



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA Y CIENCIAS DE LA
PRODUCCIÓN**

**PROGRAMA DE TECNOLOGÍA
EN AGRÍCOLA**

**Informe de pasantías realizadas en
la Hacienda "BUENA VISTA"
2009**

Previo a la obtención del Título de:

TECNÓLOGO EN AGRICULTURA

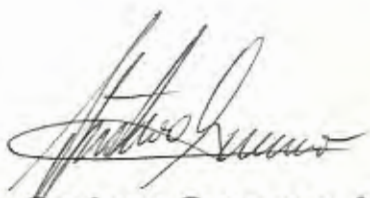
Presentado por:

ÁNGEL ANTONIO TRIANA TOMALÁ

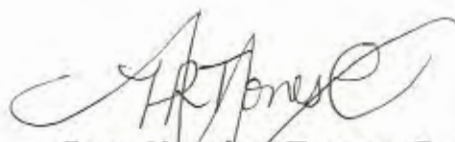
GUAYAQUIL - ECUADOR

AÑO: 2012

Tribunal de Evaluación



Ing. Gustavo Guerrero M.
DÉCANO DE LA FIMCP



Ing. Haydee Torres C
COORDINADORA PROTAG



Ing. Antonio Borbor C.
PROFESOR DELEGADO



Declaración Expresa

La responsabilidad del contenido del presente "informe de pasantías" me corresponde exclusivamente, y el patrimonio intelectual del mismo a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL (ESPOL)

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Ángel Antonio Triana Tomalá', is positioned above a horizontal dashed line.

Ángel Antonio Triana Tomalá

Tribunal de Evaluación

Ing. Francisco Andrade S.
DECANO DE LA FIMCP

Ing. Haydee Torres C
COORDINADORA PROTAG

Ing. Antonio Borbor
PROFESOR DELEGADO

Resumen

En los últimos años se han venido desarrollando diferentes tipos de explotación agrícola utilizando diferentes tipos de riego, ya que el agua juega, un papel importante en la vida del ser humano en particular y del planeta en general y debido a su escasez es nuestra obligación optimizar su uso y consumo y una de las formas de hacerlo es empleando una adecuada técnica de riego.

El presente trabajo tiene como finalidad investigar acerca de los métodos de instalación de riego, ya que por su importancia valdría conocer datos técnicos para optimizar el recurso hídrico. Las pasantías se realizaron en el recinto "Canta Gallo" cantón Jipijapa, Provincia de Manabí en una hacienda llamada "Buena Vista" donde se desarrollara la producción de diferentes cultivos hortícolas. (Nov,2009-Julio 2010)

Adicionalmente se busca conocer la mejor forma de instalación tomando en consideración varios parámetros, como son: ubicación del pozo de agua, tipo de suelo, horas de incidencia de la luz, viento, evapotranspiración, tipo de suelo, calidad del agua, humedad relativa. Factores agrometeorológicos que deben tomarse en consideración, Previa la instalación de cualquier tipo de sistema de riego. Que en esta ocasión sería, riego por goteo o riego localizado.

El riego Localizado es una conquista más en la lucha por conseguir una utilización del agua lo más favorable para la planta y, al mismo tiempo, ahorrando dispersiones y pérdidas que en países, como el nuestro, especialmente en la zona,

donde los recursos hídricos son cada día más escasos, constituyen un lujo que no se pueden permitir.

Es más, el riego localizado puede también utilizar aguas salobres o aguas recicladas cuestión ésta inimaginable hace algunos años.

Los sistemas de filtrado, los equipos de fertirrigación, la hidromecánica aplicada a los equipos de control unidos a la aplicación de nuevos materiales derivados del petróleo (PVC y PE y últimamente el polipropileno) han dado paso a nuevos sistemas que, con el exclusivo objetivo de economizar el agua y la mano de obra, están avanzando día a día de forma sorprendente.

Debo aclarar sin embargo, que este proyecto fue parte de un proyecto de infraestructura de riego de la hacienda, que comprende cuatro elementos:

- Tubería de descarga del pozo hacia los filtros.
- La distribución de agua en el campo en las tuberías principales.
- Distribución del agua en las tuberías secundarias.
- Riego localizado, riego por goteo o micro irrigación.

La ejecución de este trabajo tuvo como finalidad la instalación del sistema de riego por goteo para los cultivos de pepino, tomate y pimiento en la Hacienda "Buena Vista".

Índice	Página
Declaración Expresa.	
Tribunal de Evaluación.	
Resumen.	1
Índice General.	3
Índice de Figuras.	4
Introducción.	5
Objetivos.	6
<i>Generales.</i>	6
<i>Específicos.</i>	6
CAPITULO 1 Revisión de Literatura.	7
CAPITULO 2 Desarrollo Práctico.	49
Conclusiones y recomendaciones.	51
Anexos.	52
Bibliografía.	54



Índice de Figuras.

Pagina

Figura 1.	Riego por goteo	7
Figura 2.	Riego por micro aspersor	7
Figura 3.	Componentes de instalación	9
Figura 4.	Cabezales de filtrado	10
Figura 5.	Filtrado del agua de pozo	11
Figura 6.	Filtro de Arena	13
Figura 7.	Filtro de malla	14
Figura 8.	Filtro de anillas	15
Figura 9.	Filtro de mallas auto limpiantes	16
Figura 10.	Inyectores de fertilizante	17
Figura 12.	Bulbo húmedo	30
Figura 13.	Bulbo según tipo de suelo	31
Figura 14.	Movimiento del agua según el bulbo	32
Figura 15.	Distribución de las sales según bulbo	33
Figura 15.	Ejemplo de bulbo húmedo	34
Figura 16.	Tabla de tolerancia de salinidad	35
Figura 17.	Tabla de cálculo de lavado	36
Figura 18.	Cuadro relación textura – suelo	37
Figura 19.	Cuadro de agua disponible según suelo	38
Figura 20.	Cuadro Agotamiento agua - suelo	39

Introducción

Las presentes pasantías tuvieron como fin conocer, investigar, experimentar y analizar los diferentes tipos de sistemas de riego agrícola.

Por ser una parte de vital importancia en el desarrollo de los cultivos, ya que en muchas ocasiones el agua es un factor limitante para el desarrollo de actividades agrícolas.

Debo hacer hincapié en que, sin tecnologías acordes con nuestra realidad es virtualmente imposible o resulta onerosa cualquier explotación agrícola lo que afectaría al desarrollo social, económico del país y de las comunidades inmersa o que dependan de la agricultura.

Es por esto que el sistema de riego por goteo, que es un sistema de humedecimiento limitado del suelo, en el cual se aplica agua únicamente a una parte del volumen del suelo ocupado por el cultivo y nos permite suministrar la cantidad de agua exacta a través de sus emisores localizados en puntos estratégicos, serán la clave para los cultivos hortícolas en el futuro ayudándonos a controlar uno de los recursos más importantes como es el agua.



Objetivos

Generales

- Conocer los diferentes tipos de sistemas de riego.
- Estudiar los requerimientos de agua de acuerdo al cultivo.

Específicos

- Determinar los procedimientos para la selección del sistema de riego para cultivos de ciclo corto.
- Estudiar los diferentes tipos de filtros para sistemas de riego por goteo.

CAPITULO 1

Revisión de Literatura.

Riego localizado

Por riego localizado se entiende aquel que entrega el agua a uno o varios puntos determinados, generalmente lo más cerca de las raíces de las plantas, con el fin de que su aprovechamiento sea máximo con las menores pérdidas, manteniendo una zona de terreno, llamada bulbo, en constante humedad.

Con respecto a otros sistemas de riego, lo que diferencia al riego localizado es que:

- Sólo se moja una fracción de suelo
- Se utilizan pequeños caudales a baja presión
- Son menores las pérdidas de agua produciéndose un importante ahorro.
- El agua se aplica con alta frecuencia.

El riego localizado puede dividirse en dos grandes bloques. Por un lado está el riego por goteo, y por otro el riego por micro aspersión (Figura 1 y 2)



Fig.1 Riego por goteo



Fig.2 Riego por micro aspersor

Según la norma UNE de material de riego, en el riego por goteo el agua se aplica mediante dispositivos denominados goteros o emisores, que suministran el agua en forma de gota a gota o flujo continuo, con un caudal que no supera los 16 litros/horas por punto de emisión o por metro lineal de manguera de goteo.

En el riego por micro aspersión el agua se aplica mediante dispositivos, llamados difusores o micro aspersores, que distribuyen el agua en forma de lluvia fina sobre un diámetro no mayor de 6 metros, cuando alguna de las partes está dotada de movimiento de rotación, y sin límite de diámetro regado cuando ninguno de sus componentes es giratorio. Los difusores que disponen de elementos giratorios reciben el nombre de micro aspersores. Los caudales suministrados están comprendidos entre 16 y 200 litros/hora. (Tafur, L. 2008.)

Componentes de la instalación

Toda instalación de riego localizado debe constar de:

- Cabezal de riego.
- Red de distribución.
- Mecanismos emisores de agua.
- Dispositivos de control.

Cabezal de riego localizado

El cabezal comprende un conjunto de aparatos que sirven para tratar, medir y filtrar el agua, comprobar su presión e incorporar los fertilizantes. De éste depende, en gran parte, el éxito o fracaso del riego, por lo que debe prestarse una gran importancia a su instalación, ya que desde él se regula el suministro de agua y un gran número de prácticas agrícolas, tales como la fertilización y la aplicación de pesticidas. (Figura 3)



Figura 3. Fuente: www.ocwus.us.es

En los sistemas de riego localizado lo usual es contar con un sistema de bombeo que dota al agua de la presión necesaria para alcanzar el punto más lejano de la red, y puede formar parte del cabezal o estar en un lugar independiente. También existen casos en los que el agua llega a la instalación a través de una red de riego a la demanda, con la presión suficiente por lo que este sistema no es necesario. (Figura 4)



Figura 4. Cabezal de filtrado. Fuente: www.raulpalomo.com

Sistemas de filtrado

El sistema de filtrado es el componente principal del cabezal, compuesto por distintos tipos de filtros con los que se pretenden eliminar las partículas y elementos que lleva el agua en suspensión y puede ocasionar obturaciones en cualquier parte de la red de riego, principalmente en los emisores.

Para evitar las obturaciones se colocan una serie de filtros en el cabezal. Si el agua de riego contiene gran cantidad de sólidos en suspensión es conveniente realizar un prefiltrado a la entrada del cabezal. Suelen utilizarse uno o varios hidrociclones, aunque si el agua llega al cabezal sin presión, el mejor sistema para eliminar los sólidos en suspensión son las balsas o los depósitos de decantación.

La obturación de los emisores es uno de los problemas más importantes de los sistemas de riego localizado. Suele producirse por partículas minerales (arena, limo, arcilla), partículas orgánicas (algas, bacteria, restos de plantas o animales), y sales precipitadas que provienen de los fertilizantes añadidos, o las que están presentes en el agua de riego. Si se producen obturaciones, el coste de mantenimiento de la red será mayor, la duración de los componentes de la instalación se verá reducida y el agua de riego se aplicara con menos uniformidad. (Figura 5)



Figura 5. Fuente: www.filtomatwatersystem.com

Una vez que las partículas más gruesas se han eliminado, el agua pasa por el equipo de filtrado y queda lista para su distribución por la red (si hay equipo de fertirrigación, los inyectoras añadirán antes los elementos que hayamos programado al agua de riego). Si el conjunto de filtros está en

paralelo, la capacidad de filtrado será la suma de las capacidades de cada uno de ellos, y si están en serie será la del filtro de menor capacidad. Una vez conozcamos la capacidad de filtrado, sabremos cuantos filtros hay que instalar en paralelo o en serie atendiendo al caudal que va a circular por la red. Los filtros más usuales en un equipo de filtrado son:

Una vez que las partículas más gruesas se han eliminado, el agua pasa por el equipo de filtrado, quedando así lista para su distribución en la red. Fundamentalmente los tipos de filtros utilizados son: de arena, de malla y de anillas.

Filtro de arena

Retienen partículas orgánicas (algas, bacterias) e inorgánicas (arenas, limos, arcillas, precipitados químicos). Es muy adecuado para filtrar aguas con gran cantidad de pequeñas partículas o materia orgánica. El elemento filtrante es la arena, cuyo diámetro debe ser igual al diámetro de paso de agua del gotero.

Para limpiar el filtro se invierte el sentido de circulación del agua con lo que hay que prever las correspondientes derivaciones de las tuberías de entrada y salida. Para garantizar una mejor limpieza conviene instalar dos filtros, de manera que el agua filtrada de uno de ellos sirva para hacer la limpieza del otro.

Este tipo de filtros se colocan antes de los contadores y de las válvulas volumétricas, ya que estos elementos requieren para su funcionamiento aguas muy limpias. (Figura 6)

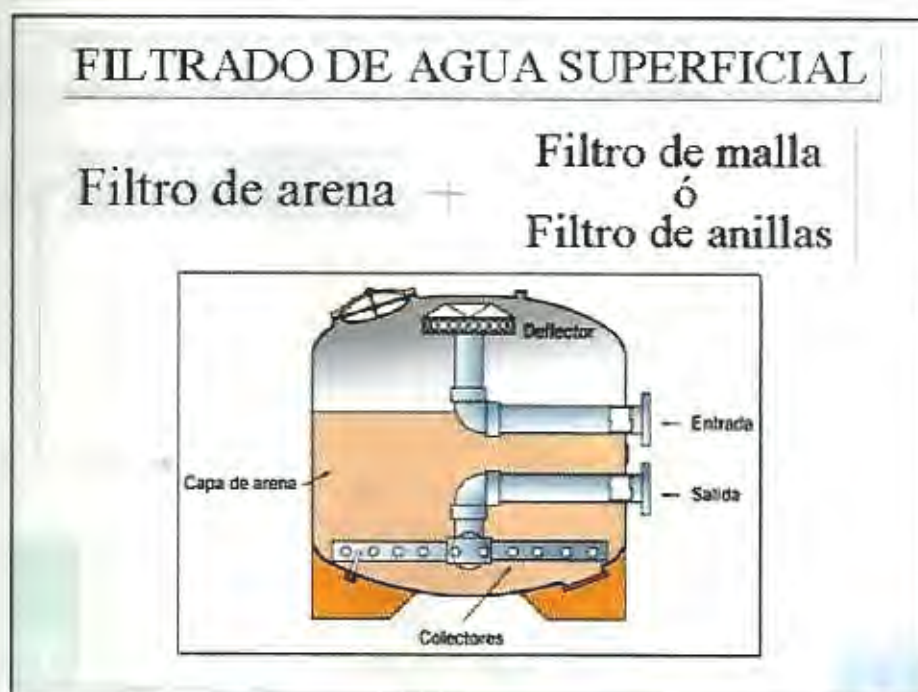


Figura 6. Fuente: info@elriego.com

Filtro de malla

El elemento filtrante es una malla de acero o de material plástico. El agua entra circulando de dentro hacia el exterior. Las partículas filtradas quedan retenidas en la cara interior del cartucho de malla. La limpieza se efectúa desenroscando el filtro y limpiándolo con un cepillo suave y con agua a presión. Este tipo de filtros se colmatan con rapidez, por lo que son utilizados para retener partículas inorgánicas en aguas que no se encuentren muy contaminadas. Se instalan en los cabezales de riego, tras los filtros de arena, ya que retienen las partículas que pudieran escaparse de aquellos.

Los fertilizantes se inyectan entre el filtro de arena y el de malla. De esta forma no se favorece la formación de algas en el filtro de arena, y el de malla retiene las impurezas de los fertilizantes y los precipitados que se puedan formar. (Figura 7)



Figura 7. Fuente: info@elriego.com

Filtro de discos o anillas

El elemento filtrante es un conjunto de anillas o de discos montados sobre un soporte cilíndrico. El agua se filtra por las ranuras de los discos y pasa ya filtrada a través de unos orificios al interior del cilindro. La limpieza de este tipo de filtro es sencilla, basta abrir la carcasa y dirigir un chorro de agua a presión hacia la zona de los entre discos.

El filtro de anillas tiene la misma aplicación que el filtro de malla, utilizándose uno u otro indistintamente. (Figura 8)

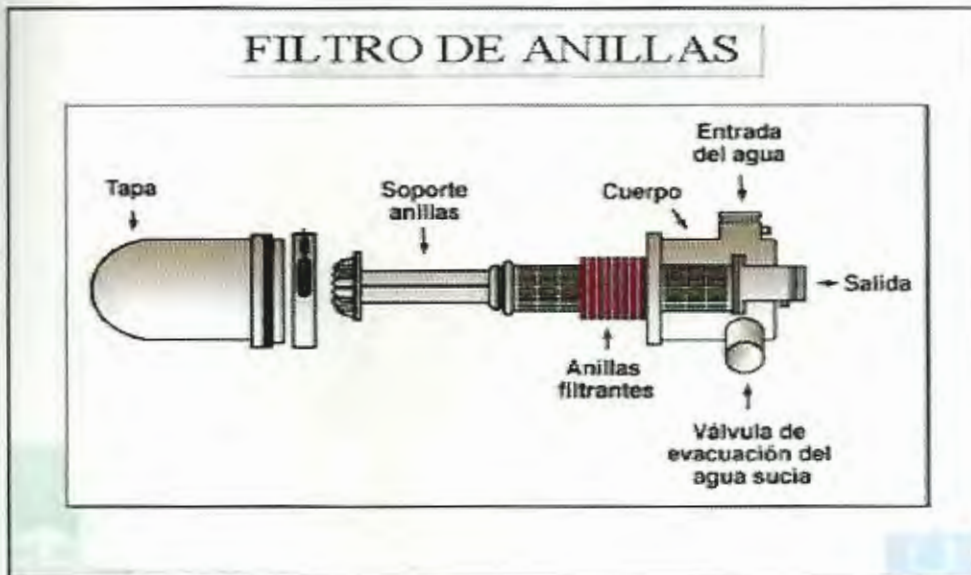


Figura 8. Fuente: info@elriego.com

Actualmente existen en el mercado filtros de mallas o anillas auto limpiantes que incluyen un mecanismo de inversión del flujo y aprovechan la misma presión del agua para expulsar la suciedad a un circuito de drenaje. (Figura 9)



Figura 9. Filtros autolimpiante Fuente: www.aguamarket.com

También en el cabezal de riego suelen estar instalados los equipos de fertirrigación, aunque algunas veces se instalan en distintos sectores de la misma finca, bien porque la planta vive sobre un suelo de características diferentes o porque en instalaciones de sociedades de riego los agricultores quieren incorporar al cultivo algo distinto de la fertilización general.

Estos pueden ser:

a) Tanques de fertilización.

Son depósitos conectados en paralelo a la red de distribución. Incorporándose los fertilizantes por la diferencia de presión entre la salida y la entrada.

b) Fertilizadores tipo Venturi.

c) Inyectores.

	Inyectores eléctricos
Tanque fertilizante	
	Venturi

La red de distribución.

La red de distribución está formada por las tuberías, que llevan el agua filtrada y tratada desde el cabezal, y los elementos

singulares o piezas para adaptar la red de tuberías a la forma o configuración de la parcela a regar. (Smith, M. 1993)

Del cabezal parte una red de tuberías que se llaman primarias, secundarias, etc., según su orden. Las de último orden, llamadas tuberías laterales, distribuyen el agua por medio de emisores u orificios.

Las tuberías que se utilizan en riego localizado son normalmente de plástico, siendo los materiales más frecuentes el PVC (cloruro de polivinilo) y el PE (polietileno). Las tuberías laterales, las terciarias y normalmente las secundarias se instalan en polietileno, mientras que la tubería principal puede ser de polietileno o de PVC dependiendo de su diámetro. Las características que las hacen muy adecuadas son:

- Muy ligeras.
- Baja rugosidad interior.
- Presentan baja alteración ante fertilizantes y otras sustancias químicas.
- Bajo coste para las presiones y caudales empleados en el riego localizado.

Las características para clasificar las tuberías de plástico para riego son:

- Presión: presión máxima de trabajo a 20° C.
- Presión de trabajo: es el valor de la presión máxima interior a la que la tubería estará en servicio.

- Diámetro: es el diámetro exterior del tubo declarado por el fabricante.

- Espesor: es el grosor del tubo declarado por el fabricante.

El PVC es un material rígido y bastante frágil por lo que las tuberías de este material, no deben ser utilizadas en circunstancias donde puedan ser sometidas a presiones externas o impactos. Suele emplearse en tuberías con diámetros

mayores de 50 milímetros. La norma que se aplica a estas tuberías es la UNE 53-112-88, que indica básicamente que deben ser cilíndricas, rectas, sin ondulaciones ni estrías u otros defectos que puedan alterar su uso normal. Nunca deben colocarse sin enterrar, ya que su vida se ve muy reducida por la exposición prolongada a los rayos solares.

El PE es flexible y fácilmente manejable lo que facilita su instalación incluso de forma mecanizada. Suele emplearse hasta diámetros de 50 milímetros. Existen tres tipos:

- PE de baja densidad (PE 32). Norma aplicable: UNE 53-367-90

- PE de media densidad (PE 50B). Norma aplicable: UNE 53-131-90

- PE de alta densidad (PE 50A). Norma aplicable: UNE 53-131-90

La diferencia entre ellas está en la flexibilidad, dureza y resistencia. Las tuberías de baja densidad son muy flexibles y blandas, mientras que las de alta densidad son menos flexibles pero resisten mejor a las altas temperaturas y a los productos químicos. El material más apropiado para los laterales de riego es el PE de baja densidad, con espesor menor de 2 milímetros y presiones máximas recomendadas de 2.5 kg/cm². Para tuberías

terciarias cada vez se utiliza con más frecuencia PE de baja densidad, para facilitar su enrollado en la recolección.

Los elementos singulares son piezas especiales diseñadas para empalmar dos tubos, cambiar el diámetro entre tuberías, cambiar la dirección de éstas, conectar más de dos entre sí, etc.

La unión entre tuberías de PVC suele realizarse mediante una junta elástica o tórica para los diámetros más usuales, es decir, a partir de 60 milímetros inclusive. Por el contrario para diámetros inferiores, la unión se suele realizar por encolado, usando un adhesivo disolvente del PVC aplicado tanto al exterior del extremo macho como al interior del extremo hembra (que se fabricará en forma de copa). (Ver Anexos)

En tubos de PE no puede realizarse el pegado o el roscado, por lo que la unión en este tipo de tuberías se hace con juntas mecánicas entre las que destacan los racores y los manguitos interiores. Los manguitos son piezas simples y baratas que se acoplan por presión, mientras que los racores son más complejos y caros pero permiten una unión más sólida, por lo que su uso se está generalizando. (Tafur, L. 2008)

Mecanismos emisores de agua

Actualmente existe en el mercado una amplísima variedad de modelos y sistemas que hacen realmente complicada una clasificación íntegra de los mecanismos emisores de agua. En cada manual técnico se expresan diferentes criterios de clasificación, por lo que puede inducir incluso a confusión si

pensamos que un mismo emisor puede disponerse en uno u otro grupo según el criterio que se elija para clasificarlo.

En este artículo vamos a formar tres grupos:

- Goteros
- Difusores-microaspersores
- Tuberías de goteo.

A. Goteros:

1. De orificio. En ellos el agua sale al exterior a través de uno o varios orificios de pequeño diámetro. Son emisores muy sensibles a las obstrucciones. Pueden situarse respecto al ramal de dos maneras: anclados en la tubería o desplazados respecto a ésta, llegando el agua a través de un microtubo que se introduce en la tubería. (Barreto, g. 1973) (Ver anexo)

2. De tipo vortex. Estos goteros tienen una cámara circular en la que se produce un movimiento en espiral del agua. Es un gotero muy sensible a las obturaciones

3. Autolimpiantes. Existen fundamentalmente dos tipos: los que pueden estar o no en posición limpiante y los que continuamente lo están. Los primeros limpian durante el corto tiempo que tarda el sistema en ponerse en funcionamiento y alcanzar la presión adecuada, o en pararse y pasar de aquélla a la presión atmosférica. Los segundos, de limpieza continua, están fabricados para que partículas relativamente grandes sean expulsadas durante su funcionamiento. El sistema tiene el

inconveniente de que el gotero suele bloquearse por lo que hoy en día están prácticamente en desuso.

4. De largo conducto. De ellos la pérdida de carga tiene lugar en un largo conducto de hasta dos metros de longitud y de pequeño diámetro. Con microtubos de 1.5 mm y pequeña longitud (30 cm) se consiguen instalaciones muy sencillas y poco costosas con una buena uniformidad de aplicación.

5. De laberinto o en línea. Se sitúan intercalándolos entre tramos del ramal. Producen menores pérdidas de carga los que presentan menor grosor en las paredes y aquellos cuya pared interior es más fina en los extremos con el fin de restar brusquedad a los cambios de diámetro.

6. Autocompensantes. Se trata de goteros en los que se intenta obtener un caudal constante independiente de la presión. La autorregulación se consigue normalmente mediante una pieza móvil y flexible de caucho que se deforma bajo el efecto de la presión, disminuyendo la sección de paso del agua y limitando así el caudal.

7. Sistemas integrados. En estos sistemas los goteros convencionales se sitúan en el interior de las tuberías durante el proceso de fabricación, sin que exista ningún tipo de acoples o juntas. Estos sistemas integrados, al igual que las mangueras o tuberías de goteo, se diseñan para reducir costes en los cultivos que requieren una gran cantidad de goteros. El diámetro de la tubería suele ser inferior a 25 mm. Los tipos más usuales ofrecen gamas de espaciamiento de emisores entre 0.30 y 1.50 metros. En general necesitan presiones mínimas del orden de 0.3-0.5

kg/cm² y máximas entre 3 y 4 kg/cm² dependiendo del tipo de emisor que lleven.

Difusores-microaspersores.

Este tipo de emisores se caracterizan por que el agua se desplaza a través del aire una determinada distancia antes de llegar a la superficie del suelo. Si tienen algún mecanismo de rotación se llaman microaspersores.

Según su funcionamiento hidráulico los clasificaremos en cuatro grupos:

1. De largo conducto. En ellos la pérdida de carga se produce a través de una acanaladura.

2. De orificio. Las secciones del orificio pueden variar de 1 a 2 mm de espesor.

3. Vortex. El principio de funcionamiento es el mismo que para los goteros de la misma clase.

4. Autocompensantes. A los modelos de orificio o de largo conducto se les puede acoplar unas piezas con lengüetas flexibles que disminuyen la sección de paso del agua al aumentar la presión.

Debido a la velocidad del agua, estos tipos de emisores son poco sensibles a las obturaciones. Casi todos ellos tienen un deflector sobre el que choca el agua, cambiando de dirección y fraccionándose. En algunos modelos el deflector puede

intercambiarse, variando con ello la forma y el tamaño del área mojada. (Tafur, L. 2008)

Tuberías de goteo.

Conducen el agua a la vez que aplican el agua, bien a través de unas perforaciones poco espaciadas o a través de la pared porosa. Normalmente se fabrican de polietileno, y deberían colocarse enterradas a poca profundidad. Podemos encontrarnos:

1. **Mangueras porosas o de rezume.** El agua sale al exterior a través de un material poroso. Son muy sensibles a obturaciones por carbonatos y su vida útil es corta.
2. **Mangueras tipo "Twin-wall" y By-wall"** Constan de dos tubos concéntricos o adyacentes. El agua circula por uno de ellos y pasa a través de unos orificios al segundo tubo, desde donde sale al exterior por otras perforaciones. Estas mangueras permiten regar grandes longitudes con una buena uniformidad de distribución a lo largo de ellas. Su presión de trabajo es de 0,4 a 0,8 kg/cm².
3. **Mangueras corrugadas.** Formadas por dos tuberías concéntricas, la exterior lisa y la interior corrugada, dejando entre ambas un conducto de pequeño diámetro. El agua circula por la tubería interior y pasa al conducto a través de unas perforaciones practicadas regularmente en el mismo. Después de perder presión a lo largo del conducto, el agua sale por unas perforaciones hechas en la manguera exterior.
4. **Mangueras perforadas.** Son tuberías de polietileno, por lo general de poco espesor, con perforaciones esparcidas

uniformemente de forma lineal. Su funcionamiento hidráulico es similar al de un gotero de orificio, con la peculiaridad de que su sección de salida aumenta con la presión hidráulica interior en función de la elasticidad de la pared de la tubería. A bajas presiones pueden gotear, pero a presiones todavía bajas, el goteo se convierte en un chorro continuo. (Smith, M. 1993)

Dispositivos de control.

En las instalaciones de riego localizado existen una serie de elementos con funciones diversas que permiten manejar y realizar el riego de forma adecuada. Son básicamente elementos de medida, de control y de protección. Utilizando combinaciones de elementos de medida y de control, se pueden realizar algunas operaciones de forma automática. Dependiendo de la complejidad de la instalación de riego y de los elementos del sistema de automatismo el grado de automatización será mayor o menor.

A. Elementos de medida.

Los más usuales son los destinados a medir el caudal de agua que pasa por un determinado punto de la instalación o bien la presión en cualquier punto del sistema.

Para medir el volumen de agua se utilizan los contadores. Existen dos tipos:

Woltmann. Basado en el giro de un molinete helicoidal, cuyo número de vueltas es función del caudal.

Proporcional. Se basa en medir una parte del caudal derivado de la conducción y establecer la proporcionalidad correspondiente entre el caudal derivado y el total.

El contador Woltmann es más caro que el proporcional, pero tiene, quizás, un grado de precisión mayor. Ambos provocan una pérdida de carga de 0.1 a 0.3 atmósferas. Deben instalarse en tramos rectos de tubería, cuya longitud, antes y después del aparato debe ser de 80-100 veces el diámetro.

Para medir presiones en distintas partes de la instalación es indispensable el uso de manómetros. Están ubicados en el cabezal y en otros puntos de la instalación de la red de riego. El más empleado es el metálico tipo Bourdon.

Se suelen instalar toma manométrica en puntos estratégicos para conectar un manómetro portátil. De este modo se evitan los errores de calibración de los diferentes manómetros, aparte que, por lo general, interesa más la diferencia de presión entre dos puntos que la presión absoluta. Es imprescindible medir la presión, como mínimo, a la salida del grupo de bombeo, y a la entrada y salida de filtros y del equipo fertilizante. Además debe medirse frecuentemente a la entrada de las unidades de riego y de las tuberías terciarias. (Tafur, L. 2008)

B. Elementos de control.

Se trata de regular tanto el caudal que pasa por un lugar determinado de la instalación como la presión del agua; en ambos casos se habla de reguladores. Además existe la

posibilidad de controlar el paso de agua por una tubería con elementos denominados válvulas.

Regulador de caudal. Mantienen un caudal constante dentro de una determinada variación de presión de entrada. Provocan la pérdida de carga mediante la variación de la sección del paso del agua, mediante un mecanismo como puede ser una membrana elástica que se deforma más o menos según la presión de entrada.

Regulador de presión. Mantienen constante la presión de salida, dentro de una determinada variación de la presión de entrada. Suele consistir en un pistón en donde la cara superior está sometida a la presión de entrada, y la cara inferior a la de salida. De esta forma, cuando la presión de entrada aumenta, el pistón se mueve y actúa estrangulando el paso de agua, provocando un aumento de la pérdida de carga y una reducción de la presión de salida.

Válvulas. Permiten controlar el paso de agua en una tubería, abriendo, cerrando o dejando un paso intermedio de agua. Se clasifican según el tipo el tipo de accionamiento: manual (válvula de compuerta, de mariposa, de bola) o automático (válvulas hidráulicas, volumétricas, electroválvulas o solenoides). Al margen de esta clasificación, hay que nombrar las válvulas de retención que impiden que el agua circule en sentido contrario al deseado. (Tafur, L. 2008)

C. Elementos de protección.

Se trata de elementos destinados a proteger los elementos de la instalación de sobrepresiones o depresiones, generalmente

cuando la instalación entra en funcionamiento o cuando se está parando, es decir, coincidiendo con la apertura y cierre de válvulas, puesta en marcha y parada de bombas, etc. Los elementos de protección más usados son las ventosas y los calderines.

Las ventosas: Se instalan en las conducciones de agua para introducir o evacuar el aire. Estos elementos evitan las sobrepresiones en el llenado de las tuberías y las depresiones durante el vaciado, ya que podrían producirse bajadas de presión hasta quedar por debajo de la atmosférica, que en ocasiones producen aplastamiento de las tuberías. Dentro de una instalación de riego suelen colocarse en:

- Puntos altos de la instalación
- Tramos largos con pendiente uniforme
- Cambio de pendiente en las conducciones
- Salida del grupo de bombeo

Los calderines: Son depósitos metálicos de diferentes tamaños y forma que contienen en su interior agua y aire a presión. Trabajan haciendo un efecto de amortiguación de la presión. De modo que si la presión en la red disminuye, el aire que está comprimido en el interior del calderín empuja el agua logrando así restablecer la presión adecuada. Si la presión aumenta, el agua de la red entra en el calderín y el aire que hay en su interior se comprime. (Smith, M. 1993)

EL BULBO HÚMEDO

Es parte del suelo humedecida por un emisor de riego localizado. Los emisores de riego localizado aplican el agua sobre el suelo



donde se forma un pequeño charco. A medida que avanza el riego, el bulbo húmedo se hace cada vez más grande, pero a su vez el suelo se humedece más, la velocidad de infiltración disminuye y con ello el bulbo húmedo aumenta su tamaño más despacio. (Figura 11)

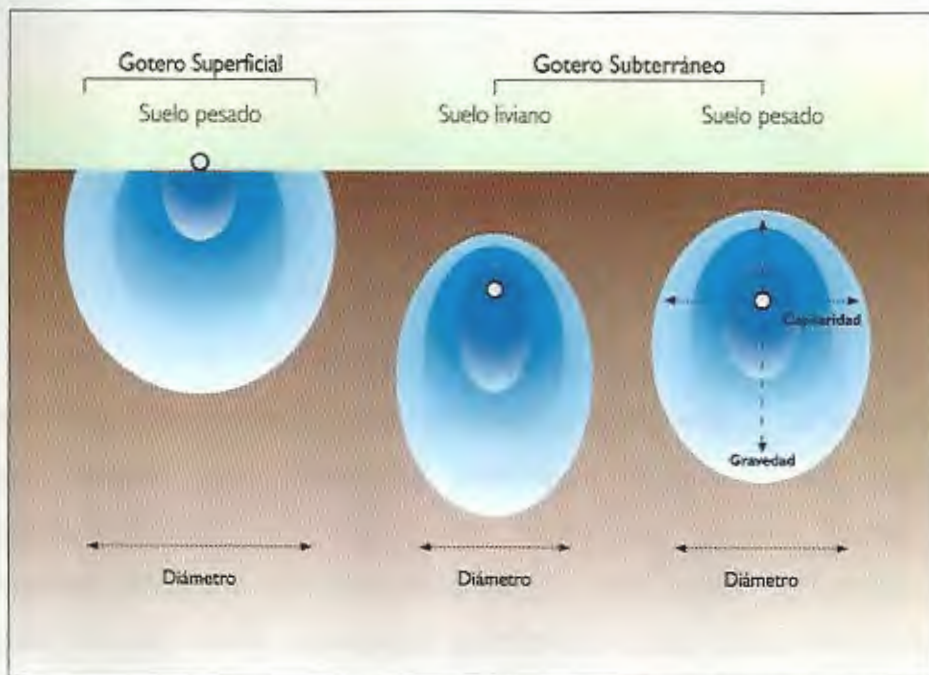


Figura 11. Fuente: www.imagenes.infojardin.com

La forma del bulbo está condicionada en gran parte por el tipo de suelo. En los suelos pesados (de textura arcillosa), la velocidad de infiltración es menor que en los suelos ligeros (de textura arenosa), lo que hace que el charco es mayor y el bulbo se extienda más horizontalmente que en profundidad. Si se aplica la misma cantidad de agua en tres suelos con texturas diferentes, la forma del bulbo varía aproximadamente de la siguiente manera: (Figura 12)



Figura 12. Fuente: www.jaenclima.com

Para que el bulbo moje una determinada superficie de suelo y el agua pueda ser absorbida por las raíces de las plantas adecuadamente, es importante tener en cuenta como se extiende el bulbo horizontalmente. La extensión horizontal del bulbo no se puede aumentar indefinidamente incrementando el caudal del emisor y/o el tiempo de riego, y para conseguir una extensión de agua adecuada hay que actuar sobre el número de emisores que se colocan en las cercanías de las plantas. Por otra parte, la profundidad del bulbo estará relacionada con la velocidad de infiltración del suelo y con el tiempo de aplicación. Por ello es preciso tener en cuenta los factores que afectan a la forma del bulbo húmedo para decidir el número de emisores a colocar y el caudal que deben suministrar para que se produzca una buena distribución del agua en el suelo. (Barreto, G. 1973)

MANEJO DEL BULBO EN CONDICIONES DE SALINIDAD

El movimiento de las sales en el suelo depende del movimiento del agua. En el riego localizado, el agua se distribuye en el perfil del suelo formando un círculo más o menos alargado alrededor del emisor, y este mismo patrón también lo seguirán las sales que se acumulan en el suelo. El régimen de sales se ve afectado por la alta frecuencia con la que se aplican estos riegos así como por la localización puntual del agua. (Figura 13)



Figura 13. Fuente Wade Rain. 2002 Micro-Irrigation Technical

Tras la aplicación de un riego tanto las sales que contenía el suelo como las aportadas por el agua de riego se encuentran disueltas. La evaporación y transpiración hacen que la humedad del suelo sea cada vez menor y la concentración de sales aumente hasta que se aplica el riego siguiente. Cuanto mayor

sea el tiempo entre riegos, mayor será la salinidad del suelo. Los riegos frecuentes permiten mantener alta la humedad del suelo y baja la concentración de sales. El riego localizado es por tanto muy recomendable cuando el agua de riego sea salina.

La distribución de sales bajo el emisor de riego localizado presenta tres zonas características bien diferenciadas:

- Una zona muy lavada debajo del bulbo.
- Una zona de baja salinidad que rodea la anterior
- Una zona donde se acumulan las sales en la periferia del bulbo y sobre todo en la superficie del bulbo. (Figura 14)

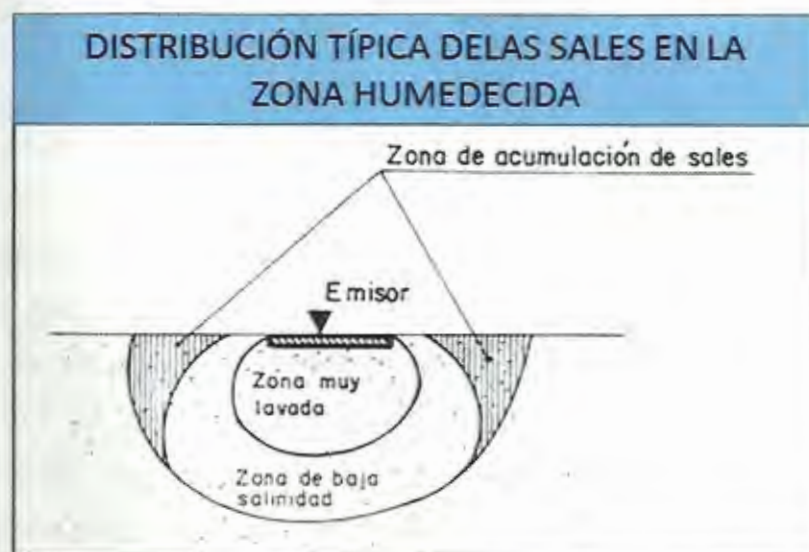


Figura 14. Fuente: www.ocwus.us.es

Alrededor del bulbo puede observarse una zona blanquecina de forma circular que se forma debido a que el agua que se evapora no se lleva consigo las sales, por lo que van acumulándose próxima a la superficie. (Figura 15)



Figura 15. Fuente: www.alphagalileo.org

Cuando el volumen de agua aplicado con el riego es mayor, aumenta la zona de intenso lavado y la zona de acumulación de sales se aleja del centro del bulbo, con lo que se evita que las raíces entren en contacto con zonas de elevada salinidad. Este objetivo es el que se persigue aplicando junto con el riego una cantidad de agua extra denominada fracción lavado, que es el porcentaje de agua extra con respecto al agua de riego necesaria. Cuando llueve copiosamente, el agua de riego también contribuye al lavado de sales. Si se producen lluvias de baja intensidad, se corre el riesgo de que las sales se muevan hacia zonas de menor salinidad donde abundan las raíces. Por tanto no es conveniente detener el riego en presencia de lluvias ligeras.

En cultivos anuales puede ocurrir que en la siembra del año siguiente las semillas queden en las zonas superficiales muy

salinizadas con los riegos del año anterior, lo que puede afectar a la germinación y crecimiento de la planta joven. En estos casos es preciso controlar con detalle el lugar de siembra. (Barreto, g. 1973)

LAVADO DE SALES EN EL RIEGO LOCALIZADO

El lavado de sales consiste en la disolución por el agua de las sales del suelo y su desplazamiento hacia capas más profundas, fuera del alcance de las raíces. Por sus especiales características, el riego localizado requiere un manejo especial del lavado. En caso de disponer de agua suficiente conviene que los lavados sean frecuentes, y en general se aconseja que cada riego lleve una dosis de agua de lavado. (Tafur, L. 1984)

El cálculo de las necesidades de lavado se realiza en función de la salinidad del agua de riego y el umbral de tolerancia de los cultivos a la salinidad. La tolerancia a la salinidad es la capacidad del cultivo de soportar el exceso de sales en la zona radicular, y no es un valor exacto para cada cultivo sino que depende de numerosos factores como el tipo de sal, clima, estado de desarrollo del cultivo, régimen de riego y manejo del suelo. El umbral de tolerancia a la salinidad es aquella cantidad de sales por encima de la cual el cultivo reducciones en su crecimiento y producción con respecto a condiciones no salinas, y suele darse en milimhos por centímetro (mmho/cm) o decisiemens por metro (ds/m). (Pérez, f. 1982.)(Figura # 16)

UMBRAL DE TOLERANCIA A LA SALINIDAD

Nivel EC (mS/cm)	Respuesta de la planta
0 - 2	Influencia en el cultivo es imperceptible
2 - 4	La salinidad restringe el rendimiento de los cultivos con alta sensibilidad
4 - 8	La mayoría de los rendimientos de los cultivos se ven restringidos
8 - 16	Solo para cultivos resistentes
16 y superior	Solo para cultivos muy resistentes

Figura 16. Fuente. www.e-campo.com

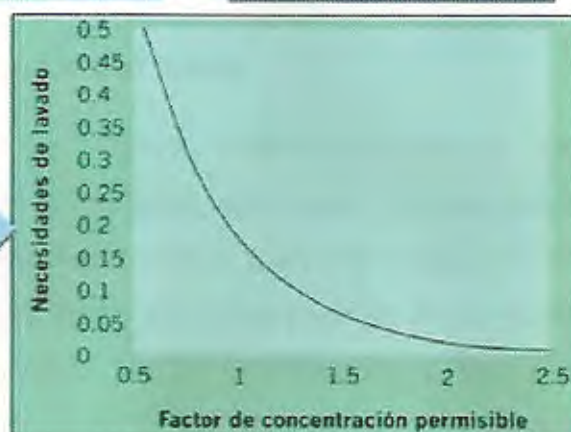
Para estimar la cantidad de agua de lavados se utiliza la curva de necesidades de lavado, pero con anterioridad es preciso calcular el factor de concentración permisible (F). Éste se obtiene de dividir el umbral de tolerancia a la salinidad de un cultivo por la salinidad del agua de riego (que se obtiene a partir de los análisis de agua de riego). (Tafur, L. 1984) (Figura # 17)

CÁLCULO DE LAS NECESIDADES DE LAVADO

$$\text{Factor} = \frac{\text{umbral de tolerancia del cultivo}}{\text{salinidad del agua de riego}}$$

Factor de concentración permisible

Curva de necesidades de lavado



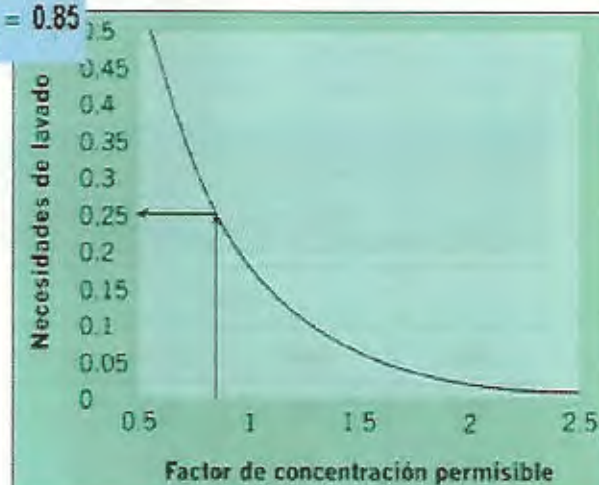
Ejemplo:

Determinar las necesidades de lavado de un olivar en riego localizado

- Umbral de tolerancia del olivo: 2.7 dS/m
- Salinidad del agua de riego: 3.2 dS/m

$$\text{Factor} = \frac{\text{umbral}}{\text{salinidad}} = \frac{2.7}{3.2} = 0.85$$

Necesidades de lavado:
0.25 = 25 %



Es decir el agricultor debe aplicar con cada riego un 25% más de agua que la estrictamente necesaria para cubrir las necesidades del olivar.

RELACIONES SUELO-AGUA-PLANTA

Almacenamiento de agua en el suelo

Un riego eficiente sólo se alcanza cuando se efectúa en el momento oportuno y con la cantidad adecuada, de manera que exista un máximo de economía en agua y en mano de obra. Para el cultivo del manguero, el riego es indispensable en su período de crecimiento y su escasez afecta la floración y demora el desarrollo del fruto. (Pérez, f. 1982.)

Profundidad de raíces

La profundidad efectiva de las raíces en los frutales es muy variable y la misma depende de la variedad y de la condición de textura y estratificación del suelo. Aun cuando existe tal variabilidad, se pueden estimar los valores que se presentan en el Cuadro 1.

RELACION DE LA TEXTURA DEL SUELO Y LA PROFUNDIDAD RADICAL

Profundidad de raíces (m)	Textura			
	Muy porosa (grava)	Arenosa	Media	Fina
< 0,75	0,85	0,90	0,95	0,95
0,75 - 1,50	0,90	0,90	0,95	1,00
> 1,50	0,95	0,95	1,00	1,00

frutos cosechados. Por estas razones, es conveniente dar a conocer el concepto de fracción de agotamiento del agua en el suelo (FAAS), el cual representa el momento oportuno de suministrar a través del riego el agua al cultivo.

De acuerdo con la referencia citada por Smith (1993), la fracción de agotamiento de agua en el suelo depende del clima, uso consuntivo, textura del suelo y el estado de desarrollo del cultivo. En este sentido, a continuación aparece la información que está relacionada con la mencionada fracción, la cual será posteriormente utilizada como referencia para estimar la lámina neta de riego sucesiva.

Cuadro 3. Relación entre el uso consuntivo y la fracción de agotamiento de agua en el suelo (FAAS).

Clima	Uso consuntivo (UC)(mm/día)	FAAS	Estado de Desarrollo
No seco	4	0.60	Adulto
Mod. seco	5	0.50	Adulto
Seco	6	0.45	Adulto
Fuente: Smith (1993).			

Norma de riego

Lámina neta de riego sucesivo (LNRS) o norma neta parcial

Es la cantidad de agua que debemos aplicar en un riego a una superficie de una hectárea (Tafur 2008). Su fórmula es:

$$m=100 \cdot H \cdot P_v (C_c - L_p) \text{ m}^3/\text{ha}$$

Donde:

H: Capa activa

Pv: Peso volumétrico o densidad aparente

Cc: Capacidad de campo

Lp: Limite productivo

Norma bruta de riego

Es la cantidad de agua que debemos aplicar en un riego a una superficie de una hectárea, considerando las pérdidas por evaporación, filtración y escurrimiento. Estas pérdidas dependen de la técnica de riego que utilicemos. (Tafur, L. 2008) Su fórmula es:

$$mbr = m/k$$

Donde:

k: coeficiente de deficiencia de riego

Momento oportuno de riego

La forma más lógica para determinar el momento oportuno de riego se consigue observando a la planta, ya que es ella quien necesita el agua para producir los frutos. Sin embargo, los síntomas visuales como doblamiento de las hojas en el momento de mayor calor del día, apariencia de la planta, no se deben tomar como referencia para regar, ya que son procedimientos tardíos y sólo se manifiestan después de haberse producido un déficit hídrico dañino para la planta. En este sentido, para obtener valores reales del momento oportuno de riego, es necesario insistir en el concepto del uso consuntivo o evapotranspiración del cultivo mango. La distinción entre estos dos términos es, en gran parte académica, con diferencias numéricas que están casi siempre dentro de los errores de medición y se tratan como sinónimos. Antes de obtener el uso consuntivo del cultivo se debe hacer un estudio de los informes climatológicos y agrícolas que existen en la zona bajo estudio. Con estos antecedentes se procede a seleccionar el método de estimación (tina tipo A) para luego, mediante el conocimiento de la evaporación (E) y el coeficiente promedio de desarrollo (Kc) del cultivo mango (0.60 – 0.90) pasar a calcular el uso consuntivo (UC), aplicando la fórmula siguiente de Blaney y Criddle (1950):

$$UC = E \times Kc$$

Donde:

E: Evapotranspiración

kc: Coeficiente promedio de desarrollo del cultivo

Después de analizar el concepto y la aplicabilidad del uso consuntivo del cultivo (UC), así como también la lámina neta de riego sucesivo (LNRS) pasamos a determinar el intervalo de tiempo entre dos riegos consecutivos, llamado también frecuencia de riego (FR), la cual identifica el momento oportuno de aplicarse el riego y que se puede calcular aplicando la fórmula siguiente:

$$FR = \frac{LNRS}{UC}$$

Donde:

LNRS: Lámina neta de riego sucesivo

UC: Uso consuntivo del cultivo

Métodos

En el estudio se efectuarán los siguientes cálculos y fórmulas los cuales ayudarán a diseñar el sistema de riego.

Infiltración.

Se calculará la velocidad de infiltración en función del tiempo utilizando la ecuación empírica de Kostiaikov, que expresa la velocidad de infiltración de un punto dando una infiltración media de 1.34cm / hora.

Evapotranspiración

Se calcula usando la ecuación de Hargreaves que dio como resultado una evapotranspiración de 6 mm / día, y se utilizara para los frutales un coeficiente de cultivo en grado de madurez.

Diseño de un módulo de riego localizado

Las fórmulas para el cálculo y diseño del módulo del riego la he tomado del libro "Cálculo y Diseño del Riego" (Tafur, 2008)

Calculo de la cantidad de agua a aplicar, por planta por día

$$Gpd = \frac{0,623 \times \text{área por planta (pie)} \times Kc \times ETp}{\% \text{ Eficiencia riego}}$$

Dónde:

0,623: Factor de conversión

kc: Factor del cultivo

ETp: Evapotranspiración, en pulgada por día

%: Eficiencia riego, depende del clima

También podemos aplicar en el sistema métrico, la siguiente fórmula:

$$Lpd = \frac{1 \times \text{área por planta (m}^2\text{)} \times Kc \times ETp}{\% \text{ Eficiencia riego}}$$

Dónde:

Lpd : Litro por planta por día

1: Factor de conversión

ETp: Evapotranspiración, en milímetro por día

%: Eficiencia, depende del clima

TABLA 1

Clima	% Eficiencia del riego
Caliente	0.80 – 0.85
Templado	0.85 – 0.90
Frío	0.90 – 0.95

Eficiencia del riego

TABLA 2

Tipo de suelo	Diámetro
Arcilloso	$1,2+0,1xq$
Franco	$0,7+0,11xq$
Arenoso	$0,3+0,12xq$

Diámetro del bulbo húmedo

TABLA 3

Tipo de suelo	Sistema metálico	Sistema inglés
Arenoso	0.5 – 2 m ²	5 – 21 Ft ²
Franco	2 – 6 m ²	21 – 65 Ft ²
Arcilloso	6 – 15 m ²	65 – 161 Ft ²

Área humedecida por cada emisor

Cálculo del número de emisores por planta

Números de emisores = $\frac{\text{Área por planta} \times \% \text{ humedecimiento}}{\text{del suelo}}$

Área humedecida por emisor

Cálculo de las horas de Operación por día

Horas/Operación/Día = $\frac{\text{Agua por planta por día}}{\text{Número emisores/árbol/} \times \text{caudal emisor}}$

Cálculo del caudal requerido

$Q = \text{número plantas} \times \text{número emisores / planta} \times q \text{ emisor}$

Coeficiente de uniformidad del riego (Cu)

El coeficiente de uniformidad de riego lo calculamos por la fórmula:

$$cu = \frac{Q_{25\%}}{Q_m}$$

Donde:

Q 25%: media del 25 % de observaciones de valor más bajo

Qm: media de todos los valores

TABLA 4
Valores de CU recomendados por ASAE EP405

Tipo Emisor	Topografía del Suelo	CU para Zonas Áridas
Emisores espaciados más de 4m en cultivos permanentes	Uniforme menor 2% pendiente mayor 2% u ondulado	90 a 95 % 85 a 90 %
Emisores espaciados menos de 4m en cultivos permanentes o semi-permanentes	Uniforme Pendiente u ondulado	85 a 90 % 80 a 90 %
Tuberías emisoras en cultivos anuales hortícolas o de escarda	Uniforme Pendiente u ondulado	80 a 90% 70 a 85 %

Todos los valores dados se rebajarán en un 10 % cuando se trate de zonas húmedas.

Variación del caudal

La variación del caudal entre los goteros de una sub-unidad de riego no debe ser mayor que el 10 % del caudal medio. La variación del caudal en un gotero depende de la variación de presión a que está sometido, que a su vez depende de su exponente de descarga. Para que el caudal no sobrepase el 10 % de caudal medio, la variación máxima de presión se la calcula así:

$$V_p = \frac{0,1 \times p}{z}$$

Dónde:

Vp: Variación máxima de la presión

p: Presión media de los emisores

z: Exponente de descarga, que varía según el régimen:

Régimen laminar = 1

Régimen turbulento = 0,5

Régimen autocompensante = 0,1

Cálculo de pérdidas de carga en tuberías

Tuberías con caudal constante

La pérdida de carga se obtiene con la siguiente fórmula:

$$h = J \times L$$

Dónde:

h: Pérdida de carga total

J: Pérdida de carga unitaria, expresada en tanto por 1

L: Longitud de la tubería, expresada en m

Tuberías con salidas distribuidas uniformemente

La pérdida de carga en estas tuberías se obtiene con la fórmula:

$$h = J \times L \times F$$

Donde:

h: Pérdida de carga total

J: Pérdida de carga unitaria, expresad en tanto por 1

L: Longitud de la tubería, expresada en metros

F: Factor de Christiansen, que depende del número de salidas y de la distancia de la primera salida hasta el comienzo de la tubería.

Altura manométrica total

La altura manométrica total es la suma de la altura manométrica de aspiración más la altura manométrica de impulsión. La podemos representar a través de la siguiente ecuación.

Altura manométrica total = Altura manométrica de aspiración + Pérdida de carga en tubería + Elevación del terreno + Elevación del aspersor + Presión del aspersor + Pérdida de carga en accesorios.

Potencia necesaria del motor (Hp)

$$H_p = \frac{Q \times H_t}{76,1 \times R_1 \times R_2}$$

Dónde:

Q: Caudal total requerido, litros / seg.

Ht: Altura manométrica total, en metros

R1: Eficiencia de la bomba, %

R2: Eficiencia del motor, %



CAPITULO 2

Desarrollo Práctico.

Esta hacienda tiene un ubicación privilegiada por su clima y ubicación geográfica está en el recinto canta gallo, cantón jipijapa, provincia de Manabí, su acceso es por la autopista Pto Cayo – Manta 20 km. Luego a mano derecha, se entra por vía asfaltada que va a las Mercedes 2 km, luego a la derecha 9 km. Por vía lastrada que va al recinto canta gallo.

El predio tiene una extensión de 80 has, 70 has de bosque mediano, con vegetación propia de la zona, existen árboles maderables de laurel, caoba, amarillo, guayacán y bálsamo.

Las características pedológicas de la zona le permitía sembrar en épocas en las que en otras provincias del país no se podía por las precipitaciones normal de cada zona , por lo que se esperaba un producto de alta calidad por las horas luz y con un atractivo precio luego, al momento de la cosecha.

Una de las falencias que el predio tenia, era su poca disponibilidad de agua, recurso indispensable para la agricultura, por lo que fue necesario, hacer un levantamiento altimétrico del predio para posteriormente realizar el diseño del riego a instalar.

Por la poca disponibilidad de este recurso se consideró necesario optimizar el agua y utilizar el sistema de riego por goteo, lo cual era lo óptimo en esta circunstancia, tanto por la topografía como por el manejo del recurso.

Primero se realizó la limpieza parcial de terreno, ya que el proyecto contaba con plan de desarrollo a largo plazo con un

periodo de recuperación a 5 años. Luego de limpieza se procedió a trazar con el grupo de topógrafos las líneas por donde la retroexcavador iba a realizar los canales para la instalación de la tubería la cual iba a ser enterrada a 1mt de profundidad en el caso de las principales y las tuberías secundarias y terciarias a 80cm. Paralelo a eso se disponía de un grupo de albañiles los cuales iban haciendo la construcción de una caseta donde se pondría el motor, la bomba, los filtros de grava y anillas, para el riego.

Este proyecto tenía como prioridad el desarrollo de productos hortícolas, por lo que al mismo tiempo que todo esto sucedía, u grupo de jornaleros arreglaban la cerca, para no tener problemas con el ganado o cualquier animal que se pudiera meter al predio.

Existían detalles muy importantes al momento de la instalación desde la ubicación de la tubería al momento de taparla hasta el momento de realizar, los terminales las secundarias.

Es importante conocer que todo tipo de sistema de riego se escoge de acuerdo a varios parámetros, entre los cuales influyen muchos factores al momento de tomar la decisión. Como son: disponibilidad del agua, tipo de cultivo, densidad de siembra, evapotranspiración, dirección del viento y velocidad del mismo. En caso de riego por cañón, tipo de suelo, necesidad hídrica del cultivo y finalmente el factor económico que juega un rol importante al momento de adquirir un sistema de riego.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se puede decir que para todo tipo de cultivo se debe analizar, primero la comercialización y época de siembra.
- No solo bastaba un plano topográfico, sino también un altimétrico.
- Para la instalación de todo tipo de riego se deben considerar datos agros meteorológicos.
- Las necesidades de riego varían con las condiciones climáticas: son mayores cuando hay más horas de sol, más viento y con tiempo seco.
- También dependen del estado del cultivo: se incrementan al mismo ritmo que el desarrollo de las hojas, siendo las máximas necesidades en la época de plena floración.
- Las zanjas para la instalación cumplen una función clave, la relación, profundidad y tipo de cultivo es un factor muy importante.
- La ubicación de los tubos en función de la dirección del agua es otro detalle que no debemos pasar por alto.

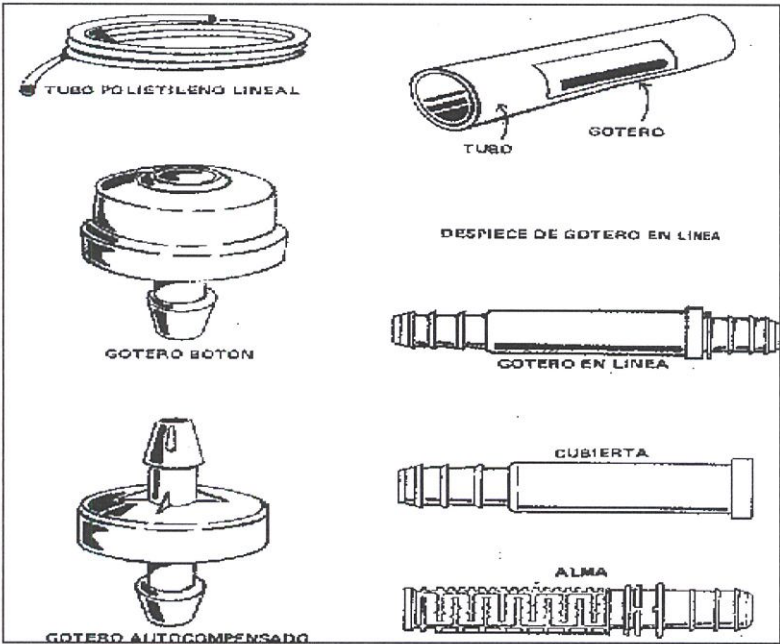
- Las válvulas de aire ubicadas en los puntos más altos, son garantía y protección de la instalación, tampoco pueden faltar.
- Es vital realizar el respectivo mantenimiento de los equipos, no solo del motor y la bomba sino de todos sus componentes.
- Siempre debemos tener presente que el recurso "agua no es renovable por lo tanto debemos cuidarlo, y tratar de hacer agricultura sostenible.
- Valores normales de necesidades de riego para cultivos en pleno desarrollo (desde que el cultivo cubre el terreno a amarilleando las primeras hojas) están entre 2,5 y 3,5 litros por metro cuadrado y día (2,5 a 3,5 l/m².día o 2,5 a 3,5 mm/día). Con tiempo fresco estas necesidades pueden bajar hasta 1 l/m².día y con tiempo con vientos calientes pueden subir hasta 4l/m².día
- Es común, por simplificar, que mucha gente ponga una sola fase para el goteo y se riegue por igual todo lo que lleve goteo: árboles, arbustos, frutales, e incluso el huerto. Todo lo mismo. Se puede hacer, pero no es lo correcto ni mucho menos porque cada grupo de plantas tienen necesidades de agua diferentes, no consume lo mismo un árbol frutal que un grupo de flores.

- Los emisores de riego por goteo necesitan muy poca presión de agua para funcionar.
- Para montar una línea muy larga (más de 100 metros) se debe colocar unos goteros llamados autocompensantes.

Tienen la virtud de aportar la misma cantidad de agua entre presiones establecidas. Por donde entra el agua hay más presión que al final de esos 100m., pero con los autocompensantes, no se afecta, y sale la misma agua por ellos al principio del ramal que al final.

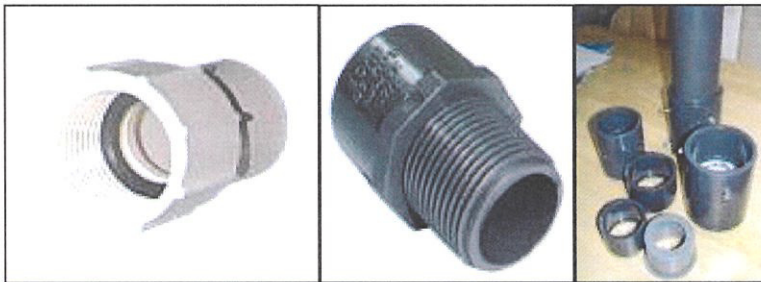
ANEXOS

Tipos de Goteros

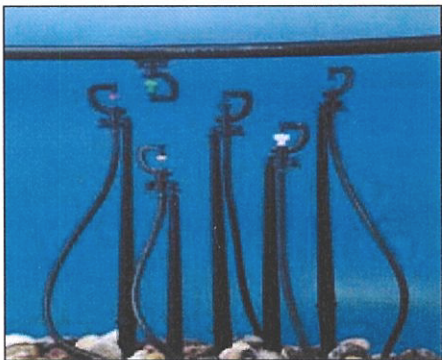
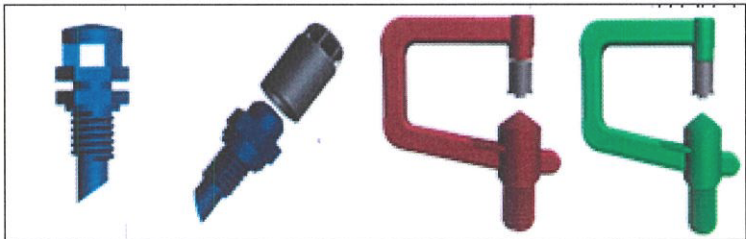
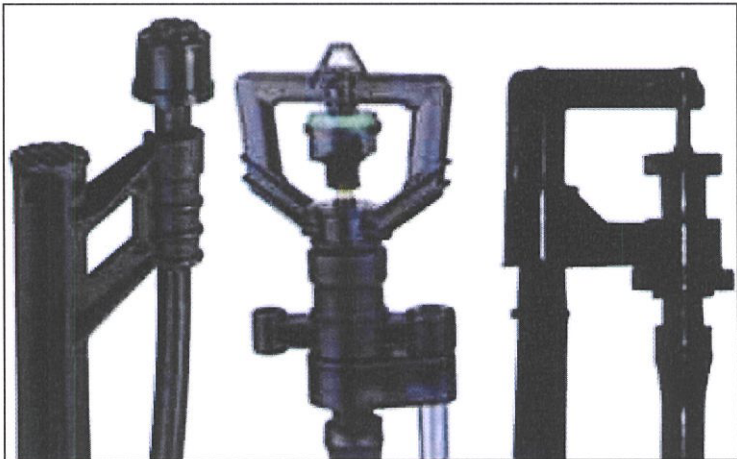




Accesorios de PVC



Micro aspersores



Bibliografía

Aboukhaled, a.; Alfaro, f.j.; Smith, m. 1986. "Los lisímetros".
FAO serie riego y drenaje nº 39, pág. 60.

Aimcra. 1991. "Memoria de los trabajos realizados en la zona
norte". Ed. AIMCRA. pág. 475.

Allen, r.g; Jensen, m.e.; Wright, j.l; Burman, r.d. 1989
"Operational estimates of ET. Agronomy Journal, 81, pp. 650-
662.

Allen, r.g 1996. "Assessing integrity of wheater data for use in
reference evapotranspiration of estimation". Jour. Irrig. and
drain. eng. ASCE nº122, pp. 97-106.

Barreto, g. 1973. Proyecto experimental do un sistema do irriga
cao por gotejo. Secretaria do agricultura do estado sao Paulo.
Bol.tec. (5) 24 p.

Blanney, h. y criddle, w. 1950. Determining water
requirements' and irrigation areas from climatologically and
irrigation data. Washington, usa. Usda-scs. 35 p.

Drip irrigation Handbook 2002. Rain Bird M F G. Corporation.

Food and agriculture organization. 1992. Revisión del
subsector de riego. Caracas, ven. FAO-banco mundial. 74 p.

Gómez, a. 1995. La calidad total en la investigación
agropecuaria. Fonaiap-divulga. 49:10-13.

López Rodrigo, Hernández J. 1992. Riego localizado. Centro Nacional de Tecnología de Regadíos. España.

Horero, a. 1976. Evaporación y transpiración. Mérida, ven. Cidiat. 60 p.

Pérez, f. 1982. Manual de riego localizado. Ucv-fa. Departamento de ingeniería agrícola. 128 p.

Saint, j. 1975. El riego por aspersión. Barcelona, esp. Editores técnicos asociados. S.a. 251 p.

Tafur, L. 1992. Técnicas de Riego y Drenaje

Tafur, L. 2008. Cálculo y Diseño del Riego

Wade Rain. 2002 Micro-Irrigation Technical handbook

INTERNET

www.ocwus.us.es

www.raulpalomo.com

www.filtomatwatersystem.com.a

www.info@elriego.com

www.aguamarket.com

www.traxco.es

www.imagenes.infojardin.com

www.jaenclima.com

www.alphagalileo.org

www.img142.imageshack.u

www.mondragonsoluciones.com

www.hidracerca.com

www.elriego.com

www.agroequipostunja.com

www.burgperu.com