lo largo de toda la línea lateral. Cualquier cantidad de agua adicional, tales como lluvia, aspersores, etc. Pueden ayudar a provocar que el suelo se haga más flexible.

- Si no se observa flujo en los emisores, entonces puede que sea necesario aplicar presiones mayores al sistema.

Indicadores de problemas en el sistema.

Síntomas de marchitez en el cultivo como indicadores de problemas en el sistema.

La observación del cultivo para localizar síntomas de marchitez pueden hacerse visualmente o con la ayuda de un infrarrojo, o con el uso de una "bomba de termómetro ". Se recomienda el buscar ayuda de un operador experimentado cuando se usa un termómetro o una "bomba".

Situación 1.

Observaciones.- El marchitamiento por falta de humedad que aparece en un patrón disperso, al azar, dentro del área de riego. Presiones en los laterales aparecen más altas de lo normal en la punta final.

Posible causa (s) Taponamiento de emisores debido a:

- Sedimentos adentro del emisor bloqueando el orificio.
- Bloqueo debido a formación de carbonato de calcio.
- Mucosidad bacteriana.
- Intrusión radicular en el orificio emisor.
- Entrada de insectos en emisores con orificios grandes.
- Las presiones de operación son demasiado bajas para despejar adecuadamente los emisores.

- Aplicación inadecuada de fertilizantes.
- Errores al azar en la fabricación.

Situación 2.

Observaciones. Marchitamiento por falta de humedad que aparece en algunas plantas mientras que otras parecen estar recibiendo más agua que lo normal. Las plantas marchitas pueden aparecer agrupadas a lo largo del lateral (una hilera de plantas marchitas) Algunos laterales muestran una presión adecuada mientras que otros muestran presión debajo de lo normal en la punta final. Las presiones al principio de cada lateral son las adecuadas.

Posibles causa (s) Rompimiento de laterales provocando fugas de agua.

Dichas rupturas se pueden deber a:

- Daño por hormigas o insectos.
- Daño por roedores.
- Implemento o Herramientas manuales o mecánicas.
- Daño por instalación o uniones inadecuadas de las líneas laterales.
- Errores en la fabricación.

Situación 3.

Observaciones. Las plantas marchitas parecen agruparse hacia el principio de las líneas laterales. En sistemas grandes que contienen muchas líneas laterales que se riegan en un bloque, los laterales en las elevaciones más

altas, los cuales casi siempre están cerca de la válvula de la línea sub-principal, mostrarán los síntomas primero.

Posible causa (s) Alivio de vacío inadecuado en el principio del lateral o bloque de laterales. Esto es usualmente en el nivel más alto de elevación en un bloque (aunque no siempre) Se succiona suelo dentro del sistema cuando se cierra causando problemas de taponamiento.

Situación 4.

Observaciones. Las plantas marchitas aparecen en la parte baja o al final de cada línea lateral. Los emisores aquí se encuentran tapados. El agua de lavado del lateral puede salir sucia.

Posible causa (s) Taponamiento interno debido a sedimentos o partículas que han pasado el filtro. El problema se agrava por lavado inadecuado de las líneas laterales tanto como de las líneas del sistema.

Situación 5.

Observaciones. En un bloque grande de laterales, algunas hileras completas de plantas aparecen marchitas mientras que las plantas en otras hileras parecen estar normales. Todos los emisores parecen trabajando en todas las hileras, no es evidente ni taponamiento ni bloqueo. Las presiones en el principio y final de todas las líneas laterales parecen estar uniformes.

Posibles causa (s) Entremezclas de materiales de líneas laterales con gastos diferentes. Esto puede deberse a:

- Error de fabricación en lotes específicos de materiales.
- Entremezcla de varios productos.

Situación 6.

Observaciones. Hileras completas de laterales muestran signos de marchitamiento. El suelo alrededor de cada emisor en las hileras marchitas está más seco que en las hileras normales. Las presiones dentro de las hileras marchitas son más bajas que en las hileras normales. Las presiones en todas las hileras sin marchitez están a los niveles adecuados.

Posible causa (s) Conexión inadecuada entre los laterales y la línea sub-principal. En algunos casos los laterales están unidos a la línea sub-principal con una conexión pegada con cemento. Cheque la conexión para ver si tiene exceso de cemento el cual pudiera bloquear el flujo de agua a los laterales.

Situación 7.

Observaciones. Grupos de plantas marchitas aparecen en varios lugares dentro del área sembrada. Todos los componentes del sistema de riego parecen estar trabajando normalmente, no se observa taponamiento y todos los emisores trabajan adecuadamente.

Posible causa (s) El cultivo no está obteniendo agua suficiente en áreas con suelos de texturas más ligeras (arenoso) Areas dentro del campo que tienen; mal drenaje; acumulación de sales o herbicidas; enfermedades que provienen del suelo, o plagas tales como ciertas enfermedades causadas por hongos y

nemátodos.

Manómetros de la unidad de filtros y medidor de flujo como indicadores de problemas en el sistema.

Cada unidad de filtrado deberá tener una manera de medir la presión antes (aguas arriba) del filtro y otra después, (aguas abajo) del filtro. El sistema deberá incluir también un medidor de flujo dentro de la línea que proviene de la fuente de agua de riego.

Situación 1.

Observaciones. La presión aguas arriba del filtro está cerca de lo normal o más alta que lo normal. El nivel de presión aguas abajo del filtro es más baja que lo normal.

Posible causa (s). La arena en el filtro está bloqueada, cheque para observar:

- Retrolavado inadecuado.
- Contaminación orgánica.
- Condiciones y niveles inadecuados de arena en los filtros de arena.
- Malla taponada.
- Introducción de niveles más altos que lo normal de contaminantes en la fuente de agua.

Situación 2.

Observación. Las presiones aguas arriba y debajo de la unidad de filtrado son

iguales o casi iguales. La presión aguas arriba es ligeramente más alta que lo normal o un poco más alto que lo normal.

Posible causa (s).

- Un filtro quebrado que permite el paso del agua a través de la unidad sin que ocurra la filtración adecuada.
- Un agujero en un filtro de malla o una cama de soporte quebrada en un retrolavado excesivo o una falla en mantener los niveles adecuados de arena.
- La arena ha sido removida del filtro de arena a causa de un retrolavado excesivo o una falla en mantener los niveles adecuados de arena.

Situación 3.

Observaciones. Los niveles de presión aguas arriba y aguas abajo que lo normal. El medidor de flujo indica más abajo de lo normal.

Posible causa (s). Un bloqueo del flujo de agua abajo, debido a cualquiera de las siguientes causas:

- Una válvula que se atoró en la posición cerrada.
- Emisores taponados en las líneas laterales.

Filtración.

El filtrado del agua de riego es una manera muy confiable para remover los sólidos suspendidos. Existen 4 tipos de instrumentos de filtrado:

1- Filtros ciclónicos (separadores de arena).

Principio de diseño y función.

Los filtros ciclónicos utilizan la fuerza centrífuga para remover los sólidos suspendidos. Esta fuerza es producida cuando el agua que entra al filtro es enviada a un movimiento giratorio. El sedimento se dirige a los lados del filtro y se asienta en el fondo. Un sólido pequeño en el agua al fondo del filtro remueve el sedimento.

Operación y mantenimiento.

- Los separadores centrífugos requieren gastos fijos del agua que fluye a través de ellos para que funcionen de acuerdo con su diseño. Cambios en el gasto pueden cambiar la eficiencia de estos filtros. El gasto de agua por el sistema debe chequearse ocasionalmente para asegurarse que esté dentro de los requerimientos de diseño de ese filtro.
- Aun cuando los filtros centrífugos requieren poco mantenimiento, si necesitan limpieza regularmente la cantidad de sedimento en el agua que entra, la cantidad de agua utilizada y la cantidad de la cámara recolectora en el fondo del filtro, determinarán que tan seguido y por cuanto tiempo la cámara de lavado debe abrirse.

La liberación del sedimento puede realizarse por medio de:

- Liberación constante de agua a un rango controlado por una válvula

restringidora. Este método no se debe considerar como el de ponerse y olvidarse. Sólo las partículas más finas son lavadas mientras que las más grandes se acumulan en la cámara de recolección en el fondo del filtro.

- Abriendo manualmente una válvula de lavado. La válvula debe abrirse y cerrarse a intervalos regulares o rutinarios.
- De forma automática abriendo una válvula de lavado eléctricamente controlada. El instrumento de control puede ser un sencillo controlador o un controlador manejado por medio de un complejo computador. Durante la temporada de riego, la operación de las válvulas de lavado controladas automáticamente deberá chequearse cuando menos cada tercer día.

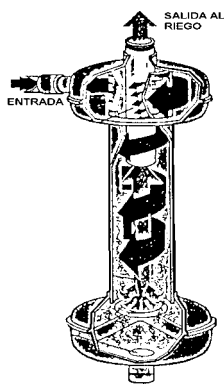


Fig. 2.- Filtro Ciclónico o Separador de Arenas

2- Filtros de Malla.

Principios de diseño y función.

Los filtros de malla vienen en varios tamaños y formas. Frecuentemente son de forma cilíndrica y la malla en sí, se localiza dentro del cuerpo cilíndrico.

- Los filtros de malla son muy populares porque pueden ser baratos en comparación a los filtros de arena, usualmente están hechos de plástico, acero cubierto de epoxy o acero inoxidable. Los filtros de mallas y de tamaño pequeño están hechos casi siempre de plástico.
- El tamaño de las aberturas en la malla determina el tamaño de las partículas que serán removidas. A estas aberturas se les refiere frecuentemente como el tamaño “mesh” de la malla. A mayor número de abertura en una pulgada (2.54 cm) pertenece un número mayor de mesh. Por lo tanto una malla de 20 mesh tiene 20 aberturas por pulgada, cada una de 0.0280 pulgadas (0.7mm). Una malla de 200 mesh tiene 200 aberturas por pulgada, cada una de 0.0017 pulgadas (0.04mm). El tamaño de malla utilizada en la mayoría de los sistemas de riego de bajo volumen va desde 140 a 200 mesh. Este tamaño de malla removerá partículas de arena gruesa y fina. El orificio del emisor en los laterales deberá ser de un diseño tal que maneje cualquier partícula más pequeña sin taparse. Cualquier partícula más pequeña de 200 mesh puede no resultar económica de remover.
- Los filtros de malla se recomiendan usualmente donde los únicos sólidos a ser removidos son arena, limo y posiblemente arcilla suelta. Donde la

cantidad del agua se ha determinado como bastante buena, un filtro de malla puede trabajar muy económicamente.

- Los filtros de malla no funcionan bien removiendo materia orgánica. Sólo pueden remover pequeñas partículas de materia orgánica, tales como grupos o colonias de algas, pueden tapar rápidamente un filtro de malla.

Los filtros de malla más pequeños para gastos bajos (menos de 50 gpm o 190 lpm) usualmente usan un elemento de filtrado removible que se limpia a mano. Algunos de estos elementos son desechados después de algunos lavados. Se recomienda donde el agua de riego es muy baja en sólidos.

Hay 3 tipos de estos filtros pequeños para bajo gasto:

- *De cartucho.* Este tipo de filtros, proporciona generalmente la capacidad más alta de filtrado. Esto se logra usando un material de filtrado que se dobla muchas veces con el fin de aumentar la cantidad de área superficial dentro del espacio limitado del cuerpo del filtro.
- *Filtro tipo colador.* Éste tipo utiliza una malla simple o colador que a menudo es un tipo de nylon plástico soportado por una estructura de plástico rígido. Algunos coladores utilizados en cuerpos de filtros de forma “y” se describen como en cierto modo autolimpiadores. Estos no deben ser considerados como “libres de mantenimiento”. Los filtros tipo colador algunas veces se fabrican únicamente con aberturas “mesh” muy grandes y estos sólo deben ser usados donde el sistema de riego puede manejar las partículas que pueden pasar a través de él. Algunos

fabricantes producen coladores de diferentes tamaños de “mesh” para acomodarse mejor a las necesidades del sistema.

- *Filtro de bolsa.* Éste, está hecho de una simple bolsa o calcetín que tiene lados suaves y flexibles. La bolsa se sostiene por los lados rígidos del cuerpo del filtro. La mayoría de las bolsas están diseñadas para quitarse y limpiarse. Son usualmente baratas y se reemplazan después de unas cuantas lavadas.
- Los filtros grandes para gastos altos (más de 400 gpm ó 25 lps) tiene más grandes áreas superficiales con relación al diámetro del tubo de entrada que la que tienen los filtros tipo cartucho, colador o de bolsa. Como el de malla.
- Malla.

Están diseñados frecuentemente para ser colocados juntos, de tal manera que pueden formar un grupo de filtros con una muy alta capacidad de gasto total.

- Algunos modelos grandes, verticales, son de mallas de acero, con cubierta de epoxy, mientras que otros pueden ser de mallas de acero inoxidable.
- En algunos de los modelos verticales el agua se hace girar para formar un vértice en el cual, las partículas más pesadas se mandan al fondo del cilindro donde se pueden remover por medio del lavado.
- Algunos modelos utilizan lavado automático para remover el exceso

de sólidos atrapados en la superficie de la malla. Una corriente directa de agua fluye a través de la superficie de la malla lavando y llevándose el exceso de material. Este exceso de material que ha sido atrapado en la corriente, después es forzado a recolectarse, en un área dentro del cuerpo del filtro donde puede ser removida más fácilmente por el lavado.

- Los populares modelos de lavado por “flujo directo” están diseñados para ser lavados sin desarmarlos. El agua de entrada pasa a través de una malla cilíndrica de adentro hacia fuera de la misma. El agua filtrada, que está todavía contenida dentro de la pared exterior del filtro luego pasa a través de una salida en la pared exterior. Estos filtros se lavan abriendo una gran válvula de lavado al final de la

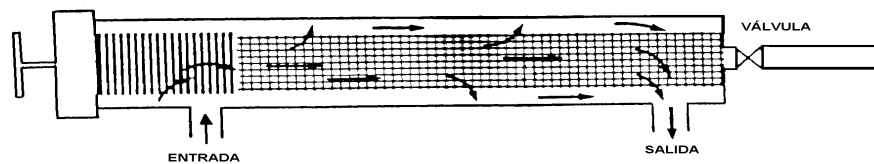


Fig. 3.- Filtro de malla

malla, que está opuesta al lado de la entrada. Entonces fluye el agua a gran velocidad a través del interior de la malla cilíndrica, lavándola y llevándose la mayoría de los sólidos acumulados, a través de la válvula de lavado abierta. La malla cilíndrica puede estar hecha de acero inoxidable donde sólo las partículas grandes se quedarán. En la mayoría de los sistemas de riego de bajo volumen, las partículas medianamente finas se deben remover por medio del filtrado. La malla de mesh más fina, para detener estas partículas más pequeñas, está hecha de un plástico polimérico flexible.

3- Filtro de discos

Un montón de discos de plásticos se juntan a presión durante la operación de filtrado y el agua es forzada por ellos de afuera hacia adentro. Los lados de los discos están rayados o ranurados con líneas finas. El número de líneas y su profundidad ayudan a controlar el tamaño “mesh”.

Durante el lavado, la dirección del flujo de agua puede regresarse y los discos en el montón se aflojan, para ayudar a limpiarlos de las partículas recolectadas. Los filtros tipo malla y disco son efectivos en costo, donde las fuentes de agua son bajas en sólidos inorgánicos. En sistemas de riego a gran escala, los filtros de malla son más frecuentemente usados como apoyo a los filtros de arena.

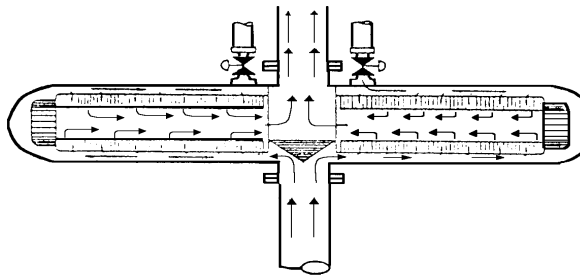


Fig. 4.- Filtros de Discos.

Operación y Mantenimiento.

- ◆ Si los filtros de malla son la única fuente de filtrado para el sistema, necesitan chequearse a menudo. Esto también es aplicable a los modelos automáticos y de lavado directo sólo un pequeño agujero en el filtro de

malla arruinará su efectividad. Si se usan manómetros, deben checarsse con cada riego. Se debe almacenar una gran cantidad de los empaques o sellos de hule que se requieren.

- ◆ Los filtros que deben desarmarse para su limpieza necesitarán mantenimiento frecuente, dependiendo de la calidad del agua. Los filtros de malla pequeños de plástico utilizan una bolsa coladora de nylon que debe ser removida y checada periódicamente. La cantidad de contaminación remanente después de la limpieza debe checarsse visualmente. Estos filtros pueden también ser dañados al enjuagarlos con un chorro de agua con mucha presión.
- ◆ El lavado de los filtros de malla se controla por la válvula de lavado. Esta válvula puede ser operada manual o automáticamente, como es común en sistemas grandes de riego.
- ◆ El lavado de filtros de malla debe hacerse cuando la disminución de presión a través de la malla alcanza alrededor de 5 psi (35 kPa/0.35 bars). Los sistemas automáticos usan un aparato llamado “switch de diferencial de presión” para detectar la disminución de presión a través de filtros de malla, algunos sistemas usan también un controlador, el cual se programa por el operador o alguien que por experiencia, sabe la cantidad aproximada de tiempo necesario entre lavados. Donde la cantidad de partículas en la fuente de aguas varía durante la temporada, será necesario ajustar el tiempo. Los aparatos de lavado automático deben checarsse cuando menos

cada tercer día en grandes sistemas de riego.

- ◆ El gasto del agua de lavado que pasa a través de la malla polímera o sintética diseñada para lavado directo debe ajustarse por medio de una válvula restrictora en la salida del lavado. Si el gasto a través de uno de estos filtros es muy alto; también se puede romper o dañar. Un gasto de lavado muy bajo da como resultado que muy poco del sedimento atrapado se remueva.
- ◆ Los fertilizantes pueden dañar o corroer ciertos materiales en el filtro de malla. Pudiera ser necesario inyectar cualquier fertilizante aguas abajo del filtro del sistema de riego con el fin de protegerlo de químicos dañinos. Donde el material fertilizante puede contener partículas de contaminación, se debe instalar un filtro separado en la línea de suministro del fertilizante.
- ◆ Los microorganismos no son visibles a simple vista. Si existen en cantidades suficientes pueden causar taponamiento orgánico en el filtro de malla. Algunas veces se pueden detectar cantidades más fuertes de contaminación orgánica tocando partes del filtro para ver si tienen una cubierta resbalosa o viscosa. La contaminación orgánica de estos filtros puede ser removida en ocasiones, enjuagando la malla con blanqueador casero o una solución de cloro. No todos los materiales de la malla pueden soportar el cloro y deben simplemente reemplazarse si están contaminados. Siempre tenga precaución y lea las etiquetas cuando use

blanqueador casero o productos de cloro.

- ◆ Cuando se usan como apoyo a los filtros de arena, el agua que pasa a través de ellos está relativamente limpia. Por lo tanto estos filtros sólo necesitan chequearse ocasionalmente.

4- Filtros de Arena.

Los filtros de arena son el método mas útil de filtrado, bajo un amplio rango de condiciones. Pueden remover sólidos tanto orgánicos como inorgánicos de aguas con más altos niveles de contaminación y aún así proporcionar el filtrado adecuado para los requerimientos de gasto de los grandes sistemas de riego. Pueden también filtrar hasta una medida muy pequeña mesh. Por lo tanto son comúnmente el mejor tipo de filtros para los sistemas de riego de bajo volumen.

Principio de diseño y función.

El tipo más popular de filtro de arena tiene la forma de un tanque cilíndrico. El diámetro de un filtro de arena casi siempre varía entre 2 y 4 pies (0.6 a 1.2 metros). El interior del tanque contiene una cama, o capa gruesa de arena. La profundidad de la cama de arena va desde 10 a 20 pulgadas (25 a 50 cm) en la mayoría de los filtros de arena. La arena en este tanque actúa como agente filtrante. El tamaño y forma del filtro de arena y la misma cama, son muy importantes para un filtrado adecuado. La habilidad de un filtro de arena para más contaminación que los filtros de malla o colador consisten en el hecho de que las partículas son atrapadas hasta una profundidad de pulgadas de arena en lugar de

solo en la superficie de la misma. Estos filtros operan bajo presión y tienen un área superficial relativamente grande sobre la cual la fuerza de la presión del agua puede actuar. Es por eso que son fabricados en un grado muy fuerte de acero. El interior del tanque puede estar cubierto con un revestimiento especial que resiste la acción raspante de la arena y la corrosión química.

- ◆ El agua de riego entra en este filtro en la parte de arriba, pasa a través de la arena y sale del tanque a través de un sistema de drenaje al fondo. El agua limpia que se encuentra aún bajo presión, sale del dren y entra a las líneas de salida donde se combina con agua limpia de uno o más filtros adicionales y es entonces canalizada al sistema de riego. El sistema de drenaje puede ser diseñado para evitar que la arena entre en el dren. Aún así, muchos diseñadores colocarán un filtro fuerte de malla inmediatamente después del filtro de arena. Esto puede no ser necesario, pero si alguna vez hay un problema, este filtro de malla, servirá como un apoyo en el proceso de filtrado.

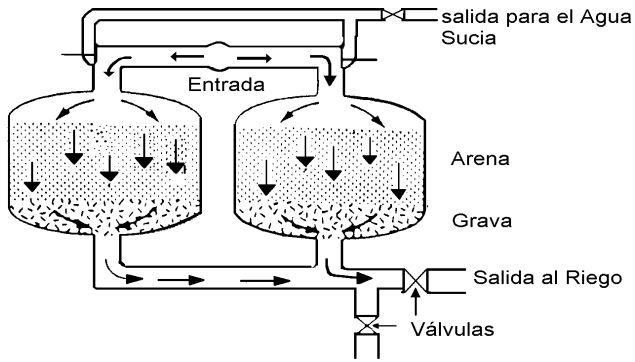


Fig. 5.- Filtros de Arena: Diagrama de filtración.

- El gasto del agua a través de un filtro de arena debe estar entre un rango de 15 a 20 gpm por cada pie cuadrado (600 a 1,000 m/m²) de área superficial de la cama de arena. Los gasto más altos o más bajos que este rango deben evitarse.
- ◆ Se pueden seleccionar diferentes tamaños, rugosidades y formas de grados de arena para la cama. Generalmente, entre mas fina la arena, más pequeña la partícula removida por el filtro. Una selección de formas y tamaños de arena permite un nivel de remoción de tamaño de partículas igual al que se obtiene con los diferentes tamaños mesh en los filtros de malla.
- ◆ Un filtro de arena puede remover partículas finas de arena, limo y material orgánico tales como algas, hiervas, semillas y bacterias individuales. La mayoría de los filtros de arena no remueven toda la arcilla del agua de riego. Se supone que el sistema de riego esta capacitado para manejar las partículas muy finas que quedan después del filtrado. Una recomendación estándar para un filtro de arena es que remueven todas las partículas mayores de 1/16

pulgadas del tamaño del paso más pequeño de agua del sistema de riego. Este se encuentra generalmente en el emisor o gotero.

- ◆ Un filtro de arena se limpia cambiando de dirección del flujo de agua en el filtro. Esto requiere un sistema de filtrado, que tenga cuando menos 2 filtros. Uno de los filtros proporciona el agua para retrolavar el otro y viceversa. Un sistema bien diseñado de filtros de arena proporcionará un exceso del agua que de hecho se necesita para el retrolavado.
- ◆ La cantidad de agua de retrolavado fluyendo a través del filtro, es a menudo controlada colocando una válvula en la tubería, que sirve de lavado de escape del sistema de retrolavado. El gasto del agua de retrolavado puede entonces ajustarse de tal manera que permita que la acción, adecuada, raspante de la arena ocurra, en el filtro, sin la pérdida de arena.
- ◆ Para un retrolavado automático, la válvula de retrolavado es casi siempre hidráulica y trabaja con agua bajo presión, que le proporciona la energía necesaria para que la válvula trabaje. El agua a presión se controla con una válvula solenoide eléctrica. Se pueden ajustar controladores eléctricos para proporcionar retrolavado rutinario basándose en tiempo. El retrolavado automático también se puede controlar por medio de un switch de diferencial de presión. que se activa cuando la diferencia entre la presión de entrada y salida alcanza un nivel preestablecido. El mejor controlador es una combinación de un controlador a base de tiempo con un switch, el controlador es reprogramado. Esto asegura que el filtro se retrolave lo suficiente para

prevenir la compactación de la cama de arena. La fuente de energía para estos puede ser la corriente de la red o pueden usarse unidades más modernas de energía solar.

Operación y Mantenimiento.

- ◆ La operación más importante a llevarse a cabo en cualquier filtro de arena es un adecuado retrolavado. Ajustar la válvula de retrolavado para igualar el gasto de retrolavado requerido es el ajuste más importante en un filtro de arena. Un gasto de retrolavado demasiado alto dará como resultado que las partículas contaminantes no salgan nunca del filtro. Aunque hay tablas disponibles de los fabricantes de filtros de arena para cada tipo o tamaño de arena, el gasto de retrolavado requerido es el ajuste más importante en un filtro de arena. El siguiente es un procedimiento sugerido a seguir cuando se ajusta la válvula de retrolavado para un retrolavado óptimo:
- ◆ Con la válvula de retrolavado cerrada, encienda el sistema de riego normal. Permita que el sistema alcance el gasto y presión de diseño. La capa de arena en los tanques debe ser la recomendada por el fabricante o el diseñador.
- ◆ Abra la válvula de retrolavado sólo un poquito. Esto permite el escape de aire atrapado si existe.
- ◆ Despacio y cuidadosamente abra el sistema de retrolavado en cada tanque para dejar que escape el aire atrapado a través de la línea de

retrolavado y la válvula restrictora parcialmente abierta, algo de agua mezclada con aire empezará a salir por la descarga de retrolavado.

- ◆ Cuando ya salió todo el aire de los tanques los sonidos de escupir cesarán y sólo el agua fluirá a través de la pequeña abertura de la válvula de retrolavado. Cierre el sistema de retrolavado en todos los filtros menos uno.
- ◆ El sistema de retrolavado sólo en este tanque se debe abrir completamente pero sólo mientras el flujo está aún siendo restringido por la válvula.
- ◆ Asegurando que el agua de retrolavado no sólo pueda verse sino también examinarse, lentamente abra la válvula hasta que una pequeña cantidad de arena se pueda ver saliendo del retrolavado. Instrumentos útiles para esto son, frasco transparente o cedazos más finos que el tamaño de la arena.
- ◆ Para hacer el ajuste final, que es cerrando la válvula de retrolavado hasta que solo una cantidad muy pequeña de arena se pueda ver. Si la arena es nueva puede contener un exceso de partículas finas que será necesario que sean lavadas o sacadas de la arena. Si no aparece arena en el agua del retrolavado, el gasto puede no ser suficiente para provocar un retrolavado para una limpieza adecuada del medio arenoso de filtrado. Trazas de arena en el agua clara es una señal de que está ocurriendo un adecuado retrolavado.
- ◆ Retrolave y cheque el gasto de retrolavado para cada tanque en el sistema. No deben existir grandes diferencias entre ellos, pero si existen, haga

chechar el filtro o el sistema.

- ◆ Aún en el sistema de retrolavado más cuidadosamente controlado, se pierde eventualmente algo de arena. Un adecuado mantenimiento de un filtro de arena incluye, checar el nivel de arena en el filtro y volverlo a llenar si es necesario. Para este propósito existe usualmente una tapadera para mantenimiento.
- ◆ No hay ninguna regla fija para establecer la necesidad de retrolavado, a causa de las diferencias obvias en calidad de agua, cambios en gastos diseñados de filtros, etc. Una regla empírica, general, es que el retrolavado probablemente debe empezar cuando la disminución de presión, entre el manómetro de entrada y el de salida, aumente, a entre 5 y 10 psi. Cuando empieza el retrolavado, el agua de descarga debe aparecer sucia.
- ◆ Se recomienda usualmente el retrolavado de un filtro de arena cuando menos una vez cada 24 horas con el fin de evitar que la arena se asiente demasiado y se compacte en la cama. El retrolavado diario también ayudará a no dejar a las partículas finas buscar su camino a través de la cama hacia la salida y dentro del sistema de riego. Sin embargo si el agua de entrada está muy limpia un retrolavado de menos de una vez al día puede ser aceptado. El retrolavado una vez al día puede hacerse manualmente. Si se necesita un retrolavado más frecuente, se recomienda la automatización.
- ◆ A medida que el retrolavado continúa, la descarga empezaría a mostrar

signos de claridad. Un buen retrolavado estará hecho cuando el agua de descarga aparece clara con sólo trozos de partículas de arena fina presentes. Los tiempos de retrolavado para varios filtros y situaciones pueden variar desde menos de un minuto hasta tanto como algunos minutos. En contadas situaciones puede requerir hasta 15 minutos.

- ◆ Aún cuando no se necesita mantenimiento frecuente en los controladores, las válvulas de retrolavado deben chequearse bajo un programa de mantenimiento acorde a las necesidades. Algunas válvulas de retrolavado están diseñadas para lubricarse en base a un horario según las recomendaciones del fabricante.
- ◆ Donde fueron instalados switches de diferencial de presión, estos deben chequearse rutinariamente contra las lecturas de los manómetros en las líneas de entrada y salida. El reajuste de estos switches lo debe efectuar solamente una persona que sabe como hacerlo.
- ◆ La falta de lavado puede llevar a un aumento de las diferencias de presión a través de la arena y a una cama compactada y llena de sedimentos. Si se permite que la cama se compacte mucho, después es posible que no se mueva para nada bajo condiciones normales de retrolavado. Una arena compactada algunas veces puede volverse a usar, simplemente removiéndola con un instrumento tal como una pala pequeña de madera que se levante cuando empiece el retrolavado. Desafortunadamente, las camas de arena severamente compactadas, pueden requerir ser quitadas y reemplazadas con

arena nueva. Cada vez que se necesite remover o quitar la arena, tenga cuidado de no dañar el filtro, siga las instrucciones del fabricante.

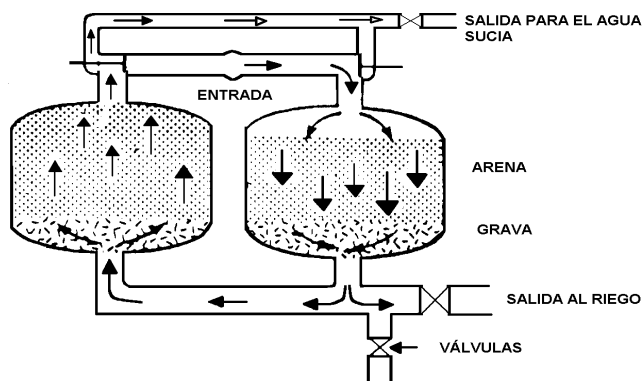


Fig. 6.- Filtros de Arena: Procesos de Lavado del proyecto.

- ◆ Los filtros de arena pueden proporcionar buenas condiciones para el crecimiento de ciertas bacterias. Una gran colonia de bacterias puede provocar que se cimente la arena en el filtro. Cuando esto ocurra, el resultado usual es que una parte de la arena cementa y otra no. La arena que está cementada no se limpiará durante el ciclo de retrolavado. La arena que si entra en el flujo del retrolavado puede no reagruparse adecuadamente en forma de cama. El resultado final es la creación de canales en la arena a través de los cuales la

contaminación tiene posibilidades de pasar y así entrar al sistema de riego.

- ◆ En algunos casos la química del agua y ciertos gases disueltos pueden dar como resultado que la arena se cimente. Si la arena parece estar cementada y no se rompe fácilmente cuando se remueve, será necesario reemplazarla. En tal caso, lo mejor es determinar porque ocurrió la cementación y corregir el problema, en lugar de continuar empleando el sistema a riesgo de arruinar y perder el cultivo.

XI. ANALISIS DE RESULTADOS.

DISCUSIÓN

1.- En la instalación se presentaron algunas fugas de agua, las que se

corrigieron en las pruebas, éstas se propiciaron porque la gente que realizó los trabajos fueron los propios trabajadores del rancho; los cuales no estuvieron seleccionados de acuerdo a las tareas a realizar puesto que como el zanjeo ocupa mucha gente, no se previó la selección de instaladores, y por lo tanto se cometieron errores en la instalación, los cuales no se reportaron al encargado de la obra. En algunos proyectos se retrasó la instalación por que el dueño del rancho utilizó poco personal para la ejecución de esta actividad. El cambio constante de personal para la instalación por parte del productor siempre acarrea consigo el atraso de esta actividad, por que fue necesario volver a capacitar al personal.

2.- Ya en la operación se dañaron algunos accesorios del inyector de fertilizantes puesto que el operador no conocía el manejo adecuado de las herramientas. Los accesorios fueron repuestos y cargados a la cuenta del productor. Los manómetros sensibles de 0 -15 lb/in² y 0 - 30 lb/in² se salieron de su calibración, por el mal uso del operador, los cuales fueron solicitados y entregados al productor cargándose a su cuenta. En algunos proyectos no respetaron la operación de las secciones de riego y se abrieron más válvulas de lo especificado, lo cual trajo como consecuencia que se manejaran bajas presiones y menores gastos en los emisores, y por lo tanto el taponamiento en los mismos estuvo presente.

3.- En mantenimiento fue necesario calibrar las válvulas por sección a la presión especificada, por la ausencia de manómetros sensibles al ser

descalibrados, y en cuanto a los filtros de arena y grava se volvieron a recargar de arena, por que como se dijo, el personal modificó la válvula del retrolavado e hizo que se expulsara ésta al lavar los filtros. La aplicación de algunos fertilizantes trajo como consecuencia la compactación de la arena en los filtros, la cual fue sacada y lavada, y la faltante se repuso.

CONCLUSIONES

1.- Para la instalación se debe utilizar el personal del rancho como política de la compañía, pero se considera que faltó un poco más de concientización del productor como de los trabajadores; para evitar errores en está actividad, y no retrasar los trabajos por falta de la misma.

2.- Respecto a la operación es necesario instruir al personal encargado de operar el sistema para evitar mal uso del mismo y como consecuencia elevar los costos de operación e incluso la pérdida total del sistema, ya que estos son por cuenta del productor, y es necesario recalcarlo antes de los errores.

3.- El sistema de riego se debe mantener en las mejores condiciones posibles, tomando en cuenta principalmente la filtración, los cuales se deben revisar cada tercer día el retrolavado, además deben estar libres de contaminación química y orgánica. Las válvulas de las secciones deben operar a las presiones adecuadas para evitar taponamientos de emisores, así como el gasto adecuado.

OBSERVACIONES

- 1.- En la instalación se requiere personal capacitado, pero la política de la compañía es usar la gente que operará el sistema y se hace necesario implementar nuevas formas de capacitar a estas personas.
- 2.- En la operación se observó que el mal uso de los accesorios utilizados repercute en los costos de producción, sin embargo a través del tiempo se fue eficientando esta actividad por parte del personal encargado.
- 3.- En el mantenimiento se observó que los productores no tienen la cultura de revisar periódicamente el buen funcionamiento del sistema por lo cual hicieron gastos que se pudieron evitar, y fue hasta entonces que llevaron acabo las recomendaciones indicadas.

RECOMENDACIONES

- 1.- El productor deberá contemplar el total del personal para la excavación de las zanjas, así como para la instalación del sistema de riego. Evitar el cambio constante de personal en las diferentes fases del trabajo, ya que esto implica volver a capacitar al personal y retrasar la actividad.
- 2.- En la operación del sistema se recomienda emplear personal de confianza. Para que se realicen de manera adecuada y evitar problemas de mal uso de los materiales empleados en está actividad.
- 3.- Los empleados deberán reportar al técnico encargado todas las fallas que

presente el sistema, así como aprender a repararlas.

XII. REVISIÓN DE LITERATURA

Anónimo 1975. Memorias del Seminario Nacional sobre Riego por

Goteo. Hermosillo Sonora. Tomo 1 y 2

García C. y Briones S. G. 1997. Sistemas de Riego por Aspersión y Goteo.

Editorial Trillas, S. A. DE C.V. UAAAN, Buenavista Saltillo, Coahuila, Mexico.

Martínez Aguirre Jorge A. 1986. Evaluación de Sistemas de Riego por Goteo, .

MONOGRAFIA de Licenciatura, UAAAN, Saltillo, Coahuila, México.

Martínez Negrete Francisco. 1997. Manejo y Operación de los Sistemas de

Riego por Superficie, Aspersión y Goteo. MONOGRAFIA de Licenciatura, UAAAN, Saltillo, Coahuila, México.

Mena Córdoba Carlos E. 1969. Ensayo Preliminares sobre la Utilización del

Sistema de Riego por Goteo en la Producción de Repollo en Saltillo, TESIS de Licenciatura, UAAAN, Saltillo, Coahuila, México.

Pompa Gómez, Pedro. 1979. Riego a Presión, Aspersión y Goteo. Segunda

Edición, Editorial ADEO, Barcelona, España.

Rodríguez S. F. 1982. Riego por Goteo. Primera Edición. AGT Editor.

Rojas Peña Lindolfo y Briones Sánchez Gregorio, 1990. Sistemas de Riego.
UAAAN, Saltillo, Coahuila, México.

Us Torres Raúl M, 1997. Elaboración de un Proyecto e Instalación de un
Sistema de Riego por Micro – Aspersión para Nogales en Crecimiento,
TESIS de Licenciatura Saltillo, Coahuila, México.

A N E X O S

Anexo 1

MATERIAL NACIONAL (PARA EL PLANO 1 Y 2 DEL PROYECTO)		HOJA 1
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
INYECTOR 2" C/MOTOR 5 HP	PZA	1.0
ANILLO HIDR METR 160 MM	PZA	13.0
ANILLO HIDR METR 200 MM	PZA	6.0
CURVA PVC HIDR METR C/2C 90 – 160 MM	PZA	1.0
EMPAQUE NEOPRENO BRIDA 100 MM	PZA	2.0
EMPAQUE NEOPRENO BRIDA 150 MM	PZA	11.0
EXTR PVC HIDR METR CAMP 160 MM	PZA	1.0
LUBRICANTE REXOLIT 500 GRS.	PZA	7.0
REDUC PVC HIDR METR – ING CAMP 160-100 MM	PZA	2.0
REDUC PVC HIDR METR – METR CAMP 200 -160 MM	PZA	3.0
TAPON PVC HIDR METR CAMP 160 MM	PZA	1.0
TE PVC HIDR METR – ING C/2C 160 – 75 MM CEM	PZA	2.0
TE PVC HIDR METR – METR C/3C 160 – 160 MM	PZA	1.0
TE PVC HIDR METR – METR C/3C 200 – 200 MM	PZA	1.0
TUBO PE-BD 16 MM (13.2 X 16 MM) (200 M)	ROLLO	11.0
TUBO PVC HIDR CEM 150 MM RD – 26	METRO	6.0
TUBO PVC HIDR CEM 50 MM RD – 26	METRO	42.0
TUBO PVC HIDR CEM 75 MM RD – 26	METRO	42.0
TORNILLO C/TUERCA ¾" – 2 ½"	PZA	40.0
TORNILLO C/TUERCA ¾" – 3 ½"	PZA	24.0

TORNILLO C/TUERCA ¾" – 4 ½"	PZA	16.0
TORNILLO C/TUERCA ¾" – 6 ½"	PZA	8.0

MATERIAL NACIONAL (PARA EL PLANO)

HOJA 2

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
TORNILLO C/TUERCA ¾" – 7"	PZA	8.0
TORNILLO C/TURCA 5/8" – 2 ½"	PZA	16.0
TUBO FO NO 6" CED-40	METRO	4.0
CINTA TEFLON ¾" (10 M)	PZA	4.0
COPLE GALV 1"	PZA	1.0
COPLE GALV 1 ½"	PZA	3.0
COPLE GALV ½"	PZA	1.0
COPLE GALV 2"	PZA	2.0
NIPLE GALV ¾" – 2"	PZA	2.0
NIPLE GALV 3" – 6"	PZA	1.0
NIPLE GALV 4" – 6"	PZA	2.0
REDUC BUJE GALV ½" – ¼"	PZA	1.0
TAPON MACHO GALV 1"	PZA	1.0
TAPON MACHO GALV 1 ½"	PZA	3.0
TAPON MACHO GALV 2"	PZA	2.0
PROBETA POLIPROPILENO NALGENE DE 50 ML	PZA	1.0
PINTURA NARANJA	LITROS	4.0
PINTURA BLANCA	LITRO	4.0
BRIDA SOLDABLE FO NO 4"	PZA	4.0
BRIDA SOLDABLE FO NO 6"	PZA	12

ANEXO 2

MATERIAL DE IMPORTACION (PARA EL PLANO)

HOJA 1

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
MANOMETRO 7-100 LF (0-7 KG/CM ²)	PZA	1.0
MANOMETRO 7-15 (0-1 KG/CM ²)	PZA	1.0
MANOMETRO 7-30 (0-7 KG/CM ²)	PZA	1.0
ADAP BRONCE TOMA DE PRESIÓN	PZA	12.0
AGUJA PARA TOMA DE PRESIÓN	PZA	2.0
EMPAQUE DE INICIAL P/PVC	PZA	1270.0
INICIAL INSER 16 MM	PZA	1270.0
ADAPT PVC CED-40 CEM HEMBRA 2"	PZA	2.0
ADAPT PVC CED-40 CEM MACHO 4"	PZA	2.0
BRIDA PVC CED-80 CEM 6"	PZA	4.0
CODO PVC CED-40 CEM 45-3"	PZA	3.0
CODO PVC CED-40 CEM 45-4"	PZA	3.0
CODO PVC CED-40 CEM 45-6"	PZA	2.0
CODO PVC CED-40 CEM 90-2"	PZA	24.0
CODO PVC CED-40 CEM 90-3"	PZA	41.0
CODO PVC CED-40 CEM 90-4"	PZA	9.0
CODO PVC CED-40 CEM 90-6"	PZA	1.0
COPLE PVC CED-40 CEM 3"	PZA	12.0
NIPLE PVC CED-80 CEM – ROSC 1" – 3"	PZA	1.0
NIPLE PVC CED-80 CEM – ROSC 2" – 4"	PZA	24.0
NIPLE PVC CED-80 CEM – ROSC 3" – 6"	PZA	2.0

MATERIAL DE IMPORTACION (PARA EL PLANO)

DESCRIPCION	UNIDAD	HOJA 2 CANTIDAD
NIPLE PVC CRISTALINO CEM 4" – 24"	PZA	1.0
REDUC PVC CED-40 CEM BUJE 3" – 2"	PZA	26.0
REDUC PVC CED-40 CEM BUJE 4" – 3"	PZA	11.0
REDUC PVC CED-40 CEM BUJE 6" – 3"	PZA	1.0

TAPA PVC CED-40 RH 2"	PZA	12.0
TE PVC CED-40 CEM 3"	PZA	14.0
TE PVC CED-40 CEM 4"	PZA	10.0
TE PVC CED-40 CEM 6"	PZA	1.0
VALV SPEARS PVC BOLA ¾" RH (VITON)	PZA	2.0
VALV SPEARS PVC BOLA 3" CEM (VITON)	PZA	12.0
VALV DOU CHECK WAFER PCW – 150 DE 6"	PZA	1.0
VALV MARIPOSA 6" VBE2-W C/PALANCA	PZA	2.0
ARENA G78 DE 0.78 MM #11 MESH 140 (1 PIE CUB)	BOLSA	26.0
FILTRO CANASTA MOD SB 6" BRID MESH 80	PZA	1.0
FILTRO GRAVA MOD 48 WW-2 (AUTO A/C)	UNI	1.0
MEDIDOR MC CROMETER MO-306 SILLETA 6"	PZA	1.0
ANILLO AZUL P/REGANTES 60, 80 Y 100	PZA	1470.0
COPLE TYPHOON – INSER 16 MM SIN ANILLO	PZA	1270.0
COPLE TYPHOON – TYPHOON SIN ANILLO	PZA	100.0
ROLLO GOTERO STREAMLINE60 – 0.87A 30 CM (3500M)	ROLLO	34.0
VALV 33Q FOFO 3" RH ALIV PRESIÓN RAPIDA (6 BAR)	PLA	1.0
VALV ADM Y EXP CONTINUA BARAK 2" RM (16 BAR)	PZA	3.0

MATERIAL DE IMPORTACION (PARA EL PLANO)

HOJA 3

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
VALV ADM Y EXP EMEK 2" RH (10 BAR)	PZA	12.0
VALV COMPUERTA BRONCE 4"	PZA	1.0
CEMENTO OATEY GRIS-31118-GALLON	GALON	4.0
LIMPIADOR OATEY MORADO-30759-GALLON	GALON	5.0
GRAVA TRITURADA ½" – ¾" (1 PIE CUB)	SACO	14.0

ANEXO 3

PLANOS 1 Y 2

Nota: Para visualizar el plano favor de consultar las memorias, por condiciones de espacio no se agrega en los discos 3 ½"

ANEXO 4

REPORTE DE ENTREGA DEL EQUIPO DE RIEGO.

CAMPO: PIEDRA COLORADA

PROYECTO: RGH - 99 - 815

PROPIETARIO: RAÚL MORENO G.

RIEGO POR: GOTEO

FECHA: 15 DE MARZO DE 1999

CULTIVO: TOMATE

1.- OPERACIÓN DEL EQUIPO

SECC	P R E S I O N E S EN KG/CM2					GASTO MEDIDO	GASTO PRINCIP	DE LOS EN MEDI	EMISO. FINAL
	ANT. FIL	ENT. FIL	DES. FIL	PUR. PRI	ULT. REG				
A	3.5	3.5	3.45	0.843	0.773	33 LPS	0.87LPH	0.85LPH	0.84LPH
B	3.5	3.5	3.45	0.843	0.773	33 LPS	0.87LPH	0.85LPH	0.84LPH
C	3.5	3.5	3.45	0.843	0.773	31 LPS	0.87LPH	0.85LPH	0.84LPH

2.- CONDICIONES DE LOS ELEMENTOS DEL EQUIPO:

FILTROS DE GRAVA: *BUENAS COND.* INYECTOR DE FERTILIZANTES: *BUENAS COND.* VALV. DE SECC: *BUENAS COND.*
 HIDROCICLONES: _____ MEDIDOR DE AGUA: *BUENAS COND.* REG. DE PRES _____
 FILTROS DE MALLAS: *BUENAS COND.* TUBERIA PRINCIPALES: *BUENAS COND.* LINEAS REGAN: *BUENAS COND.*
 VALV. FILTRACIÓN: *BUENAS COND.* TUBERIA SECUNDAR: *BUENAS COND.* EMISORES: *BUENAS COND.*
 PVC FILTRACIÓN: *BUENAS COND.* TUBERIA TERCARIA: *BUENAS COND.* VALV. DE AIRE: *BUENAS COND.*
 MANOMETROS: *BUENAS COND.* CONEXIONES _____ EQUIP. DE BOMB: *BUENAS COND.*
 INYECTOR DE ACIDOS _____ PULG. PRINCIPALES: *BUENAS COND.* CALIDAD DEL AGUA: *BUENA*
 NOTA: TODOS LOS COMPONENTES DEL EQUIPO SUMINISTRADOS POR AQUAFIM, S.A. DE C.V. TIENEN SEIS DE
 GARANTIA CONTRA DEFECTOS DE FABRICACION, A PARTIR DE LA FECHA DE ESTE REPORTE.

3.- HERRAMIENTAS PARA OPERACIÓN ENTREGADAS AL PRODUCTOR:

INSTRUCTIVO DE SERVICIO Y MANTENIMIENTO. PLANO DEL EQUIPO
 MANOMETROS DE 0 – 15 Y 0 – 30 lb/in² PROBETA 50 ML
 NOTA: EN EL CAMPO SE ENTRENO A : *ARMANDO MORENO G.*

ANEXO 5

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL EQUIPO DE RIEGO

CAMPO: PIEDRA COLORADA PROYECTO: RGH - 99 - 815

1.- ANTES DE PRENDER EL BOMBEO, REVISAR QUE ESTEN ABIERTAS LAS VALVULAS DE LA SECCION A REGAR

Y CERRAR TODAS LAS DEMAS VALVULAS.

2.- ESPERAR DE 10 A 15 MIN. A QUE LA TUBERIA ESTE LLENA Y REVISAR PRESIONES:

ANTES DE FILTROS: 3.5 KG/CM²
 DESPUÉS DE FILTROS: 3.5 KG/CM²
 PURGAS PRINCIPALES: 0.843 KG/CM²
 REGANTES: 0.773 KG/CM²

3.- REVISAR EL GASTO DE AGUA EN:

EL MEDIDOR: 33 LPS LOS EMISORES: 0.85 LPH

4.- PURGAR TUBERIA PRINCIPALES CADA TERCER RIEGOY/O DESPUÉS DE HACER CUALQUIER APLICACIÓN DE PRODUCTOS, A TRAVÉS DEL EQUIPO. PURGAR REGANTES CADA 5 DIAS Y/O DESPUÉS DE HACER CUALQUIER APLICACIÓN DE PRODUCTOS, PARA MANTENER LIMPIO EL SISTEMA.

5.- HACER APLICACIONES DE ÁCIDO, DURANTE UNA HORA PARA MANTENER LIMPIO EL EQUIPO; EL VOLUMEN EN LITROS DE ÁCIDO SERA IGUAL A LOS LITROS POR SEGUNDO DE AGUA QUE NOS DE EL EQUIPO. EN GOTEO MENSOALMENTE.

6.- EL RETROLAVADO SE FILTROS DE ARENA SE EFECTUARA CADA 2 HORA; Y/O CUANDO HAYA UNA DIFERENCIA DE PRESIÓN DE 10 LB/IN².

7.- LA LIMPIEZA DE MALLAS SE EFECTUARA CADA 4 DIAS Y/O CUANDO EL DIFERENCIAL DE PRESIÓN SEA DE 10 LB/IN².

8.- AL HACER APLICACIÓN DE PRODUCTOS A TRAVÉS DEL EQUIPO RECOMENDAMOS:

- A) DESPUÉS DE LA APLICACIÓN REGAR CON AGUA SIN PRODUCTO DURANTE 30 MINUTOS, USANDO A LA VEZ EL INYECTOR CON AGUA LIMPIA.
- B) HACER APLICACIONES CON ÁCIDO DESPUÉS DE APLICAR ALGUN PRODUCTO, SIEMPRE Y CUANDO ESTE NO REACCIONE FORMANDO PRECIPITADOS CON EL PRODUCTO ANTES INYECTADO.
- C) CUANDO SE APLIQUE MEZCLAS DE DIFERENTES PRODUCTOS, HACER PRUEBAS DE COMPATIBILIDAD EN UN FRASCO TRANSPARENTE; SI SE PRESENTARA ALGUN PRECIPITADO QUE PUDIESE TAPAR LOS EMISORES, NO INYECTARLO A TRAVÉS DEL EQUIPO DE RIEGO.

9.- PARA UNA EFICIENTE DISTRIBUCION DEL AGUA, SE REGARA DE LA SIGUIENTE MANERA:

SECCION 1: 5 HORAS SECCION 2: 5 HORAS SECCION 3: 5 HORAS