



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA
DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

INGENIERIA AGRÍCOLA

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
AGRÍCOLA**

Tema:

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE RIEGO POR
GOTEO CON DOSIFICADOR DE FERTILIZANTES EN EL ÁREA
ORGÁNICA DE LA ESPAM – MFL.**

AUTORES:

MARCO ANTONIO BARBERÁN RODRÍGUEZ

EDISON JOSÉ ZAMBRANO COBEÑA

TUTOR: ING. SASKIA VALERIA GUILLEM MENDOZA.

Calceta, Abril 2012

DERECHOS DE AUTORIA

Nosotros, Marcos Antonio Bárberan Rodríguez y Edison José Zambrano Cobeña, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. Según lo establecido por la ley propiedad intelectual y su reglamento.

Marcos Antonio Bárberan Rodríguez

Edison José Zambrano Cobeña

CERTIFICADO DEL TUTOR

Saskia Valeria Guillen Mendoza certifica haber tutelado la tesis titulada “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO CON DOSIFICADOR DE BIOFERTILIZANTES EN EL ÁREA ORGÁNICA DE LA ESPAM – MFL”, que ha sido desarrollada por Marcos Antonio Bárberan Rodríguez y Edison José Zambrano Cobeña, previo a la obtención del título de ingeniero Agrícola, de acuerdo al REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

Ing. SASKIA VALERIA GUILLEN MENDOZA
TUTORA DE TESIS

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos miembros del tribunal correspondiente, que hemos APROBADO la tesis titulada “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO CON DOSIFICADOR DE BIOFERTILIZANTES EN EL ÁREA ORGÁNICA DE LA ESPAM – MFL”, que ha sido propuesta, desarrollada y sustentada por Marcos Antonio Bárberan Rodríguez y Edison José Zambrano Cobeña, previo a la obtención del título de ingeniero Agrícola, de acuerdo al REGLAMENTO PARA LA ELABORACION DE TESIS DE GRADODE TERCER NIVEL de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

Ing. Leonardo Vera Macías
MIEMBRO

Ing. Jesús Chavarría Párraga
MIEMBRO

Ing. Fernando Díaz Trelles
PRESIDENTE

AGRADECIMIENTO

A la institución que nos dio la oportunidad de capacitarnos y en la cual nos hemos forjado día a día;

Al Ing. Leonardo Félix López, rector de la ESPAM.

Al personal docente y administrativo.

A la Ing. Saskia Valeria Guillen Mendoza, Tutor de la tesis por sus valiosas sugerencias y correcciones técnicas.

A todas aquellas personas que aportaron con ideas para la consecución y culminación del presente trabajo.

DEDICATORIA

El presente trabajo es una de las metas que me planteé en la vida, se la dedico con mucho cariño a varias personas muy especiales que significan mucho en mi vida:

A Dios, por darme protección para lograr triunfos en mi vida.

A mis padres, Edita y Roberto, cariñosamente Eisito a quienes les debo la existencia, porque ellos fueron motivación de éxitos y de grandes logros, ya que ellos me brindaron fortaleza, constancia y lucha permanente para alcanzar metas trazadas en mi vida.

A mis hermanos, Margarita, Nelson, Sary e Inés, que siempre me han brindado su apoyo incondicional.

Edison Zambrano Cobeña

DEDICATORIA

Dedico este logro:

A Dios que me dio la facultad de ser capaz.

A mi madre quien fue la gestora incansable, inquebrantable, y de voluntad inagotable para que yo logre esta meta.

Al Ing. Rubén Rodríguez Giler, mi tío por su incondicional apoyo durante la persecución de esta meta.

Y a mi amigo Jairo Mendoza, a quien se le apago la vida en el camino hacía este sueño.

Marco Bárberan Rodríguez

CONTENIDO GENERAL

	CONTENIDO	PAG
	DERECHOS DE AUTORIA.	ii
	CERTIFICADO DEL TUTOR.	iii
	APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.	iv
	AGRADECIMIENTO.	v
	DEDICATORIA.	vi
	CONTENIDO GENERAL.	viii
	RESUMEN.	xi
	SUMMARY.	xii
	INTRODUCCIÓN	1- 2
I	ANTECEDENTES.	3- 4
1.1	Planteamiento y formulación del problema	3
1.2.	Justificación	5
1.3.	Objetivos	6
II	MARCO TEÓRICO	7
2.1.	Riego	7
2.2.	Particularidades de la eficiencia del riego.	7
2.3.	Sistema de riego.	8
2.4.	Sistema de riego por goteo.	8
2.5.	Riego en hortalizas.	9
2.5.1.	Melón	10
2.5.2.	Pepino.	10
2.5.3.	Repollo.	10
2.5.4.	Pimiento.	11
2.5.5.	Maní	11
2.6.	Diseño agronómico.	11
2.6.1.	Textura.	12
2.6.2.	Densidad aparente	13
2.6.3.	Capacidad de campo	13
2.6.4.	Humedad en el punto de marchitamiento	14
2.6.5.	Profundidad del suelo explorado por las raíces	15
2.6.6.	Fracción de agotamiento del agua disponible	15
2.6.7.	Programación del riego.	16
2.6.8.	Eficiencia de aplicación	16
2.6.9.	Lamina neta de riego	17
2.6.10.	Lamina total de riego.	17
2.6.11.	Intervalo de riego.	18
2.6.12.	Evapotranspiración del cultivo ajustado al riego por goteo.	18
2.6.13.	Descarga por planta.	18

2.6.14.	Número subareas.	19
2.6.15.	Necesidades diarias de las plantas.	19
2.6.16.	Capacidad o gasto que requiere el sistema	19
2.7.	Diseño hidráulico.	20
2.7.1.	Caudal del ramal.	20
2.7.2.	Calculo de laterales..	20
2.7.3.	Caudal en el origen.	21
2.7.4.	Longitud ficticia.	21
2.7.5.	Perdida de carga.	21
2.7.6.	Presión necesaria en el origen.	22
2.7.7.	Calculo en el origen.	22
2.7.8	Longitud real.	22
2.7.9.	Perdida de carga.	23
2.7.10.	Calculo del diámetro según blasius	23
2.7.11.	Perdida de carga en la terciaria.	23
2.7.12.	Presión en el origen de la terciaria.	23
2.7.13.	Velocidad.	24
2.7.14.	Calculo del diámetro de la línea de conducción o primaria.	24
2.7.15.	Número de salidas.	24
2.7.16.	Caudal de cada salida.	25
2.8.	Cabezal de riego.	25
2.8.1.	Válvula de aire.	25
2.8.2.	Filtro.	26
2.8.3.	Reguladores de presión.	26
2.8.4.	Fertirriego.	27
2.8.4.1	Venturi.	28
III.	DISEÑO METODOLÓGICO.	29
3.1.	Ubicación.	29
3.2.	Características edafoclimaticas.	29
3.3.	Metodología.	30
3.3.1.	Análisis de suelo.	30
3.3.2.	Levantamiento topográfico	31
3.4.	Diseño agronómico.	31
3.5.	Croquis.	32
3.6.	Diseño hidráulico.	32
3.7.	Pasos para la instalación.	34
3.7.1.	Excavación	34
3.7.2.	Instalación de tubería.	34
3.7.3.	Instalación del cabezal de riego.	34
3.7.4.	Instalación de chupones y válvulas de control.	34
3.7.5.	Instalación de mangueras de riego.	35
3.7.6.	Evaluación del sistema de riego.	35
IV.	RESULTADOS.	36

V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	39
5.1	Conclusiones.	39
5.2.	Recomendaciones.	40
	BIBLIOGRAFIA	41
	ANEXOS	46

RESUMEN

El presente trabajo investigativo se realizó en el año 2011, en el área orgánica de la Carrera de Agrícola de la ESPAM ``MFL`` en donde se implementó un sistema de riego por goteo con dosificador de fertilizantes en un área total de 4828m² con los siguientes objetivos: Optimizar el recurso hídrico y la utilización de fertilizantes en el área de cultivos orgánicos de la Carrera Agrícola para adquirir experiencia en la materia de riego tanto en campo como teoría para los estudiantes y agricultores de la zona. Para lograr esto se realizó un diseño agronómico e hidráulico que permita la implementación del sistema de riego por goteo. Para poder determinar frecuencia y dosis de riego que necesitan las hortalizas en general, se realizaron estudios físicos y químicos del suelo. Además se calculó mediante las formulas Blasius para determinar la presión y el diámetro de la tubería para regar ciertos números de platabandas. La instalación del sistema de riego diseñado junto con el dosificador de biofertilizantes se lo realizó con nuestros propios recursos económicos y mano de obra, comprobando su buen funcionamiento de acuerdo a los resultados, para esto se admitió un regulador de presión para controlar la variación de presión que existe en el sistema de riego. Como resultado se obtuvo que para optimizar la aplicación del recurso agua que para poder regar 21 platabandas se necesitan 6.56 mm diarios de agua, con un intervalo de riego una hora diez minutos.

SUMMARY

The present investigative work was carried out in the year 2011, in the organic area of the career of agricultural of the ESPAM `` MFL`` a watering system was implemented by leak with dosificador of fertilizers in a total area 4828m² with the following objectives of: To optimize the resource hídrico and the biofertilizantes use in the area of organic cultivations of the Agricultural Career to acquire experience in the watering matter so much in field as theory for the students and farmers of the area. For which was carried out an agronomic and hydraulic design that allows the implementation of the watering system for leak. To be able to determine frequency and watering dose that need the vegetables in general, one had to make physical and chemical studies of the floor to be able to arrive to those results. It was also calculated the pressure and the diameter of the pipe to be able to water certain platabandas numbers for this one had to use you formulate Blasius and of Hazen. In the Implementation of the watering system designed together with the biofertilizantes dosificador. I settle it with the guarantee of the tutor of the watering matter with their respective indications and their respective operation to the like they left in the results for that a regulator of pressure it was admitted to control the differences of pressure that there is in the watering system. As a result I throw that to optimize the resource it dilutes and time to be able to water 21 platabandas a quantity of water 6.56 mm newspapers was needed with a watering interval one hour seven minutes thirty seconds.

INTRODUCCIÓN.

Las plantas por estar constituidas por un 90% de agua, requieren de la misma, en cantidades proporcionales para poder subsistir y producir; así en circunstancias estándares 1 m² de vegetación pierde unos 5.5 litros de agua al día, es decir la siembra de una hectárea desaprovecha cerca de 55 m³ de agua al día.(Janet, 1990).

Por esta razón se hace necesario optimizar el uso del recurso agua, y es que del total de ella, el agua dulce representa el 1% de la reserva a nivel mundial, por esto los sistemas de riego se implementen para suministrar el líquido vital a los cultivos en la medida que estos los necesiten. (Ramírez,2000).

Así mismo las plantas exigen adecuadas cantidades de fertilizantes para su óptimo desarrollo y producción, ya que por el uso irracional de los suelos no están presente en el, por lo que es conveniente utilizar la infraestructura de riego en que se pueda llevar a cabo un proceso de fertilización homogéneo en los cultivos.

La agricultura orgánica cuenta con varias técnicas de preparación de fertilizantes a bases de productos orgánicos, estos productos elaborados reciben el nombre de biofertilizantes, los que por ser extraídos de la descomposición de la materia orgánica no destruyen el suelo si no que conserva y mejoran su estructura y en su gran mayoría son líquidos, condición que les permite ser aplicados a través del sistema de riego.

Por lo antes expuesto se ve la necesidad de presentar a través de la ESPAM MFL una alternativa adecuada de ahorro de agua y aplicación de biofertilizantes, la cual consiste en diseñar e implementar un sistema de riego por goteo

condosificador de biofertilizantes para el área de cultivos orgánicos con una superficie de 4828 m² y con una producción basada en cultivos de ciclo corto.

I. ANTECEDENTES

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

En Manabí el principal problema a través de la historia ha sido el agua, sin embargo los gobiernos de turnos desde la época de los años setenta han construido importantes obras hidráulicas en la provincia como son los embalses de Poza Honda con una capacidad de 100 millones de m³ y la Esperanza con una capacidad de 450 millones de m³. De la misma forma se construyeron obras complementarias como son los sistemas de riego, para poza honda canales de riego para que sean usados principalmente para riego por superficie y en la Esperanza se instalaron en una primera etapa tuberías de conducción para regar aproximadamente 7000 hectáreas con riego presurizado. (Murillo, et. Al 2011).

La zona donde se encuentra ubicada la ESPAM MFL está favorecida por el proyecto de riego Carrizal-Chone, el cual está aportando agua para ser utilizada en riego, pero que no está siendo aprovechada de buena manera para regar los cultivos, según información de los operadores del sistema se está explotando apenas un 10% del total de su capacidad y debido al poco uso que se le está dando, se está provocando un fenómeno perjudicial con el inicio del proceso de eutrofización (exceso de materia orgánica en el agua) en el embalse de la Esperanza.

Además se debe tomar en cuenta el poco interés por parte de los productores en adoptar técnicas adecuadas para el suministro del agua a los cultivos por sistemas de riego.

Otro factor que influye y que esta a la vez ligado al riego es la fertilización de los cultivos, la cual representa como principal problemática, la mala distribución de estos sobre todo cuando se aplican en forma de líquido, ya que no se distribuyen adecuadamente y en la misma dosis a cada planta del cultivo, ya que para reducir costo sólo se hacen 2 o 3 aplicaciones durante todo el cultivo y no en las cantidades y momentos más oportunos o medida que las plantas la va

requiriendo. También podemos sumar a lo antes mencionado el mal estado en que puedan estar los equipos de aplicación (bomba de mochila) y la fatiga que representa para los operadores repartir los fertilizantes en el campo lo que se ve reflejado al incrementarse los costos de aplicación de fertilizantes.

1.2. JUSTIFICACIÓN.

Debido a la problemática antes expuesta se hace imperioso el establecimiento de técnicas adecuadas para la aplicación de agua y fertilizantes a los cultivos. Los sistemas de riego servirán como muestra para los demás productores de la zona y así motivarlos para que los adapten como técnicas para sus cultivos.

El uso de los sistemas de riego presenta una diversidad de beneficios, siendo el principal la optimización del uso del agua. Para el desarrollo de este proyecto se ha escogido el sistema que presenta el mayor ahorro de agua; que es el de riego por goteo, además se propone la implementación de un dosificador de fertilizantes, para aprovechar la aplicación del mismo a través de la red de riego. La fertilización de las plantas, de manera simultánea con el riego, es condición indispensable para obtener un rendimiento agrícola y una producción de excelente calidad ya que mediante el dosificador de fertilizantes podremos aplicar en el tiempo y la exigencia progresivas de las plantas sin que se eleve el costo de producción.

Esto hará que además de optimizar el recurso hídrico, también se lo haga con la cantidad de los fertilizantes, influyendo este último factor de manera directa con la parte económica, al ahorrar tanto en cantidad fertilizantes como en la mano de obra que se utiliza en la aplicación de los mismos, ya que, la implementación de este sistema no se debe ver como gasto, si no, como una inversión.

1.3. OBJETIVOS.

OBJETIVO GENERAL.

Optimizar el recurso hídrico y la utilización de fertilizantes en el área de cultivos orgánicos de la Carrera Agrícola de la ESPAM – MFL.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar el diseño agronómico que permita la implementación de un sistema de riego por goteo para cultivos hortícolas.
- Elaborar el diseño hidráulico del sistema de riego por goteo incluyendo un dosificador de fertilizantes.
- Establecer los costos de instalación del sistema de riego con el dosificador de fertilizantes.

II. MARCO TEÓRICO.

2.1. RIEGO

Se define como un medio artificial de mantener la disponibilidad de agua en la zona radicular de la planta a un nivel óptimo. El riego localizado o también llamado de alta frecuencia, podría definirse como el conjunto de técnicas empleadas para la consecución de un nivel óptimo de humedad en la zona radicular de la planta desde un punto externo de ella. (Amoros, 2000).

Tarjuelo, (2005) indica que el riego es suministrar a los cultivos, de forma eficiente y sin alterar la fertilidad del suelo, el agua adicional a la precipitación que necesitan para su crecimiento óptimo y cubrir las necesidades de lavado de sales de forma que evite su acumulación en el suelo, asegurando la sostenibilidad del regadío.

2.2. PARTICULARIDADES DE LA EFICIENCIA DEL RIEGO.

En general, cuando se aplica un riego, no toda el agua queda almacenada en la zona del suelo explorada por las raíces, sino que parte se pierde por evaporación, escorrentía y percolación profunda, siendo muy diferentes la cuantía de cada tipo de pérdida según el tipo de suelo y sistema de riego. Conceptualmente, la idoneidad de un riego depende del incremento del agua almacenada en la zona radicular del cultivo producido por el riego. (Armoni, 2002).

Según Fuentes, (2003) la define como eficiencia de aplicación del agua en un sistema de riego a la proporción entre la cantidad de agua almacenada en la zona del sistema radical disponible para las plantas y la cantidad de agua aplicada por el sistema de riego.

2.3. SISTEMAS DE RIEGO.

Se denomina sistema de riego localizado aquellos en que el agua se conduce por una red de tuberías y es entregado a cada planta mediante distintos emisores, goteros, cintas y aspersores o al conjunto de estructuras, que hace posible que una determinada área pueda ser cultivada con la aplicación del agua necesaria a las plantas. (Lagos, et. al. s.f.).

Según Fuentes, (2003) los sistemas de riego que existen en los cultivos son:

- Riego con aspersores
- Riego con difusores
- Riego por goteo
- Riego subterráneo
- Riego con cintas de exudación
- Riego con micro aspersores
- Riego con manguera
- Riego con regadera
- Riego por surcos

2.4. SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO.

Básicamente un sistema de riego por goteo está compuesto por un conjunto de tuberías, tubos micro tubos y goteros que se encargan de llevar el agua hasta las plantas, más un programador encargado de controlar los tiempos o frecuencia de riego. (Belchi, 2010).

El riego por goteo es la aplicación lenta y frecuente de agua al suelo mediante emisores o goteros localizados en puntos específicos a lo largo de unas líneas distribuidoras de agua. El agua emitida se mueve a través del suelo mayormente por flujo no saturado. De este modo se mantienen unas condiciones favorables de humedad en la zona de las raíces de las plantas y se propicia su desarrollo óptimo. (Goyal, 2010).

El agua aplicada por este método de riego se infiltra hacia las raíces de las plantas irrigando directamente la zona de influencia de las raíces a través de un sistema de tuberías y emisores (goteros). Esta técnica es la innovación más importante en agricultura desde la invención de los aspersores en los años 1930. (Agritec, 2010).

La principal ventaja de estos sistemas de riego es que sólo consumen la cantidad de agua que nuestras plantas precisan, ahorrando agua, tiempo y dinero. Además al ser un sistema automatizado podemos dejarlo funcionando y salir unos días de vacaciones con la tranquilidad de que al regresar las plantas estarán en perfecto estado. (Infojardin, 2010).

2.5. RIEGO EN HORTALIZAS.

Según Barrera, (1990) el uso eficiente del agua está en función del suelo y depende, sobre todo del regador y del método de riego empleado, así como de varios factores naturales y económicos es posible que un método mejor para determinar las necesidades de riego, pudiera ser aquel que tomara en cuenta las necesidades naturales del propio cultivo. Lógicamente, este método eliminaría variaciones resultantes de los factores humanos, físicos y económicos asociados con el riego.

Las necesidades de las plantas son importantes durante el periodo de crecimiento y aumenta hasta finalizar el completo desarrollo de los frutos. La frecuencia y las cantidades aportadas dependen de la profundidad y de la extensión de las raíces del agua disponible en el suelo y de las pérdidas que pueda experimentar el terreno y la planta. El volumen de riego debe permitir que el suelo se encuentre húmedo en el transcurso de la vegetación sobre unos 20 o 30 cm. de profundidad. (Pollock, 2007).

2.5.1 MELÓN.

Diversos autores han demostrado que el rendimiento de esta especie se ve fuertemente afectado por volúmenes y frecuencias de riego inadecuadas, ya sea por saturación o escasez de agua en el suelo, que afecta también la precocidad de la floración y la calidad del fruto.(Antúnez, 2008).

Es una planta exigente en cuanto a las temperaturas excesivamente altas. Por encima de los 35°C originan quemaduras en el fruto. Es una planta resistente a la sequía, y no conviene humedales muy altas. (Yuste, 1997).

Según Pollock, (2007) que las necesidades hídricas del cultivo de melón en todo el ciclo del cultivo son de 1500 a 2000mm.

2.5.2. PEPINO.

En general sus exigencias climáticas son similares a las del melón. Requiere suelos con una textura media arenosa arcillosa y mullido fresco y rico en materia orgánica y con buen drenaje. Es mediadamente tolerante a la salinidad y su pH óptimo 6 – 7,2. (Yuste, 1997).

2.5.3. REPOLLO.

Para su normal desarrollo y producción requieren de temperaturas entre 15 y 20°C. El suministro de agua debe distribuirse durante todo el ciclo de cultivo. El repollo se puede cultivar en gran variedad de suelos, desde arenosos y limo arenosos hasta franco arenosos. En los suelos arcillosos el ciclo del cultivo es más largo. (MAG, 1991).

2.5.4. PIMIENTO.

El cultivo de pimiento requiere de 800 a 1000 mm. de agua a lo largo de la vida del cultivo uniformemente. El pimiento no tolera estancamiento de agua y el exceso de humedad. Si las condiciones saturadas se mantienen durante 24 horas las plantas mueren. Las condiciones saturadas inhiben el crecimiento de las plantas llevando a un menor rendimiento. Las fases más críticas de humedad son el establecimiento inicial de los ejemplares trasplantados e inmediatamente a la floración. La falta de agua en la floración lleva a la caída de la flor y el fruto. (Dekker, 2004).

2.5.5. MANÍ.

Según Alcívar, (2002) es una planta que exige un buen suministro hídrico en la época de mayor requerimiento de agua que es desde la floración hasta la maduración.

El maní es tolerante a la sequía una vez establecido; una precipitación entre 500 a 1000 mm. El suelo ideal para la producción es aquel presenta un buen drenaje, de colores claros, sueltos, friables de textura francolinos y un pH 6 y 6.5. (Terranova, 1995).

2.6. DISEÑO AGRONÓMICO.

El diseño agronómico representa la primera fase del procedimiento de diseño de cualquier tipo de riego, con el que se determina la cantidad de agua que ha de transportar la instalación, correspondiente a las necesidades brutas de riego en las épocas de máxima necesidad.

El diseño agronómico tiene por fundamento garantizar que la instalación sea capaz de suministrar la cantidad suficiente de agua, con un control efectivo de las sales y una buena eficiencia en la aplicación del agua. (Bonneau, 2001).

Según Fuentes, (2003) que tiene por finalidad garantizar que la instalación sea capaz de suministrar la cantidad suficiente de agua, con un control efectivo de las sales y una buena eficiencia en la aplicación del agua. Se desarrolla en dos fases: Cálculo de las necesidades de agua y determinación de los parámetros de riego: dosis, frecuencia e intervalo entre riegos, caudal necesario, duración del riego, número de emisores y disposición de los mismos.

2.6.1. TEXTURA.

Está determinada por la proporción en la que se encuentran en una determinada muestra de suelo las partículas elementales de varias dimensiones que lo conforman.

Para determinar la textura se empleara el método de la pipeta o Robinson que consiste en: Se pesan a precisión 50g de T.F.S.A. en la balanza analítica, y se introducen en una matraz erlenmeyer tomando la precaución de no desperdiciar la muestra, luego se le agregan 20 cc de Hidróxido de sodio al 10% cantidad necesaria para humedecer en su totalidad la muestra de suelo. La muestra se deja en maceración por espacio de 24 horas. (Porta, et. al. 2003).

El mismo autor considera que la textura de un suelo esta expresada por la distribución del tamaño de las partículas sólidas que comprenden el suelo. En otras palabras por la composición granulométricas del suelo, previa dispersión de sus agregados.

2.6.2. DENSIDAD APARENTE.

Se define como el peso seco de una unidad de volumen de suelo. Los factores que le afectan son principalmente tres: La textura, la estructura y la presencia de materia orgánica. (Araucarias, 2005).

Para determinar la densidad aparente se empleó el método de la hojalata u hoyo que consiste en la toma de la muestra de suelo en el propio perfil de la calicata, de la siguiente manera; se limpia el perfil de tal modo que el momento de colocar la hojalata el terreno este nivelado y está se acople bien; una vez colocada la hojalata que en su centro posee una circunferencia de 10 cm de diámetro se procede con un cuchillo o una espátula a remover el suelo del agujero con una profundidad de 3 cm. o más aproximadamente la tierra removida es recogida en una funda plástica para evitar que pierda humedad y llevarla al laboratorio donde se somete a estufa, a 105⁰C de temperatura.

Este es igual al peso de suelo seco / volumem por el peso del recipiente. Para determinar la densidad aparente debemos aplicar la siguiente formula:

$$da = \frac{pss}{V * P. rec} \quad [02.01]$$

da = densidade aparente.

pss = peso de suelo seco.

V= volumem.

P.rec =peso del recipiente.

2.6.3. CAPACIDAD DE CAMPO DEL SUELO SECO (Cc).

El contenido en agua del suelo cuando virtualmente ha cesado todo movimiento descendente de aquella, recibe el nombre de capacidad de campo. Esta situación suele darse en suelos bien drenados dos o tres días después de una lluvia. La capacidad de campo se valora cuantitativamente como la cantidad de agua presente expresada en forma de porcentaje sobre el peso de suelo seco a la

estufa. El contenido de agua permanece a la capacidad de campo a menos que sobrevengan pérdidas por absorción de las raíces por evaporación o suministro de agua. (Thompson y Trueh, 2002).

Los mismos autores expresan que la capacidad de campo es una constante característica de cada suelo y depende fundamentalmente de la textura, cantidad de materia orgánica y grado de compactación de éste.

Cantidad agua retenida en el suelo después de que el exceso de agua gravitacional se ha drenado. (Infojardin, 2010).

El mismo autor afirma que se determina en laboratorio sometiendo a una muestra, a una fuerza centrífuga 1000 superior a la gravedad durante aproximadamente 40 minutos.

La capacidad de campo la podemos obtener con el desarrollo de la siguiente fórmula:

$$CC. = Ac + L + Ar \text{ (fórmula de Peele).} \quad [02.02]$$

Cc = Capacidad de campo, expresada como humedad gravimétrica en %.

Ac = contenido de arcilla, expresada como humedad gravimétrica en %.

L = contenido de lino, expresada como humedad gravimétrica en %.

Ar = contenido de arena, expresada como humedad gravimétrica en %.

2.6.4. HUMEDAD EN EL PUNTO DE MARCHITAMIENTO. (Pm).

Según Fuentes, (2003) se refiere a un porcentaje de humedad que no permite que la planta absorba agua, debido a la gran energía con que está retenida por la matriz del suelo, de tal forma que el vegetal se marchita y no vuelve a recuperar su vigor aunque sea colocado en un ambiente saturado de humedad.

Se determina en laboratorio sometiendo a la muestra a una presión centrífuga del orden de 15 atmósferas y luego se halla su grado de humedad. Su valor real dependerá del tipo de vegetación que exista sobre el suelo.

El punto de marchites se lo determino con la siguiente formula:

$$P_m = A_c + L + A_r \text{ (formula de Briggs). [02.03]}$$

P_m = punto de marchitamiento, expresada como humedad gravimétrica en %.

A_c = contenido de arcilla, expresada como humedad gravimétrica en %.

L = contenido de lino, expresada como humedad gravimétrica en %.

A_r = contenido de arena, expresada como humedad gravimétrica en %.

2.6.5. PROFUNDIDAD DEL SUELO EXPLORADO POR LAS RAÍCES.

Naturalmente las raíces de las plantas parecen no sobrepasar la profundidad del suelo humectada por la lluvia. De la misma manera con el riego las raíces se desarrollan en todo el espesor de suelo humectado. El riego entonces permite dirigir ese fenómeno. Prácticamente, es ventajoso favorecer el enraizamiento profundo que permite poner a disposición de la planta una mayor masa de recursos nutritivos y evitar el riesgo de la desecación en superficie. Es un porcentaje del sistema radicular total de la planta que equivale a un 40% del mismo. (Caamal, 2003).

2.6.6. FRACCIÓN DE AGOTAMIENTO DEL AGUA DISPONIBLE (F).

El método recomendable y más utilizado para calcular las pérdidas de agua por evapotranspiración (ET_c) es el recomendado por la FAO Doorenbos y Pruitt, (1997), en el que la ET_c se calcula como el producto de tres términos mediante la siguiente formula:

$$ET_c = ET_o * k_c * k_r \text{ [02.03]}$$

ETc: evapotranspiración máxima del cultivo

ETo: evapotranspiración potencial o de referencia

kc: coeficiente de cultivo.

kr: coeficiente de desarrollo del cultivo (superficie cubierta por la copa).

Según Fuentes, (2003) Se determina de acuerdo al tipo de cultivo, el tipo de suelo y la magnitud de la transpiración. Vienen dados en tablas para los valores de los cultivos. **Anexo IV.**

2.6.7. PROGRAMACIÓN DEL RIEGO.

Para programar el riego eficientemente, los productores deben conocer las características del suelo y la cantidad de agua que puede almacenar. Se puede usar una técnica de balance, similar a un registro de cheques, para llevar un control de las cantidades de agua que entran por medio de las precipitaciones y el riego, y las que salen por el uso de agua o la evapotranspiración del cultivo. Los porcentajes de agotamiento de agua se pueden medir directamente o pueden calcularse. Los dos métodos requieren información acerca de la profundidad de enraizamiento de un cultivo y la capacidad de retención de agua que tiene el suelo. (Pannunzio, A. 2003).

2.6.8. EFICIENCIA DE APLICACIÓN (Ea).

De acuerdo al tiempo en que se tarda en hacer la operación de riego en una superficie determinada, que involucra al tiempo en mojar esa superficie, el riego propiamente dicho para que infiltre la dosis requerida y el tiempo en que se retira el agua de la citada superficie.

Para el cálculo de esta eficiencia, es necesario hacer mediciones directas en la parcela, en relación con las entradas y salidas de agua para poder estimar los diferentes componentes de la función. (Fuentes, 2003).

Esta se obtiene mediante el volumen disponible sobre el volumen suministrado.

$$E_a = \frac{V_{\text{disp}}}{V_{\text{sumins}}} \quad [02.04]$$

E_a = Eficiencia de aplicación.

V_{disp} = volumen disponible.

v_{sumins} = volumen suministrado.

2.6.9. LAMINA NETA DE RIEGO. (Fuentes, 2003)

Se obtiene mediante la siguiente formula:

$$DPH = f * HA * ZR * P \quad [02.05]$$

DPH = lamina neta de riego.

f = fracción de agotamiento.

HA = humedad aprovechable.

ZR = profundidad radicular.

P = área a humedecer.

2.6.10. LAMINA TOTAL DE RIEGO. (Fuentes, 2003)

Se aplicó la siguiente formula:

$$D = \frac{DPH}{E_a} \quad [02.06]$$

D = lamina total de riego.

DPH = lamina neta de riego.

E_a = eficiencia de aplicación.

2.6.11. INTERVALOS DE RIEGO. (Fuentes, 2003)

Su fórmula es:

$$F' = \frac{DPH}{Et} \quad [02.07]$$

F' = intervalos de riego

DPH = lamina neta de riego.

Et = evapotranspiración del cultivo ajustado al riego por goteo.

2.6.12. EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL CULTIVO AJUSTADO AL RIEGO POR GOTEO. (Fuentes, 2003)

Se obtiene mediante la siguiente formula:

$$Et = ET * T \quad [02.08]$$

Et = evapotranspiración del cultivo ajustado al riego por goteo.

ET = tasa de evapotranspiración

T = Fracción de área sombreada.

2.6.13. DESCARGA POR PLANTA. (Fuentes, 2003)

Se utiliza la siguiente fórmula:

$$q_0 = \frac{D^l (S_a * S_h)}{tr} * 10 \quad [02.09]$$

q₀=caudal por planta litros / horas

D^l = lamina total de riego.

S_a= separación entre planta.

S_h = separación entre hileras.

T_r= tiempo disponible horas.

2.6.14. NÚMEROS DE SUBAREAS. (Fuentes, 2003)

Se utiliza la siguiente fórmula:

$$N' \text{ menor o igual } \frac{F' H'}{tr} \quad [02.10]$$

N' = números de módulos.

F' = intervalos entre días.

H' = área ocupada por una planta.

T_r = tiempo disponible de riego.

2.6.15. NECESIDADES DIARIAS DE LA PLANTA. (Fuentes, 2003)

Se aplica la siguiente formula:

$$NPD = \frac{Et(S_a * S_h)}{E_a} \quad [02.11]$$

NPD = necesidades diarias de la planta

Et = evapotranspiración del cultivo ajustado al riego por goteo.

S_a = separación entre planta.

S_h = separación entre hileras.

E_a = eficiencia de aplicación.

2.6.16. CAPACIDAD O GASTO QUE REQUIERE EL SISTEMA. (Fuentes, 2003)

$$Q = 2.78 \frac{A}{N'} \frac{q_0}{S_a * S_h} \quad [02.12]$$

Q = capacidad o gasto que requiere el sistema

A = área a regar en hectáreas.

S_a = separación entre planta.

S_h = separación entre hileras.

q_o = caudal por planta en litros/ horas.

2,78 = factor de conversión para obtener litros/ segundos

2.7. DISEÑO HIDRÁULICO.

El diseño hidráulico tiene por finalidad el cálculo de las dimensiones de la red de distribución y del óptimo trazado de las mismas. (Fuentes, J. 2003).

La contribución de agua por los emisores debe ser lo más equivalente viable, la uniformidad constituye el arranque del diseño hidráulico.

Para lograr una buena uniformidad será preciso:

Todos los emisores de la instalación sean de buena calidad (es muy importante que tengan certificado de calidad).

La presión del agua en todos los emisores sea lo más parecida posible.

El agua en su recorrido por la red va perdiendo presión debido al rozamiento, cambios bruscos de dirección, pasos por filtros, etc. A esta pérdida se la conoce como pérdida de carga. Lógicamente cuando el recorrido de la tubería de carga sea ascendente tendremos pérdida de presión y ganancia cuando sea descendiente. (Rocha, 2003).

2.7.1. CAUDAL DEL RAMAL:

El cálculo del caudal de un ramal se basa en la uniformidad conseguida en la descarga del agua. (Fuentes, 2003).

2.7.2 CALCULO DE LATERALES.

Los laterales o porta emisores son las tuberías que distribuyen el agua a las plantas por medio de los emisores acoplados a ellos. Desde el punto de vista

hidráulico se comportan como tuberías con salidas uniformemente espaciadas, por lo que en el cálculo de la pérdida de carga abra que aplicar el factor de Christiansen.

Para calcular el diámetro de un ramal lateral se necesita conocer los datos siguientes:

2.7.3. CAUDAL EN EL ORIGEN DEL LATERAL. (Fuentes, 2003)

$$Q = n * q \quad [02.13]$$

Q = Caudal en el origen, en litros/H.

n = Numero de emisores de lateral.

Q = Caudal medio del emisor, en litros/H.

2.7.4. LONGITUD FICTICIA. (Fuentes, 2003)

$$L_f = L + (n * L_e) \quad [02.14]$$

L_f = longitud ficticia.

L = longitud real

n = números de goteros

L_e = longitud equivalente

2.7.5. PERDIDA DE CARGA. (Fuentes, 2003)

$$h = 0,496 * Q * F * L_f / D^{4,75} \quad [02.15]$$

h = pérdida de carga.

Q = caudal.

F = factor de Christiansen.

Lf = longitud ficticia.

2.7.6. PRESION NECESARIA EN EL ORIGEN (Fuentes, 2003)

$$P_o = P_m + 0,73 * h + H_g/2 \text{ [02.16]}$$

P_o = presión en el origen del lateral.

P_m = presión de trabajo del gotero.

h = pérdida de carga en el lateral.

H_g = desnivel geométrico entre los extremo del lateral

2.7.7. CALCULO EN EL ORIGEN. (Fuentes, 2003)

Caudal en el origen.

$$Q = n * q \text{ [02.17]}$$

Q = caudal.

n = números de laterales del sistema.

q = caudal de cada lateral.

2.7.8. LONGITUD REAL. (Fuentes, 2003)

$$L = n * L_e + d_o \text{ [02.18]}$$

L = longitud real.

n = números de laterales.

L_e = espacio de laterales.

d_o = espacio entre laterales.

2.7.9. PERDIDA DE CARGA. (Fuentes, 2003)

$$h_a = 0,1 / x * H - h [02.19]$$

h_a = Perdida de carga.

X = exponente de descarga del emisor.

H = presión de trabajo del emisor.

h = perdida de carga de un lateral.

2.7.10. CÁLCULO DEL DIAMETRO SEGÚN BLASIUS. (Fuentes, 2003)

$$Q = (0,496 * (Q)^{1.75} * F_c * F_l)^{1/4,75} / h_a [02.20]$$

Q = caudal.

F_c = factor de cristian.

L_f = longitud ficticia.

h_a = perdida de carga.

2.7.11. PERDIDA DE CARGA EN LA TERCIARIA. (Fuentes, 2003)

$$h' = 0,496 Q^{1.75} * F_c * L_f [02.21]$$

h' = Perdida de carga en la terciaria.

F_c = factor de cristian.

L_f = longitud ficticia.

Q = caudal.

2.7.12. PRESIÓN EN EL ORIGEN DE LA TERCIARIA. (Fuentes, 2003)

$$P'o = P_o + 0,73 * h + H_g/2 [02.22]$$

$P'o$ = Presión en el origen de la terciaria

P_o = presión en el origen del lateral.

h' = Pérdida de carga en la secundaria

H_g = desnivel geométrico entre los extremo del lateral.

2.7.13. VELOCIDAD. (Fuentes, 2003)

$$V = \frac{4 Q}{3,1416 * D^2} \quad [02.23]$$

V = velocidad

Q_t = caudal

D = diámetro

2.7.14. CÁLCULO DEL DIÁMETRO DE LA LINEA DE CONDUCCION O SECUNDARIA. (Fuentes, 2003)

$$D = \sqrt{\frac{4 Q}{\pi * v}} \quad [02.24]$$

D = Diámetro, en m.

Q = Caudal, en $m^3/seg.$

v = Velocidad, en $m/seg.$

2.7.15. NÚMERO DE SALIDAS:

Son las tuberías que distribuyen el agua a las plantas por medio de emisores acopladas a ellas. En su cálculo hay que aplicar el factor de Christiansen, ya que las salidas del agua están uniformemente espaciadas a lo largo de la tubería. (Fuentes, 2003).

2.7.16. CAUDAL DE CADA SALIDA:

Goyal, (2008). Actúa como un sistema de control, la cual puede ajustar la presión de agua de tal forma que suministre la cantidad de flujo requerido en cada lateral. También se utiliza para controlar el tiempo de riego en campos individuales. Este viene determinado por el fabricante del emisor.

2.8. CABEZAL DE RIEGO

El cabezal de riego comprende un conjunto de aparatos que sirven para tratar, medir y filtrar el agua, comprobar su presión e incorporar los fertilizantes. Existe una gran variedad de cabezales, aunque los elementos básicos (equipo de tratamiento del agua, filtros, equipo de fertilización) son comunes a todos ellos y varían según la calidad del agua, grado de automatismo y características de los materiales. (Salazar, 2007).

El mismo autor expresa que el cabezal 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.

2.8.1. VÁLVULA DE AIRE.

En las conducciones hidráulicas es esencial evitar la formación de burbujas de aire o vacíos de aire dentro del sistema de riego. Tanto las condiciones derivadas de la formación de burbujas de aire como de vacíos de aire contribuyen a que se generen problemas de rendimiento y posibles daños al equipo. (Amanco, 2010)

Las válvulas de aire o ventosas, tienen la finalidad de extraer el aire que puede disminuir considerablemente el caudal cuando se producen bolsas de aire, en determinado momento pueden llegar a detener el flujo de agua, también puede ocasionar errores en la medición de los manómetros y elementos de control. Además, permiten la entrada de aire cuando se crean presiones de vacío, como

ocurre con la parada repentina de una bomba o cuando se cierra una válvula, estas presiones negativas pueden provocar el colapso y aplastamiento de las tuberías. (El regante, 2012).

2.8.2. FILTRO.

Uno de los mayores problemas que se presentan en el riego por goteo es la obstrucción de los emisores, producida por materias que van reduciendo progresivamente el paso del agua. Durante los últimos años se ha tratado de resolver el problema mediante el perfeccionamiento de las técnicas de filtrado y la mejora en el diseño de los emisores, pasando de pequeños pasos de agua y régimen laminar a pasos de agua más amplios y régimen turbulento.

La obstrucción de los goteros puede ser producida por materias de distinta naturaleza:

- Partículas orgánicas: restos vegetales y animales, algas, bacterias.
- Partículas minerales: arena, limo, arcilla.
- Precipitados químicos.

El filtro de malla es uno de los que mejor se acomoda a sistemas de riegos pequeños por la facilidad que presta para su limpieza y manteniendo y por su eficiencia al retener partículas minúsculas de sedimentos. (Salazar, 2007).

2.8.3. REGULADORES DE PRESIÓN.

Mantienen la presión dinámica constante, cualquiera que sea la presión de entrada especial para sistemas con cintas de riego a baja presión. (Amanco, 2010).

Sirven para convertir una presión de entrada variable en una presión de salida fija. No importa cuales sean los cambios de presión del sistema causados por las

condiciones hidráulicas, desniveles, técnicas de bombeo asegurando la cantidad de agua requerida por cada emisor. (Molino, 2012).

2.8.4. FERTIRRIEGO.

Consiste en la incorporación de fertilizantes solubles al agua de riego, que son después distribuidos mediante el sistema de riego localizado. Se pueden aplicar fertilizantes líquidos o sólidos altamente solubles, siempre que sean inactivos respecto a las sales contenidas en el agua y que no sean corrosivos para las instalaciones y aparatos de riego utilizados. (Yuste, 1997).

El fertirriego permite aplicar los nutrientes en forma exacta y uniforme solamente al volumen radicular humedecido, donde están concentradas las raíces activas. Para programar correctamente el fertirriego se deben conocer la demanda de nutrientes en las diferentes etapas fenológicas del ciclo del cultivo. (Imas, 1999).

El fertirriego permite entregar a las raíces del cultivo la cantidad necesaria de agua y de nutrientes de acuerdo con la demanda del cultivo a lo largo de su ciclo de desarrollo. Gracias a ello se obtienen altos rendimientos a la vez que se aprovechan eficientemente tanto el agua como los nutrientes. El fertirriego evita la aplicación excesiva de los fertilizantes y ofrece un mejor control sobre la capa de suelo a la cual se aplica el agua. Por lo tanto se reduce la lixiviación de los nutrientes más allá de las raíces y se reduce la contaminación de los acuíferos. (Infoagro, 2010).

El mismo autor expresa que por otra parte, y muy frecuentemente, el principal factor limitante de una adecuada fertirrigación es la salinidad del agua de riego, que, además, aporta elementos nutrientes. Por tanto, la adición de fertilizantes ha de realizarse como complemento hasta los niveles adecuados y también para paliar los antagonismos con los elementos nocivos para el cultivo. En resumen, es necesario estudiar fundamentalmente tres parámetros, de los que depende básicamente la fertirrigación: el cultivo, el agua de riego y el sustrato.

2.8.4.1. VENTURI.

Consiste en un dispositivo convergente – divergente sobre un tramo de tubería circular, con sendos piezómetros colocados en las secciones con flujo paralelo inmediatamente anterior a la zona de convergencia y dentro del estrechamiento. (Losada, 1995).

El Tubo de Venturi es un dispositivo que origina una pérdida de presión al pasar por él un fluido. En esencia, éste es una tubería corta recta, o garganta, entre dos tramos cónicos. La presión varía en la proximidad de la sección estrecha; así, al colocar un manómetro o instrumento registrador en la garganta se puede medir la caída de presión y calcular el caudal instantáneo, o bien, uniéndola a un depósito carburante, se puede introducir este combustible en la corriente principal. (Fuentes, 2010).

Los inyectores usan la presión diferencial para crear una zona de baja presión que aspira los productos químicos introduciéndolos en una línea de agua a presión. Cuando el agua a presión ingresa en la entrada del inyector, se contrae hacia la cámara de inyección y se transforma en un chorro de alta velocidad. El aumento de velocidad a través de la cámara de inyección produce una disminución de la presión, lo cual permite que el material aditivo sea aspirado por el puerto de succión y arrastrado al torrente de agua. A medida que el chorro se difunde hacia la salida del inyector, su velocidad se reduce y se reconvierte en energía de presión pero a una presión menor que la presión de la entrada del inyector. (Amanco, 2010).

III. DISEÑO METODOLÓGICO.

3.1. UBICACIÓN.

Este trabajo se realizó en el área de cultivos orgánicos de la Carrera de Agrícola de la ESPAM“MFL” situada geográficamente en las coordenadas 0°49´27” latitud sur y 80°10´47” longitud oeste y una altitud de 15 m.s.n.m.¹ la cual tiene una superficie total de 6737,5 m² y la área cultivable es de 4828 m². En el cual se implementó el sistema de riego por goteo.

3.2. CARACTERÍSTICAS EDAFOCLIMÁTICAS

EDAFICOS.

Topografía:	Plana.
Drenaje:	Bueno.
Textura :	Arcillo arenoso.
pH :	6.4

CLIMA.

Precipitación medio anual.	527,9 mm.
Humedad relativa media.	80,9%.
Temperatura media anual.	26°C.
Heliofanía.	1485,4 horas sol al año.
Evaporación.	1739,5 mm. al año

¹ Estación meteorológica de la Escuela superior politécnica Agropecuaria de Manabí (ESPAM MFL)

3.3 METODOLOGIA.

Para cumplir los objetivos propuestos del trabajo realizamos las siguientes actividades:

3.3.1. ANALISIS DE SUELO.

Se tomaron muestras simples en forma de zig zag por todo el terreno para la obtención de análisis químicos, realizados en (INIAP) Estación Experimental tropical Pichlingue.

Nutriente	Contenido	Unidad	Interpretación
N	34	ppm	Medio
P	64	ppm	Alto
K	1.92	meq / 100 ml	Alto
Ca	14	meq / 100 ml	Alto
Mg	5.3	meq / 100 ml	Alto
S	0	ppm	

Para ver información completa. **Anexo II**

Para los análisis físicos se realizó una calicata o pozo agrologico de 1, 50 m de profundidad 1m de ancho y 2 m de largo en el cual se tomaron muestras de las diferentes capas y llevadas al laboratorio de suelo de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Feliz López en la cual se determinaron los siguientes parámetros:

- Densidad aparente mediante el método de la hoja lata
- Capacidad de campo del suelo seco, con el método de peele.
- Humedad en el punto de marchitamiento, por el método de bridges.

- Textura, por el método de la pipeta de Robinson. **Reporte de los parámetros en anexo III**

3.3.2. LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO.

Se procedió a realizar el levantamiento topográfico utilizando el G.P.S., el cual dio las coordenadas del terreno para conocer el área exacta trabajo que es de 4828 m² (0,4828 ha.). y poderlo dibujar en AutoCAD.

Ya teniendo el área exacta se procedió a diseñar el sistema de riego más adecuado que es el de espina de pescado ya que por ser un área experimental necesita el mayor número de divisiones posibles, en las líneas con controles individuales en cada una de ellas. Además de los materiales a utilizar en la instalación del sistema para luego llevarlo a campo e implementarlo. **Anexo 1.**

3.4. DISEÑO AGRONÓMICO.

Para el diseño agronómico se estableció el distanciamiento entre planta, la profundidad radicular, el radio de la copa, la superficie total, la humedad aprovechable, fracción de agotamiento, área a humedecer y la evapotranspiración. **Anexo V**

Una vez establecido los datos necesarios se realizaron los siguientes cálculos:

Lámina Neta de Riego, mediante la fórmula $DPH = f * HA * ZR * P$ [03.01]

Lámina Total de Riego, mediante la fórmula. $D' = \frac{DPH}{E_a}$ [03.02]

Intervalos de riego. $F' = \frac{DPH}{E_t}$ [03.03]

3.5. CROQUIS.

Diseño físico del sistema de riego plasmado en AutoCAD **ver anexo I.**

3.6. DISEÑO HIDRAULICO.

Para el diseño hidráulico se usaron las fórmulas de Blasius , para determinar:

Cálculos de laterales porta goteros.

$$Q = n * q \text{ [03.04]}$$

Longitud ficticia del lateral.

$$L_f = L + (n * L_e) \text{ [03.05]}$$

Perdida de carga.

$$h = 0,496 * Q * F * L_f / D^{4,75} \text{ [03.06]}$$

Presión necesaria en el origen.

$$P_o = P_m + 0,73 * h + H_g/2 \text{ [03.07]}$$

Caudal en el origen secundario.

$$Q = n * q \text{ [03.08]}$$

Longitud real.

$$L = n * Le + do \text{ [03.09]}$$

Perdida de carga en la secundaria.

$$h_a = 0,1/x * H - h \text{ [03.10]}$$

Calculo del diámetro según blasius.

$$Q = (0,496 * (Q)^{1,75} * F_c * F_l)^{1/4,75} / h_a \text{ [03.11]}$$

Perdida de carga en la secundaria.

$$h' = 0,496 Q^{1,75} * F_c * L_f \text{ [03.12]}$$

Presión en el origen de la secundaria.

$$P'o = P_o + 0,73 * h + H_g/2 \text{ [03.13]}$$

Velocidad.

$$V = \frac{4 Q}{3,1416 * D^2} \text{ [03. 14]}$$

Calculo del diámetro de línea de conducción o primaria.

$$D = \sqrt{\frac{4 Q}{\pi * v}} \text{ [03. 15]}$$

ver **Anexo VI**

3.7. PASOS PARA LA INSTALACIÓN.

3.7.1. EXCAVACIÓN.

Una vez realizado el diseño hidráulico se implantó en el croquis y se llevó a campo el diseño, procediendo a escarbar la zanja en el medio del terreno con la retro excavadora de la ESPAM en dimensiones de 0,40 m. de ancho por 0,50 m. de profundidad.

3.7.2. INSTALACIÓN DE TUBERIAS.

Las tuberías utilizadas fueron de PVC de 50 mm. x 1,3 mm .x 0,63 MPA x 6 amt. Ya realizada la zanja se procedió a instalar la tubería la cual se conectó a una tubería primaria de 63 mm. la cual se redujo a 50 mm. y fue conducida hasta el borde del área a instalar para hacer el cabezal de riego y poder manejar el sistema en perfecta condiciones.

3.7.3. INTALACIÓN DEL CABEZAL DE RIEGO.

Consta de 1 válvulas tipo bola de 50 mm, una válvula de admisión y expulsión de aire. 1 filtro de mallas de 50mm. de 130 mcs. para sacar las impurezas que existen en el sistema, 1 regulador de presión de 20 PSI, para que el sistema trabaje con una presión constante, 1 Venturi para hacer las aplicaciones de fertilizantes y 1 manómetro el cual medirá la presión que pasa el agua dentro de la tubería. **Anexo VIII**

3.7.4. INTALACIÓN DE CHUPONES Y VÁLVULAS DE CONTROL.

Una vez instalada la tubería en el área, se procedió a perforar la misma con un taladro y una broca de 16 mm. a un distanciamiento de 0,50m. entre las 2 líneas

de la platabanda y de 1 m. de distancia entre las líneas de una platabanda y otra, ya que, el ancho de cada platabanda es de 1 m. y la distancia entre platabanda es de 0,50 m. perforado el tubo se procedió a colocar en el hueco una montura de caucho llamada empaque donde se introduce a presión el chupón inicial de 16 mm. donde nace la línea de riego. A continuación se empata a presión un metro manguera flexible para luego colocar válvula control individual o llaves de control que comunica la tubería madre con la cinta de riego. **Anexo VIII**

3.7.5. INSTALACIÓN DE MANGUERAS DE RIEGO.

Las mangueras de riego vienen en rollos de mil metros, misma que se coge del inicio y se coloca en la punta de válvula de control percatándose que esta esté limpia, se introduce apretando el dispositivo de seguridad roscable que viene en la válvula para que la manguera no se salga. Tensando levemente se conduce la cinta sobre la cama hasta el otro extremo con los goteros hacia arriba para evitar el taponamiento de los mismos, y se procede amarar de una estaquilla estrangulando la manguera para impedir el paso del agua y cortar la manguera de acuerdo a la longitud requerida en el terreno.

3.7.6. EVALUACION DEL SISTEMA DE RIEGO.

Para evaluar el sistema de riego recurrimos a la relación tiempo volumen. En la cual se utilizaron 9 recipientes colocados estratégicamente a lo largo y ancho de todo el sistema: 3 recipiente en una línea inicial, 3 línea central y 3 en una de las líneas finales, previamente funcionando el sistema en toda su capacidad según los resultados del cálculo agronómico para recoger el volumen de agua que emiten los goteros durante un tiempo de 30 minutos. Todo esto para hacer comparado con las especificaciones técnicas de los fabricantes de las cintas de riego y comprobar en qué tiempo de riego abastece a los requerimientos hídricos de las plantas ver **anexo VIII**.

IV. RESULTADOS

DISEÑO AGRONÓMICO.

El diseño agronómico determinó que la lámina neta de riego es de 18mm. pero como la eficiencia del método del riego por goteo de la lámina total de riego 23cm. El intervalo de riego será de 1 día con un tiempo de riego de 1 hora y 10 minutos. La tasa evapotranspiración es de 7mm. / días mientras que la evapotranspiración del cultivo ajustada al riego por goteo es de 1,86mm. / día. La Descarga de agua por planta es de 2,16 l/h/planta. Mientras que las necesidades diarias de la planta es de 6,5625mm. La capacidad o gasto que requiere el sistema es de 10,99 l/seg. en un numero de subarea de 1 módulo. Ver **anexo V**

Los valores correspondientes calculados en el diseño agronómico fueron los siguientes:

Datos	Valores
Lamina neta de riego	18mm
Lamina total de riego	23 cm
Intervalos de riego	Un día
Tiempo de riego	1 H y 10 minutos
Tasa evapotranspiración	7 mm/día
Evapotranspiración del cultivo ajustada al riego por goteo	1,86mm día
Descarga de agua por planta	2,16 l/h/planta
Necesidades diaria de la planta	6,5625mm
Capacidad o gasto que requiere el sistema	10,99 l/seg.
Número subarea	0,0937 un modulo

DISEÑO HIDRAULICO

El diseño hidráulico determinó que en el cálculo de la manguera porta gotero el caudal de origen es de 216 l/h, la longitud ficticia es de 54m., teniendo esta una pérdida de carga en el origen de 0,221 mca. la presión en el origen es de 10,21 mca. que en PSI nos da una presión de 14,518 PSI.

En el cálculo de la tubería terciaria se encontró que el caudal en el origen de la tubería terciaria es de 9072 l / H, siendo su longitud real de 127,8 m. con una pérdida de carga en la terciaria de 2 mca. El diámetro según Blasius es de 48.7 mm. con una pérdida de carga real en la terciaria 1,90 mca. Llevando una presión real en el origen de la terciaria de 11,85 mca que es igual a una presión necesaria de 16,85 PSI. El cálculo del diámetro de la línea de conducción o secundaria es de 48.7 mm. y la velocidad que requiere el sistema es de 1,34 m/seg. Ver **anexo VI**

Los valores correspondientes calculados en el diseño hidráulico fueron los siguientes:

DESCRIPCIÓN	VALORES
Calculo de manguera porta gotero	
Longitud de la manguera	27m.
Distanciamiento de gotero	0,20m.
Caudal del gotero (hoja técnica)	1,6 l/h
presión de trabajo del gotero (hoja técnica)	10 mca.
Numero de goteros	135
Caudal en el origen	216 l/h.
Longitud ficticia	54 m.
Perdida de carga en el origen	0,221 mca.
Presión en el origen	10,21 mca.
Presión necesaria	14,518 PSI.

Calculo de tubería terciaría	
Caudal en el origen de la secundaria	9072 l/h
Longitud real	127.8 m.
Perdida de carga en la secundaria	2 mca.
Calculo de diámetro según Blasius	48,7 mm.
Perdida de la carga real en la secundaria	1,90 mca.
Presión real en el origen de la secundaria	11,85 mca.
Presión necesaria	16,85 psi.
Líneas de riego que funcionan simultáneamente	42 mangueras de goteos
Calculo de la línea de conducción o secundaria	
Calculo del diámetro	48,7 mm.
Velocidad del agua	1,34 m/seg

Evaluación

Se la realiza para observar si los datos que especifica el fabricante en la ficha técnica se ajustan a la presión del sistema de riego diseñado, lo cual tiene una similitud con la evaluación efectuada en el sistema.

El costo total de la implementación del sistema de riego por goteo para cultivos hortícolas en el área orgánica de la ESPAM - MFL es de: \$ 2105 (dos mil ciento cinco dólares americanos). Ver **anexo VII**

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

El intervalo de riego para cultivos hortícolas será de un día y la duración del mismo de una hora y diez minutos y la cantidad de agua por gotero es de 1.86 mm./día.

El diseño hidráulico nos concluye que la presión que se necesitara para el funcionamiento óptimo del sistema de riego es de 16 PSI.

Es importante tomar en cuenta que el diseño tanto hidráulico como agronómico será diferente dependiendo del lugar y las condiciones físicas y químicas del suelo aun cuando el sistema de riego sea diseñado para esta misma especie.

El riego por goteo con dosificador de fertilizantes permite la aportación justa y necesaria tanto de agua como de fertilizantes y por ende la mejor forma de ahorro de los recursos hídrico como económicos (fertilizantes, mano de obra).

El riego es mucho más que el tendido de tuberías y mangueras que conducen el agua. Es saber las necesidades exactas del cultivo para en relación con el clima y el suelo aportar la cantidad necesaria para el desarrollo de la planta.

5.2. RECOMENDACIONES

Para el buen funcionamiento del sistema de riego recomendamos lo siguiente: trabajar con una presión constante de 16 PSI. para evitar el desperdicio de agua y el rompimiento de las conexiones.

Para cucurbitáceas se debe regar con un intervalo de un día y con una duración de una hora y diez minutos según el cálculo agronómico para evitar el estrés hídrico a la planta.

Se recomienda seguir las instrucciones del uso del sistema en general tanto en la parte operacional como en la frecuencia, tiempo, intervalo, de riego para la prolongación de la vida útil del sistema de riego.

Recoger y guardar las mangueras regantes cuando estas no están en uso y antes de cada cosecha para que no se dañen por el uso de herramientas agrícolas y otros factores como los del clima, ya que ellas son muy susceptibles a sufrir daño.

Verificar que las mangueras regantes no se encuentren taponadas por cualquier basura que este dentro del sistema esto permitirá el mejor mojado del área a regar.

Limpiar el filtro cada semana para evitar la sobrecarga de impurezas en la malla para evitar así la pérdida de carga.

Realizar investigaciones en donde se prueben dosis de fertilizantes aplicados a través del fertirriego para así aprovechar el sistema dosificador (venturi) con que cuenta el sistema de riego instalado.

BIBLIOGRAFÍA

1. Agritec 2010 Riego por goteo. (En línea). Consultado 18/08/2010 Disponible en Wiki pedía, la enciclopedia libre como org/wiki/Riego_por_goteo
2. Alcívar, J. 2002. Manual agropecuario biblioteca del campo tecnología orgánicas de la granja integral autoicamente. Bogotá, Co. v.1, p 983
3. Amanco. 2010. Catálogo de división agrícola de plastigama. (En línea). Consultado 16 /08/2010. formato de pdf Disponible en <http://www.plastigama.com> p.85,87,93.
4. Amoros, M. 2000. Riego por goteo en cítricos. 2 ed. Madrid. Es. Mundi prensa. p 17. (En línea). Consultado, 17/03/2012. Formato libro. Disponible en <http://book.com.ec/book.k?>
5. Antúnez, A. 2008. Tierra adentro hortalizas y flores. (En línea). Formato pdf. Consultado 17/06/2010. Disponible en: www.aantunezinia.cl
6. Armoni, S. 2002. Riego por goteo y Microjet. Facultad de Ingeniería agrícola universidad de concepción. Madrid Es. v1 p 40
7. Araucarias 2005. Densidad aparente. (En línea). Consultado 17/06/2010. 11:30 Disponible en <http://araucarias.blogspot.com/2005/09/densidad-aparente.html>.
8. Barrera, L. 1990. Riego y drenaje ediciones usta. v 1. Bogota .CO. p299, 301.
9. Belchi, G. 2010. Sistema de riego (En línea). Consultado 03/06/2010. formato <http://www.cannabismagazine.es/digital/index.php> disponible en
10. Bonneau, L. 2001 Performance of irrigation systems on irrigated banana plantation in Cameroon, (en línea). Consultado 02/06/2010 Disponible en <http://www.silsoe.cranfield.ac.uk/iwe/index.htm>.

11. Caamal, 2003. Instituto tecnológico superior de Calixtlahuaca en el estado de Campeche producción agrícola (en línea). Consultado 02/06/2010 formato PPT disponible en la web como www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos
12. Dekker, M. 2004. Tratado de ciencia y tecnología de las hortalizas editorial acribia Zaragoza Es p 208
13. Doorenbos y Pruitt, 1997. la FAO. (Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación transferencia de sistemas de riego.
14. El sitio agrícola. 2010. (En línea). Consultado 2010-07-06 formato PDF Disponible en /el Agua en los Sistemas extensivos consumo y eficiencia de uso.
15. El regante 2012. Válvulas de aire (En línea). consultado 14/02/12 Disponible en la web como formato pdf el regante <mailto:consultaselregante.com>
16. Fuentes, J. 2000. Tácticas de riego Ediciones Mundí-Prensa. Madrid. Es. v1 p 105, 256.
17. -----, 2003 Técnicas de Riego. Ministerio de Agricultura y Pesca. ed. por Mundi-prensa. Madrid Es. v 4 p 235-279.
18. Fuentes, Y. 2010 Tuberías de riego (En línea). consultado 15/10/10. Formato html Disponible en la web comomonografias.com/trabajos6/tube/tube.
19. Goyal, M. 2008. Diseño de sistemas de riego por goteo. (En línea). Consultado 20/02/2012. formato pdf disponible en http://www.ece.uprm.edu/~m_goyal/home.htm P 323
20. -----, 2010. Manejo de riego por goteo (En línea). Consultado 06/03/2012. formato pdf disponible en http://www.ece.uprm.edu/~m_goyal/home.htm P 174

21. Imas, P. 1999 Manejo de Nutrientes por Fertirriego en Sistemas Frutihortícolas Presentado en el XXII Congreso Argentino de Horticultura 28 Setiembre - 1 Octubre 1999; Tucumán, Ar. consultado 12/10/2010
22. -----, 2010. Fertirriego. Definición y sinónimos (En línea). Consultado 25/10/2010 formato http disponible en http://www.infoagro.com/diccionario_agricola/traducir.asp .
23. Infojardin. 2010. Riego por goteo. (En línea). Consultado 30/08/2010. Disponible en infojardin.com/.../riego-goteo-localizado.htm
24. -----, 2010. Capacidad de campo. (En línea). consultado 31/08/2010. 13:30 Formato http disponible en <http://www.infojardin.net/glosario/capa-acuifera/capacidad-de-campo.htm>.
25. Janet, K, 1990 El agua en el suelo. Agricultura en las americas editorial acribias Barcelona. ES. v 2 p 146.
26. Lagos, O., Uribe, H y Silva, G. (s.f). Riego en frutales y vides. Cap, 8. (En línea). Consultado, 17/03/2012. Formato pdf. Disponible en <http://www.inea.cl/medios/bibliotecas/boletinas/>
27. Losada, A, 1995. El riego fundamentos hidráulicos Ediciones Mundí - Prensa. Madrid. Es. v 2 p 203.
28. MAG. 1991. Ministerio de Agricultura y Ganadería. San José, Costa Rica. Aspectos Técnicos sobre Cuarenta y Cinco Cultivos Agrícolas de Costa Rica. Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola. (En línea). consultado 14/02/12 formato pdf Disponible en [tec repollo](#)
29. Molino, P. 2012. Componentes de sistema de riego (En línea). consultado 15/02/12 disponible en la web como formato htm Productos > Distribución de agua > Reguladores de presión

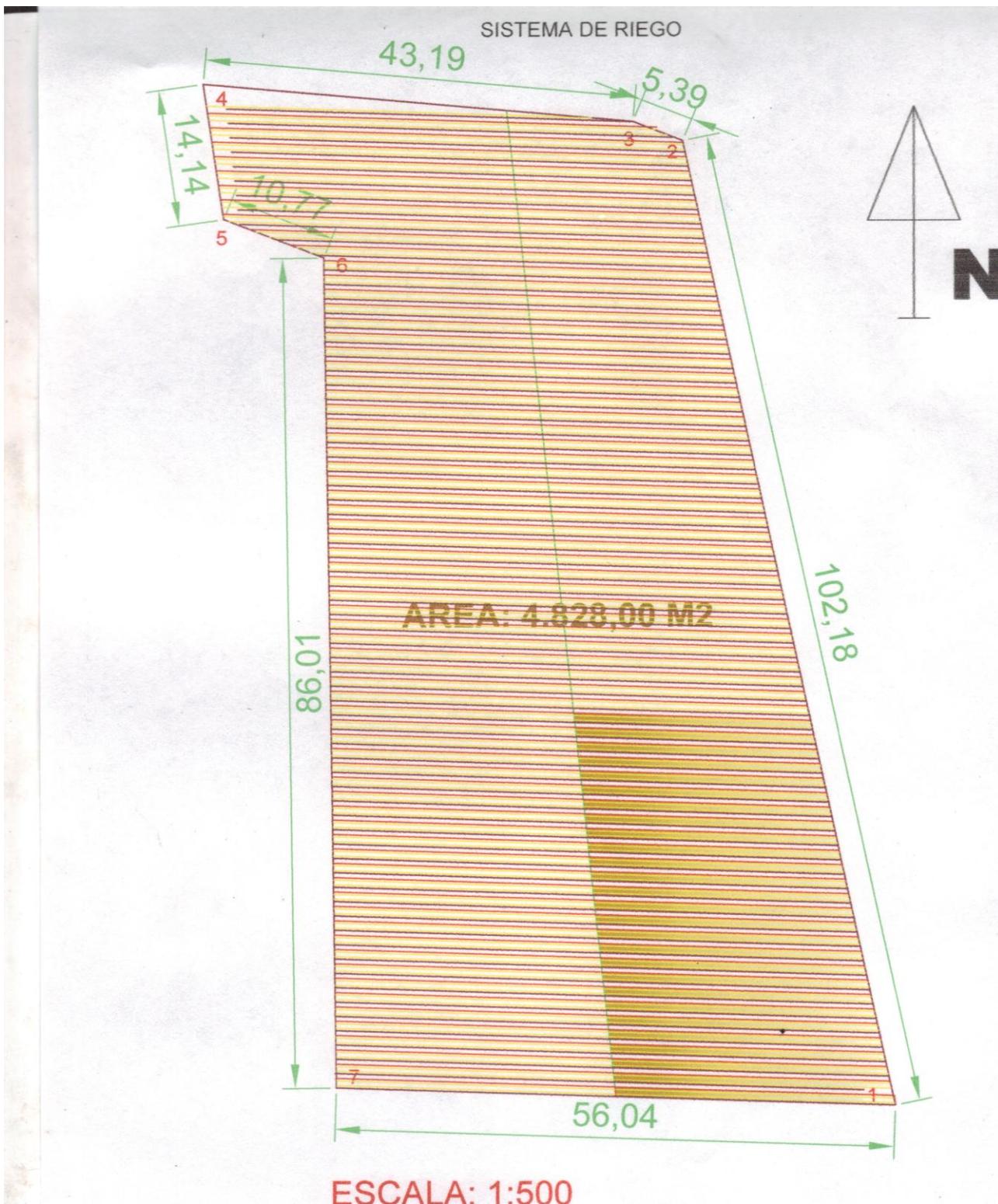
30. Murillo, D; Intriago, D; Vera, R. y Zambrano. G. 2011. Captación en riego para estudiantes de ingeniería agrícola y profesionales de la provincia de Manabí. Tesis de ingeniería agrícola. UTM. Portoviejo – Manabí. EC. (En línea). Consultado 6/ 03/ 2012 formato PDF Disponible en <http://repositorio.utm.ec/163/1/tesis%20agricola.pdf>
31. Palacios, P. 1963. (En línea). consultado 2010-07-06. formato http Pagina disponible en www.unesco.org.uy/phi/libros/
32. Pannunzio, A. 2003. Evaluación económica de sistemas de riego localizado en naranja washingtonnavel.vii congreso argentino de ingeniería.
33. Pollock, M. 2007. Enciclopedia del cultivo de frutas y hortalizas. Editorial blume Barcelona ES. v1 p 108.
34. Porta, J; López, M. Roquero, C. 2003. Edafología para la agricultura y el medio ambiente. Ediciones mundi prensa. Barcelona .ES. v 3 p 51, 97
35. Rocha, A. 2003. Los modelos como herramienta valiosa para el diseño Hidráulico ediciones mundi prensa Barcelona.ES. v1 p 54
36. Ramírez, R. 2000. Perspectivas del Medio Ambiente Mundial 2000. PNUMA. Ed. Mundi-Prensa. 2000. Madrid Es. p 8.
37. Salazar, P. 2007. Autores y colaboradores de la universidad de cevilla (en línea). Consultado 15/03/2012. Formato http disponible en <http://ocwus.us.es/ingenieria-agroforestal/hidraulica-y-riegos/>
38. Tarjuelo, J. 1995. El riego por aspersión y su tecnología. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid-Barcelona. Es. v1 p 56
39. ----- . 2005 El riego por aspersión y su tecnología.. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid-Barcelona. Es. v3 p 19
40. Terranova. 1995 Enciclopedia agropecuaria. panamericana formas s. a. Bogotá Co v 3 p 152

41. Thompson, L. y Troeh, F. 2002. Los suelos y su fertilidad. Reverti. 4 ed. Barcelona. Es. p 101- 102. (En línea). Consultado, 17/03/2012. Formato PDF. Disponible en [http://books.google.com.ec/book?id=capacidad de campo](http://books.google.com.ec/book?id=capacidad+de+campo).

42. Yuste, M. (1997). Biblioteca de la agricultura editorial alfa omega Barcelona Es. v 1 p 257, 629, 631.

ANEXOS

ANEXOS I
AREA ORGANICA DE LA ESPAM MFL.



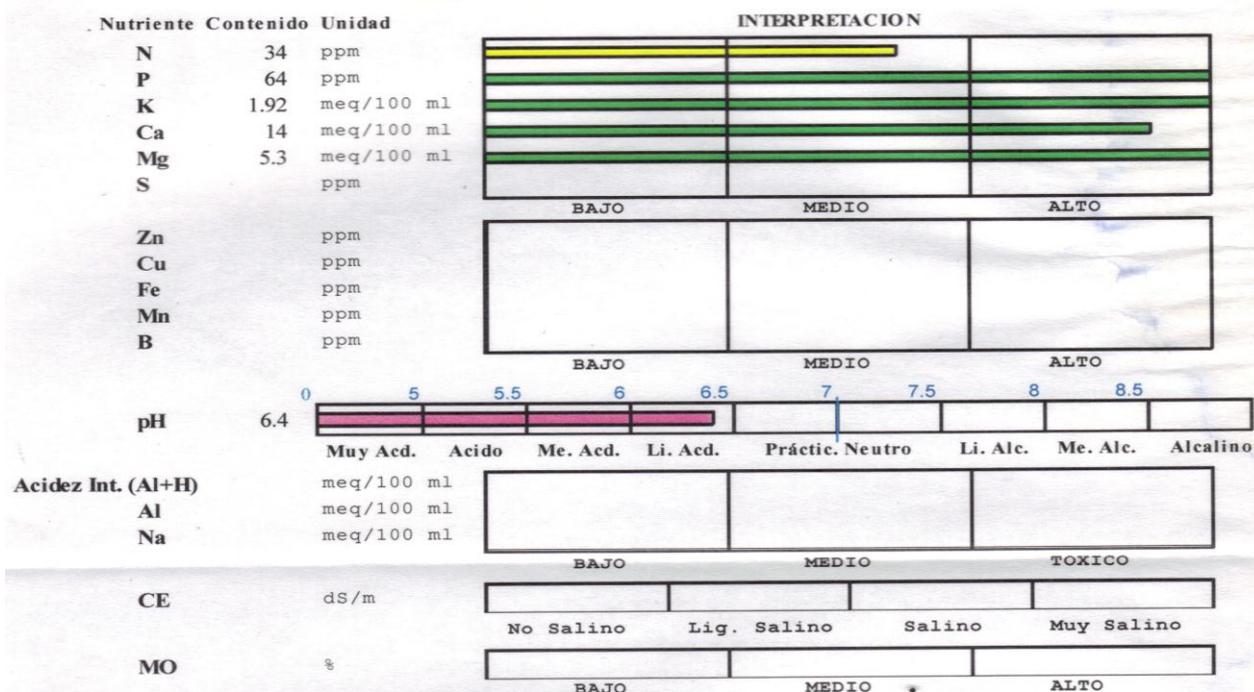
ANEXO II

ANÁLISIS QUÍMICOS

 INIAP <small>INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS</small>	ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE" LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24 Quevedo - Ecuador Teléfono: 750 - 967 Fax: 751 - 018
--	---

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO Nombre : Barberán Rodríguez Marco Antonio Sr. Dirección : Ciudad : Calceta Teléfono : Fax :	DATOS DE LA PROPIEDAD Nombre : Sin Nombre Provincia : Manabí Cantón : Calceta Parroquia : Ubicación :
DATOS DEL LOTE Cultivo Actual : Cultivo Anterior : curcuvitaceas Fertilización Ant. : Superficie : Identificación : Muestra I	PARA USO DEL LABORATORIO N° Reporte : 00941 N° Muestra Lab. : 57060 Fecha de Muestreo : 18/01/2011 Fecha de Ingreso : 18/01/2011 Fecha de Salida : 02/02/2011



Ca	Mg	Ca+Mg	meq/100ml	(meq/l) ^{1/2}	ppm	(%)			Clase Textural
Mg	K	K	Σ Bases	RAS	Cl	Arena	Limo	Arcilla	
2,6	2,8	10,1	21,2						

LIDER DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS



RESPONSABLE LABORATORIO

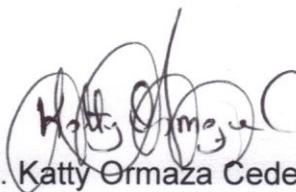
ANEXO III

**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA AGROPECUARIA DE MANABI
"MANUEL FÉLIX LOPEZ"
CARRERA DE AGRÍCOLA
LABORATORIO DE ANALISIS FÍSICO DE SUELOS**

REPORTE DE ANÁLISIS FÍSICO DE SUELO

MUESTRA	Profundidad	Da Gr/cm ³	Textura %			Clase textural	Cc %	Pm %
	m		Ar	L	Ac			
1	0.14	1.39	32	48	20	Franco	28	12
2	0.12	1.44	56	24	20	Franco Arcilloso arenoso	24	13
3	0.50	1.54	72	16	12	Franco arenoso	19	10
4	0.74	1.39	32	48	20	Franco-	28	12

Laboratorio de Suelo



Lic. Katty Ormazá Cedeño

TÉCNICO RESPONSABLE



ANEXO IV

TABLA DE LOS KC DE LOS CULTIVOS

Tabla 12: Coeficientes de cultivo (Kc) de cultivos anuales (C. Brouwer y M. Heibloem)

Cultivo	Primera etapa	Segunda etapa	Tercera etapa	Cuarta etapa
Algodón	0,45	0,75	1,15	0,75
Avena	0,35	0,75	1,15	0,45
Berenjena	0,45	0,75	1,15	0,80
Cacahuete	0,45	0,75	1,05	0,70
Calabaza	0,45	0,70	0,90	0,75
Cebada	0,35	0,75	1,15	0,45
Cebolla verde	0,50	0,70	1,00	1,00
Cebolla seca	0,50	0,75	1,05	0,85
Col	0,45	0,75	1,05	0,90
Espinaca	0,45	0,60	1,00	0,90
Girasol	0,35	0,75	1,15	0,55
Guisante fresco	0,45	0,80	1,15	1,05
Judía verde	0,35	0,70	1,10	0,90
Judía seca	0,35	0,70	1,10	0,30
Lechuga	0,45	0,60	1,00	0,90
Lenteja	0,45	0,75	1,10	0,50
Lino	0,45	0,75	1,15	0,75
Mafz dulce	0,40	0,80	1,15	1,00
Mafz grano	0,40	0,80	1,15	0,70
Melón	0,45	0,75	1,00	0,75
Mijo	0,35	0,70	1,10	0,65
Patata	0,45	0,75	1,15	0,85
Pepino	0,45	0,70	0,90	0,75
Pequeñas semillas	0,35	0,75	1,10	0,65
Pimiento fresco	0,35	0,70	1,05	0,90
Rábano	0,45	0,60	0,90	0,90
Remolacha azucarera	0,45	0,80	1,15	0,80
Soja	0,35	0,75	1,10	0,60
Sorgo	0,35	0,75	1,10	0,65
Tabaco	0,35	0,75	1,10	0,90
Tomate	0,45	0,75	1,15	0,80
Trigo	0,35	0,75	1,15	0,45
Zanahoria	0,45	0,75	1,05	0,90



ESPAM MFL
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ
"MANUEL FÉLIX LÓPEZ"
 Ley 99 – 25 R.O. 181 – 30 – 04 - 1999
 CALCETA – ECUADOR

ESTACIÓN
 METEOROLOGICA
 ESPAM-MFL

DATOS ANUALES 2011

SESES	HR	T. MAXIMA	T. MINIMA	T AMBIENTE	EVAPORACION	PRECIPITACION	RECORRIDO VIENTO	HORAS SOL
e-11	86	29,5	22,1	25,2	103,2	102,6	397,3	55,5
j-11	84	30,4	22,4	25,9	122,6	98,3	431,1	112
f-11	81	31,9	21,9	26,4	165,4	54,4	434,3	171,9
r-11	84	28,3	22,4	26	119,3	210,2	334,1	148
y-11	82	31,6	21,5	26,2	142,9	1,9	357,8	128,7
o-11	83	30,5	22,0	25,9	119,4	10,9	483,4	71,6
n-11	81	30,3	21,4	25,6	127,9	9,3	392,6	74,1
o-11	80	30,1	21,2	25,1	156	0,5	529,2	82
o-11	79	31	20,4	25	175,2	0,1	653	129,1
o-11	79	29,9	20,4	24,7	167,6	1,8	661,6	109,4
o-11	77	30,5	19,8	24,7	170,8	0,7	702,1	134,3
o-11	75	31,3	21,4	26,2	169,2	37,2	605,9	108,8
TAL	80,9	30,4	21,4	26	1739,5	527,9	5982,4	1325,4

ING. JUAN MOREIRA SALTOS
 TÉCNICO RESPONSABLE



INAS CENTRALES:
 agosto No. 82 y Granda Centeno
 593 05 685156 Telefax: 593 05 685134

www.espam.edu.ec
rectorado@espam.edu.ec

CAMPUS POLITÉCNICO CALCETA
 Sitio El Limón
 Telefax: 593 05 685048 - 685035

ANEXO V
CÁLCULO DE LOS FACTORES PRELIMINARES DE DISEÑO (DISEÑO AGRONÓMICO)

Datos			
Especie	Hortícolas		
Espaciamiento		0,5*1,5 m	0,75m ²
Profundidad radicular		0,30m	
Sensibilidad a la eficiencia hídrica	Alta		
Radio de la copa		0,25m	
Textura	Arcillo arenoso		
Estructura	granular		
Capacidad de campo		28%	0,27mm/m
Punto de marchitez (Pm).		15%	0,15mm/m
Densidad aparente			1,38 g/cm ³
Humedad aprovechable			122,48mm/m
Fracción de agotamiento			0,2
Área a humedecer			0,25 %
Clima			
Tipo de región	tropical		
Evapotranspiración			7 mm/ día

LAMINA NETA DE RIEGO

$$DPH = f * HA * ZR * P$$

DPH = Lamina Neta de Riego.

f = fracción de agotamiento.

HA = Humedad Aprovechable.

P = Área a Humedecer.

$$DPH = 0,2 * 122,48 * 0,3 * 0,25 = \mathbf{1,8cm. 18mm.}$$

LAMINA TOTAL DE RIEGO

$$D' = \frac{DPH}{E_a}$$

D' = Lamina Total de Riego.

DPH = Lamina Neta de Riego.

E_a = Eficiencia de Aplicación.

$$D' = 18,37cm/80\% = \mathbf{23cm.}$$

INTERVALOS DE RIEGO.

Área sombreada por planta

$$= \pi(0.25)^2$$

$$3,1416 \cdot (0,25)^2 = 0,20\text{m}^2$$

Número de Plantas

$$0,4828 \cdot 10000\text{m}^2 / 0,75\text{m}^2 = 6437 \text{ plantas.}$$

Area Sombreada total

$$0,20\text{m}^2 / \text{plantas} \cdot 6437\text{plantas} = 1287\text{m}^2$$

$$T = \frac{\text{Area Sombreada Total}}{\text{Area Total del Cultivo}}$$

T = Fracción de Área Sombreada.

$$T = 1287 / 4828 = 0,266\text{m}^2$$

$$Et = ET \cdot T$$

Et = Evapotranspiración del cultivo ajustada al riego por goteo.

ET = Tasa de Evapotranspiración.

T = Fracción de Área Sombreada.

$$Et = 7\text{mm/día} \cdot 0,266 = \mathbf{1,86\text{mm/día en m}^2}$$

DURACIÓN DEL TIEMPO DE RIEGO.

60 minutos ----- 1,6

X----- 1,86 = 69,75 minutos = 1 hora diez minutos

$$F' = \frac{DPH}{Et}$$

F' = Intervalos en Días Entre Dos Sucesivos Riegos para una misma Subunidad.

DPH = Lamina Neta de Riego.

Et = Evapotranspiración del cultivo ajustada al riego por goteo.

$$F' = 1,837\text{mm} / 1,86\text{mm/día} = \mathbf{1 \text{ día}}$$

Entonces, el intervalo de riego es de un día, con duración de una hora diez minutos.

Número de Plantas

$$\frac{27 \times 21\text{m}}{0,75\text{m}^2} = 405 = 540\text{planta}$$

Area Sombreada Total

$$0,20\text{m}^2/\text{plantas} * 540\text{plantas} = 108\text{m}^2$$

$$T = \frac{\text{Area Sombreada Total}}{\text{Area Total del Cultivo}}$$

$$T = \frac{108\text{m}^2}{405\text{m}^2} = 0,266$$

$$= \pi(0,25)^2$$

Área Sombreada por Planta

$$3,1416 * (0,25)^2 = 0,20\text{m}^2$$

$$Et = 7\text{mm/día} * 0,266 = \mathbf{1,86\text{mm/día}}$$

DESCARGA POR PLANTAS

$$q_0 = \frac{D' (S_a * S_h)}{tr} * 10$$

q_0 = Caudal por Planta en Litros/Horas.

D' = Lamina Total de Riego. 2,3mm

S_a = Separación Entre Plantas. 0,5m

S_h = Separación Entre Hileras. 1,5m

T_r = Tiempo disponible de Riego Horas 8H

$$q_0 = 2,3\text{mm}(0,5\text{m} * 1,5\text{m}) * 10 / 8\text{H} = 2,16 \text{ Litros/Horas/Planta}$$

NÚMERO DE SUBAREAS

$$N' \text{ menor o igual } \frac{F' H'}{tr}$$

N' = Números de Módulos.

F' = Intervalos en Días Entre Dos Sucesivos Riegos para una misma Subunidad. 1

H' = Área ocupada por una planta. 0,75m

T_r = Tiempo disponible de Riego Horas. 8H

$$N' = 1 * 0,75 / 8 = \mathbf{0,09375}$$

El menor o igual a la capacidad del sistema **0,09375** ósea que hay un solo modulo.

$$NPD = \frac{Et(S_a * S_h)}{E_a}$$

NPD = Necesidades diarias de la Planta.

Et = Evapotranspiración del Cultivo Ajustada al riego por Goteo 7mm/día

S_a = Separación Entre Plantas. 0,5m

S_h = Separación Entre Hileras. 1,5m

E_a = Eficiencia de Aplicación. 0,80

NPD = 7mm(0,5m*1,5m)/0,80 = **6,5625mm**,

La evapotranspiración diaria es de 7mm/días/ 6,5625mm =1,066 días

$$Q = 2.78 \frac{A}{N'} \frac{q_0}{S_a * S_h}$$

Q = Capacidad o gasto que Requiere el Sistema Para Operar Satisfactoriamente en L/s.

A = área a Irrigar en Hectáreas. 0.1287m²

S_a = Separación Entre Plantas. 0,5 m

S_h = Separación Entre Hileras. 1,5 m

q₀ = Caudal por Planta en Litros/Horas. 2,16

N = números de módulos. 0,09375

2,78 = factor de Conversión para Obtener litro/segundo.

Q = 2,78 *0,1287/0,09375 * 2,16/0,5 *1,5 = **10,99 L/seg**

ANEXO VI DISEÑO HIDRAULICO

CÁLCULO EN EL CAUDAL DE ORIGEN.

Longitud de la cinta es de 27m. y los goteros están espaciados a 0,20m.

Q = números de gotero x caudal de cada gotero

$$Q = 135 * 1.6 L = \mathbf{216 L/H}$$

Longitud ficticia.

Lf = longitud real + longitud equivalente.

$$L_f = 27 + (135 * 0,20) = \mathbf{54 m}$$

Perdida de carga.

$$h = 0,496 * Q * F * L_f.$$

$$D^{4,75}$$

h = perdida de carga.

Q = caudal.

F = factor de Cristian.

Lf = longitud ficticia.

$$h = 0,496 * (216L/H)^{1,75} * 0,36 * 54 / (16,2mm)^{4,74} =$$

$$h = 0,496 * 12170,09 * 0,36 * 54 = 119628,67 / 540880,3 = \mathbf{0,221mca.}$$

Presión necesaria en el origen.

$$P_o = P_m + 0,73 * h + H_g/2$$

Po = presión en el origen del lateral.

Pm = presión de trabajo del gotero.

h = perdida de carga en el lateral.

Hg = desnivel geométrico entre los extremo del lateral.

$$P_o = 10mca + 0,73 * 0,221 + 0,1/2 = \mathbf{10,21mca.}$$

Regla de 3 para el cálculo de los psi

$$10mca \text{-----} 14.22psi$$

$$10,21 \text{-----} X = \mathbf{14,518 psi}$$

Cálculo en la terciaria

Caudal en el origen.

$$Q = n * q$$

Q = caudal.

n = números de laterales del sistema.

q = caudal de cada lateral.

$$Q = 42 * 216L/h = \mathbf{9072L/h}$$

Longitud real.

$$L = n * Le + do$$

L = longitud real.

n = números de laterales.

Le = espacio de laterales.

do = espacio entre laterales.

$$L = 103,5m-1 * 1+4,5 = \mathbf{107m L.}$$

Lf = Longitud ficticia.

L = = longitud real.

$$Lf = 1,20 * 107m = \mathbf{127,8m}$$

Perdida de carga.

$$ha = 0,1/x * H - h$$

ha = Perdida de carga.

X = exponente de descarga del emisor.

H = presión de trabajo del emisor.

h = perdida de carga de un lateral.

$$ha = 0,1 / 0,45 * 10 - 0,221 = \mathbf{2 mca.}$$

CÁLCULO DEL DIAMETRO SEGÚN BLASIUS.

$$Q = (0,496 * (Q)^{1,75} * Fc * Fl)^{1/4,75} / ha =$$

Q = caudal.

Fc = factor de cristian.

Lf = longitud ficticia.

$$Q = (0,496 * (9072)^{1,75} * 0,3694 * 128)^{1/4,75} / 2 = \mathbf{48,7mca}$$

Interpretando los datos para determinar el diámetro de la tubería que a **6 atm** que nos da un diámetro interior de 48,7 lo cual nos da en la tabla diámetro nominal de una tubería de **50 mm. Que se dan las condiciones técnicas de la tubería utilizada.**

Perdida de carga real en la secundaria

$$h' = 0,496 Q^{1.75} * F_c * L_f$$

h' = Perdida de carga en la secundaria

F_c = factor de cristian.

L_f = longitud ficticia.

Q = caudal.

$$h' = \frac{0,496 * (9072)^{1.75} * 0.3694 * 127.8}{(48,7)^{4.75}} = \mathbf{1,90mca}$$

Presión real en el origen de la secundaria

$$P'o = P_o + 0,73 * h + H_g/2$$

$P'o$ = Presión en el origen de la secundaria

P_o = presión en el origen del lateral.

h' = Perdida de carga en la secundaria

H_g = desnivel geométrico entre los extremo del lateral.

$$P_o = 10,21 + 0,73 * 1,90 + 0.5/2 = \mathbf{11,85mca.}$$

El factor de Chrithiasen (F_c) se calculó según el número de salida de los ramales en este caso 42 cintas de goteo. La presión en este módulo fue de 16,85psi, que es la óptima para que funcionen correctamente los goteros.

Regla de 3 para el cálculo de los psi

10mca-----14.22psi

11,85mca-----x = **16.85psi**

CÁLCULO EN LA TUBERIA SECUNDARIA

Velocidad

$$V = 4Q$$

$$3,1416 \cdot D^2$$

$$V = 0,0025$$

$$3,1416 \cdot 0,0487$$

$$V = 0,0025 / 0,00745 = 1,34 \text{ m/seg}$$

Calculo del diámetro conociendo otros resultados

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \cdot v}}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0025}{3,1416 \cdot 1,34}}$$

$$D = 48,7$$

ANEXO VII

COSTO TOTAL DEL SISTEMA

	MATERIALES	CANTIDAD	VALOR	V. TOTAL
1	Empaque	280	0,1	28
2	conector inicial 16mm	276	0,22	60,72
3	Válvulas 16 mm	276	0,40	386,4
4	Manguera 16mm 4MPA	300m	25	75
5	Cinta de goteo goldendrip x 1000m/0,20cm goteros	5000m	100	500
6	Adaptador macho 50x11/2PVC	1	2,28	2,28
7	Adaptador macho 50X 2''PVC	1	2,65	2,65
8	Reductor63x50mm	3	1,12	3,37
9	Universal 63x2'' hembra PVC	1	7,37	14,74
10	Filtro de malla 2''	1	100	100
11	Válvula anti vacío 2'' ARI	1	40,84	40,84
12	Injector ventury ¾ mod pro	1	69,12	69,12
13	Válvula de esfera 50mm PVC	1	15,9	15,9
14	Tapa 11/2 plasson	1	1,59	1,59
15	Codo 50x90°	5	2,22	11,14
16	Pega 725 1/8	1	11,25	11,25
13	Accesorios varios	Varios	50	50
14	Tubos	27	6	162
15	Regulador de presión	2	20	40
16	Tanque	1	20	20
17	Excavación zanja con maquina	2 horas	30	60
18	Instalación del sistema	1	350	350
19	imprevistos		100	100
				\$ 2105

ANEXO VIII



Foto 1 instalación del cabezal riego



Foto 2: Sistema de riego instalación de chupones



Foto 2 inyector Venturi



Foto 3 Evaluación del sistema de riego.



Foto 4 especificaciones técnicas de las cintas de riego