



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE
MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ ESPAM - MFL**

INGENIERÍA AGRÍCOLA

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

Tema:

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE RIEGO
POR GOTEO PARA EL CULTIVO DEL PEPINO EN EL ÁREA
CONVENCIONAL ESPAM – MFL**

AUTORES:

**ÁNGEL BOSCO ZAMBRANO DUEÑAS
FRANCISCO EFRAÍN GARCÍA ZAMORA**

TUTOR:

ING. LEONARDO MENDOZA CEDEÑO

Calceta, Abril 2012

DERECHOS DE AUTORIA.

Nosotros, Ángel Bosco Zambrano Dueñas y Francisco Efraín García Zamora declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual correspondiente a este trabajo, a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, según lo establecido por la ley de propiedad intelectual y su reglamento.

Ángel Bosco Zambrano Dueñas.

Francisco Efraín García Zamora.

CERTIFICACION DEL TUTOR.

LEONARDO MENDOZA CEDEÑO certifica haber tutelado la tesis titulada **DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO PARA EL CULTIVO DEL PEPINO EN EL AREA CONVENCIONAL ESPAM MFL 2012**, que ha sido desarrollada por Ángel Bosco Zambrano Dueñas y Francisco Efraín García Zamora previo a la obtención del título de ingeniero Agrícola, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACION DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

ING. LEONARDO MENDOZA CEDEÑO.

TUTOR.

APROBACION DEL TRIBUNAL.

Los suscritos miembros del tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** la tesis titulada **DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO PARA EL CULTIVO DEL PEPINO EN EL AREA CONVENCIONAL ESPAM MFL 2012**, que ha sido propuesta, desarrollada y sustentada por Ángel Bosco Zambrano Dueñas y Francisco Efraín García, previa a la obtención del título de Ingeniero Agrícola, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACION DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL** de la Escuela superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López

Ing. Fernando Díaz Tréllez. Ing. Sergio Vélez Zambrano.

MIEMBRO.

MIEMBRO.

Ing. Gonzalo Constante Tubay.

PRESIDENTE.

AGRADECIMIENTO.

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, (ESPAM - MFL.) que nos brindó la oportunidad de capacitarnos y forjarnos día a día.

A la Dirección de la carrera de Ingeniería Agrícola, Director Ing. Lenin Vera Montenegro, por su disposición, de manera oportuna durante los inicios del proyecto hasta la culminación del mismo.

Al Ing. José Loor Ponce por guiarnos en la idea de diseñar el sistema de riego por goteo, y ser nuestro tutor en los inicios del proyecto.

Al director de tesis Ing. Leonardo Mendoza Cedeño por haber asumido la responsabilidad de guiarnos en este proyecto de tesis y colaborado en su culminación.

A los señores Ingenieros miembros del tribunal Ing. Federico Díaz Trelles, Ing. Sergio Vélez Zambrano e Ing. Gonzalo Constante Tubay, por apoyarnos, soportarnos con paciencia demostrando su profesionalismo al momento de guiarnos y pulir nuestro tema en discusión.

A todos los catedráticos de la carrera de Ingeniería Agrícola, que desde el inicio aportaron con su grano de arena para formarnos como profesionales de bien.

Al Ing. Jesús Chavarría Parrága por ser un apoyo fundamental en la culminación del proyecto.

A nuestros compañeros de carrera de Ingeniería Agrícola de nuestra facultad, en especial al famoso grupo de los diez, Darwin Molina, Lizardo Rodríguez , Richard

Molina, Ramón Gíler, Javier Cantos, Enrique Intriago, Ángel Saldarriaga, Freddy Basurto, M^a Isabel Mendoza y los autores de la tesis.

Al personal administrativo y empleados de la carrera agrícola que siempre nos brindaron apoyo en nuestros trabajos de prácticas de campo.

A los propietarios del Campus Típico el Limón, Fulton, Galita, Luis, Mario, Gustavo, Angelita y demás colaboradores, por apoyarnos en nuestra etapa universitaria.

DEDICATORIA.

A Dios sobre todas las cosas.

A Mi abuelo Ángel Noé que siempre me apoyo y me guio por el camino del bien y que desde el cielo lo sigue haciendo.

A Mi abuela María Teresa Dueñas que gracias a su preocupación, esfuerzos, desvelos, y su abnegado corazón de madre pude salir adelante en mi formación profesional y ser mejor en mi vida personal.

A mis padres Ángel Bosco Zambrano Dueñas y mi madre Teresa Dueñas de Zambrano que me dieron el regalo más hermoso que es la vida y una formación de la que me siento orgulloso.

A mis tíos y tías por todo su apoyo y consejos, en especial a mi tía Patricia que siempre me apoyo en mi carrera universitaria.

A mi esposa la señora Lelia Esther García que con su amor y apoyo físico y moral me motivo a terminar el proyecto final de tesis.

Ángel Bosco Zambrano Dueñas

DEDICATORIA

A Dios, todo poderoso por darme día a día la fortaleza de seguir adelante en mis conocimientos.

A mis padres, Víctor Manuel García y Nelly Guadalupe Zamora, por darme la vida y apoyarme en todas las etapas de mi vida y por haberme guiado en el camino del bien.

A mi Esposa, Gema Mariuxi Chávez Cedeño por su compañía, confianza, comprensión y por ser la persona que forma parte de mi vida y a quien amo.

A mi Hija, Evelyn Yaela García Chávez por ser la ternura y bendición que Dios me a dado.

A mis Hermanos, John, Diana, Víctor, Guadalupe y en especial a Tania por su apoyo, consejos y ánimos en todo momento.

Francisco Efraín García Zamora.

INDICE.

CONTENIDO	PAG.
Derechos de Autoría.....	II
Certificación Del Tutor.....	III
Aprobación Del Tribunal.....	IV
Agradecimiento.....	V
Dedicatoria.....	VII
Índice.....	IX
Resumen.....	XI
Summary.....	XII
I ANTECEDENTES.....	1
1.1 Planteamiento y Formulación del problema.....	1
1.2 Justificación.....	3
1.3 Objetivos.....	4
II. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 Generalidades.....	5
2.2 Taxonomía y Morfología del Pepino.....	6
2.3 Requerimientos Edafoclimaticos.....	7
2.4 Necesidades hídricas del cultivo.....	8
2.5 Índice de Sequía.....	8
2.6 Criterios Técnicos para elección de un método de Riego.....	8
2.7 Métodos de Riego.....	9
2.7.8 Riego por Goteo.....	13
2.8 Diseño Agronómico.....	17
2.9 Diseño Hidráulico.....	24
III DISEÑO METODOLÓGICO.....	33
3.1 Ubicación.....	33
3.2 Características Agroecológicas.....	33

3.3 Duración.....	34
3.4 Metodología.....	34
3.5 Diseño Agronómico.....	35
3.6 Diseño Hidráulico.....	38
IV Resultados.....	44
V Conclusiones y Recomendaciones.....	47
Bibliografía y Anexos	

RESUMEN.

La presente investigación se basó en el Diseño e instalación de un sistema de riego por goteo para el cultivo del pepino en el área convencional ubicado en la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí ESPAM - MFL. Una vez hechos los cálculos del diseño hidráulico para el óptimo manejo del sistema y diseño agronómico para cumplir con los requerimientos hídricos del cultivo del pepino, se obtuvo los siguientes resultados. Para el diseño Agronómico se consideró las condiciones climáticas promediando las necesidades hídricas del cultivo, y las reservas de agua fácilmente disponibles para el cultivo de pepino determinando que, los intervalos de riego es dos días y el tiempo de riego es de una hora. En lo hidráulico el caudal necesario para un lateral porta goteros es de 236.25 litros/hora y la presión necesaria es de 14.22 PSI. El Caudal necesario para una lateral terciaria porta laterales es de 13230.0 litros/hora y el diámetro comercial de la tubería es de 47.35 mm, la presión adecuado utilizada en este módulo es 16.92 PSI. El diámetro calculado para línea de conducción para el sistema de riego es de 50 mm, pero esta línea de conducción abastecerá a otro sistema de riego por goteo con similares características al mismo, fue instalada una tubería de 63 mm escogida por cálculos realizados previamente Los costos implicados en diseñar e implementar el sistema de riego fue de \$ 2080.33 los cuales se distribuyeron de la siguiente manera; Materiales \$1810.35, Mano de obra \$ 150, imprevisto \$ 120.

SUMMARY.

The present investigation was based on the design and implementation of a drip irrigation system for cucumber crop at the conventional area located at the Agricultural Polytechnic School of Manabí ESPAM MFL. After made the estimates of hydraulic design for optimum system operation and the agronomic design to meet water requirements of the cucumber crop, the following results were obtained. For the agronomic design were considered weather conditions by averaging the crop water needs and the readily available supply of water for cucumber crop determining that irrigation intervals are of two days and irrigation time id one hour; on the hydraulic part the flow required for a lateral or dropper´s holder is 236.25 liters / hour and the required pressure is 14.22 PSI.8. The flow required for tertiary lateral portal lateral is 13230.0 liters / hour and the commercial diameter of the pipe is 47.35 mm, the appropriate pressure used in this module is 16.92 PSI.; the calculated diameter for the transmission line for the irrigation system is 50 mm, but this a pipeline will supply another drip irrigation system with similar characteristics, it was installed a pipe of 63 mm that was chosen by calculations previously made. The costs involved in designing and implementing the irrigation system were \$ 2080 which was distributed as follows. materials \$ 1810, workforce \$ 150 and unexpected costs \$ 120.

I. ANTECEDENTES

1.1 PLANTEAMIENTO Y FORMULACION DEL PROBLEMA.

Uno de los principales problemas para los pequeños y medianos productores es la falta de un sistema de riego adecuado en sus fincas. Los que no cuentan con riego tienen que sembrar de acuerdo al ciclo climático lluvioso, el cual se presenta con precipitaciones óptimas o deficientes, esto último, trae como resultado productos de baja calidad, poco rendimiento y una sola cosecha al año. A su vez, estos no pueden calendarizar ni diversificar su producción. Otros cuentan con riego por aspersión o por gravedad, sin embargo, a menudo se enfrentan con problemas tales como erosión, conservación de sus fuentes de agua, y problemas constantes de plagas y enfermedades. (C.D.A. 2001).

En las zonas semiáridas y tropicales del Ecuador, las demandas competitivas por agua disponible es cada vez más aguda como también en otros países. Los abastos de agua de buena calidad son cada día más escasos. Por tanto, es necesario encontrar la forma de mejorar la eficiencia del uso del agua particularmente para fines agrícolas.

De las 8 millones de hectáreas cultivadas en Ecuador, únicamente el 12% cuenta con sistemas de riego construidos por el estado (823 mil hectáreas). Destinados a producciones de exportación. A los pequeños agricultores que no tienen acceso a estas infraestructuras hidráulicas, les ha quedado como alternativa encontrar por si mismos la manera de poder regar sus plantaciones buscando el agua construyendo pozos en la tierra y acequias en la mayoría de los casos sin revestimiento. Al ser

canales construidos sobre tierra, existe un desperdicio muy alto de agua que se filtra. (Vara. 2010)

Uno de los principales problema de Manabí a través de la historia ha sido el agua, sin embargo los gobiernos de turnos para contrarrestar aquello, 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 metros cúbicos y la Esperanza con una capacidad de 450 millones de metros cúbicos. De la misma forma construyéndose obras complementarias como son los sistemas de riego por canales para Poza Honda y para riego por superficie en la Esperanza, instalándose también en una primera etapa tuberías de conducción para regar aproximadamente 7000 ha, con riego presurizado, (aspersión y goteo) para la misma (Medranda, y Loor. 2011).

En los últimos años los cultivos de hortalizas en el país se han constituido en uno de los principales rubros de la economía de los productores, Particularmente, en el Cantón Bolívar los Agricultores del Carrizal, no tienen cultura de riego, aplican el agua al suelo sin considerar aspectos relevantes del suelo, como son: necesidades hídricas, características hidrofísicas del suelo. Por lo tanto se requiere desarrollar e implementar diseños de riego, para optimizar el agua y obtener excelente producción, que conlleve a la seguridad alimentaria y a elevar la calidad de vida de los productores agrícolas.

1.2 JUSTIFICACION

El riego es suministrar a los cultivos, de forma eficiente y sin alterar la fertilidad del suelo, el agua adicional a la precipitación que demanda para su crecimiento óptimo y cubrir las necesidades de lavados de sales de forma que evitan su acumulación en el perfil del suelo, asegurando la sostenibilidad del regadío. Tarjuelo Martin-Benito (s/f).

El riego por goteo ofrece múltiples beneficios, entre ellos la reducción del consumo de agua y requerimientos de mano de obra, mejor manejo de fertilización y control de plagas y enfermedades, además, provee a la planta la cantidad exacta de agua que necesita. También facilita el escalonamiento y la diversificación de la producción en pequeños lotes de tierra. Este tiene impacto directo, en el mejoramiento del flujo de efectivo, reducción del riesgo a los precios bajos del mercado, aumento en ventas y en utilidades. Su implementación permite la calendarización de la producción y la posibilidad de introducción a nuevos cultivos. (C.D.A. 2001)

Por lo descrito, en párrafos anteriores, se precisa de la implementación del sistema de riego por goteo, para posteriormente, socializar y demostrar su tecnología a productores del área de influencia del sistema de riego Carrizal – Chone, que consta de una red de distribución para instalación de riego presurizado.

Un importante rubro que se produce en esta zona es el pepino, cultivo que es muy susceptible a enfermedades que proliferan en microclimas húmedos comunes en manejo con riegos convencionales, la implementación del riego por goteo en este cultivo contribuirá a la solución de este problema y permitirá el desarrollo agro – socioeconómico de los productores de esta zona de nuestra provincia.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

- Diseñar e implementar un sistema de riego por goteo para el cultivo de pepino con los requerimientos hídricos adecuados, en el área de producción convencional de la ESPAM - MFL.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Elaborar el diseño agronómico para el cultivo de pepino, considerando las condiciones climáticas del medio, las propiedades físicas del suelo y las necesidades hídricas del cultivo.
- Realizar el diseño hidráulico del sistema de riego por goteo para el correcto funcionamiento del mismo.
- Establecer los costos incurridos en el diseño e implementación del sistema de riego por goteo para el cultivo de pepino.

II. MARCO TEORICO.

2.1 GENERALIDADES.

La horticultura en el Ecuador ha crecido paulatinamente a partir de la década de los años 90, debido a que los hábitos alimenticios de la población han cambiado positivamente hacia un mayor consumo de hortalizas en su dieta diaria y a las exportaciones. Las hortalizas ofrecen una alternativa muy clara para los agricultores medianos y pequeños por su gran cantidad de productos distintos, lo cual permite una mayor seguridad en la comercialización para aprovechar los diferentes nichos de mercado en forma paralela.

El cultivo de pepino es uno de los más sembrados, ocupando el cuarto lugar a nivel mundial dentro de las hortalizas, su producción se hace evidente debido a su corto ciclo vegetativo y a sus múltiples usos tanto para consumo en fresco como para conservas e industrias. Según el último censo agropecuario en la provincia de Manabí se cultivan alrededor de 1200 hectáreas con un volumen de producción de 970 Tm al año (Agripac 2005).

2.2 TAXONOMIA Y MORFOLOGIA DEL PEPINO.

2.2.1 TAXONOMIA Infoagro. (2003)

Reino: Vegetal.

División: Macrophyllophyta

Clase: Paenopsida

Orden: Curcubitales

Familia: Cucurbitáceas.

Género: *Cucumis*.

Especie: *sativus*.

Nombre Científico: *Cucumis sativus*.

Nombre Común: Pepino.

2.2.2 MORFOLOGÍA DEL PEPINO (Torres. y Borrero. 1995).

Sistema radicular: Es muy potente, dada la gran productividad de esta planta y consta de raíz principal, que se ramifica rápidamente para dar raíces secundarias superficiales muy finas, alargadas y de color blanco.

Hoja: De largo pecíolo, gran limbo acorazonado, con tres lóbulos más o menos pronunciados (el central más acentuado y generalmente acabado en punta), de color verde oscuro y recubierto de pubescencia.

2.3 REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMATICOS (Maroto 2000)

El manejo racional de los factores climáticos de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo, ya que todos se encuentran estrechamente relacionados y la actuación de uno de estos incide sobre el resto. Se mencionan a continuación.

Temperatura: El cultivo de pepino es menos exigente en calor. Las temperaturas que requiere durante el día oscilen entre 20°C y 30°C apenas tienen incidencia sobre la producción, aunque a mayor temperatura durante el día, hasta 25°C, mayor es la producción precoz. Por encima de los 30°C se observan desequilibrios en las plantas que afectan directamente a los procesos de fotosíntesis y respiración. Las temperaturas nocturnas iguales o inferiores a 17°C ocasionan malformaciones en hojas y frutos

Humedad: Las plantas de pepino son exigentes al balance de humedad del suelo, debido a su sistema radical de débil desarrollo y a las características de la cutícula de sus hojas, lo cual es de gran importancia biológica. Para que se produzca un buen desarrollo de las plantas y una fructificación normal, la humedad del suelo debe ser de 70-80% de la capacidad de campo.

Suelo: El pepino puede cultivarse en cualquier tipo de suelo de estructura suelta, bien drenado y con suficiente materia orgánica. Es una planta medianamente tolerante a la salinidad (algo menos que el melón), de forma que si la concentración de sales en el suelo es demasiado elevada las plantas absorben con dificultad el agua de riego, el crecimiento es más lento, el tallo se debilita, las hojas son más pequeñas y de color oscuro y los frutos obtenidos serán torcidos. Si la concentración

de sales es demasiado baja el resultado se invertirá, dando plantas más frondosas, que presentan mayor sensibilidad a diversas enfermedades. El pH óptimo oscila entre 5.5 y 7.

2.4 NECESIDADES HÍDRICAS DEL CULTIVO.

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.

2.5 ÍNDICE DE SEQUÍA

El índice de sequía nos permite representar y determinar los períodos en los cuales el regadío resulta necesario; así como aquellos en que se hagan patentes las medidas de desagüe y/o drenaje, (Matov.1989)

2.6 CRITERIOS TÉCNICOS PARA LA ELECCIÓN DE UN MÉTODO DE RIEGO

Desde la óptica de la tecnificación del riego presente en cualquier libro de texto referente al tema, la elección del método está en función a lograr una mayor "eficiencia" en el uso del agua con el fin de maximizar la producción por unidad de volumen de agua utilizada y minimizar los efectos negativos que el riego pueda

causar en el medio ambiente, como ser la salinización del suelo, o efectos erosivos durante la práctica del riego. Entre los principales criterios para seleccionar el método, son comúnmente empleados parámetros referidos a las propiedades físicas del suelo y topografía del terreno y, el cultivo a ser implantado. En todo caso, dichos parámetros están enmarcados principalmente en la relación agua-suelo-planta, sin tomar en cuenta la disponibilidad de agua u otros factores como limitantes. Es decir, en el “diseño de métodos de riego” se definen por ejemplo tiempos de riego, dimensiones de la parcela, el caudal de aplicación, etc. asumiendo que la oferta de agua es libre e irrestricta. (Duran. 1998).

(Janet. 1990), indica que todo diseño de riego se lo realiza en base a una estricta relación suelo-agua-planta-clima, factores que determinan el tipo y método de riego a emplear. Es importante la calidad y el volumen global para aportar la cantidad de agua necesaria y este volumen está de acuerdo al tipo de suelo por la facilidad con que el agua puede penetrar y ser retenida.

2.7 Goyal (2007), establece los siguientes métodos de riego:

- Riego por inundación
- Riego surcos
- Riego infiltración
- Riego subterráneo
- Riego aspersión
- Riego por bordes.
- Riego por goteo

2.7.1 RIEGO POR INUNDACIÓN.

Se adapta para siembras extensas y no propensas a enfermedades que se desarrollan por exceso de humedad. Consiste, en llevar agua de pozos profundos o corrientes superficiales (ríos, lagos, estanques, etc.). Requiere que los campos estén preparados con un desnivel que oscile entre 3% y 6% para que el agua corra lentamente y llegue a la parte más baja de la finca donde lentamente se recogerá por canales (drenajes) para eliminarla o volverla usar.

2.7.2 RIEGO POR FAJAS CON DIQUES (RIEGO EN ERAS CON CABALLONES)

Es el más común y popular. Se utiliza en cultivos de espacios cortos entre plantas como arroz. Se puede definir como la aplicación de agua entre bordes paralelos; la faja entre diques adyacentes no tiene pendiente en la dirección transversal, pero sí la tiene en la dirección del riego

2.7.3 RIEGO POR SURCOS O INFILTRACIÓN

- Requiere una estructura similar a la regadera.
- Está diseñado para que el agua corra a lo largo del predio regable.
- El agua llega por presión a las partes más altas de la finca. Luego se distribuye, ya sea por canales o por finca.
- Desde las líneas de abastecimiento el agua entra a los surcos por medio de compuertas, sifones o destapándole surco.
- Se pueden usar llave de paso a cada salida para regular la aplicación cuando la línea de abastecimiento es un tubo.

2.7.4 RIEGO POR ASPERSION

- El agua se aplica sobre la superficie del suelo en forma parecida a la lluvia.
- Dicha aspersión se obtiene al impulsar agua a presión, a través de pequeños orificios o boquillas.
- Generalmente la presión se obtiene por bombeo, aunque puede lograrse por gravedad.

2.7.5 RIEGO SUBTERRÁNEO

En algunas localidades, las condiciones naturales del suelo, así como la topografía, son favorables para aplicar agua directamente al terreno inmediatamente bajo la superficie, lo que se conoce como riego subterráneo

2.7.6 RIEGO LOCALIZADO

El riego localizado consiste en aplicar el agua a una zona más o menos restringida del volumen del suelo que habitualmente ocupan las raíces. Sus características principales son:

- No se moja la totalidad del suelo.
- Se utilizan pequeños caudales a baja presión.
- El agua se aplica con alta frecuencia.

La localización del agua es la proximidad de las plantas se manifiesta en que se modifican algunas características de las relaciones suelo-agua-planta, tales como: Reducción de la evaporación, distribución del sistema radical, régimen de salinidad, etc. (Fuentes, 2003).

2.7.7.1 VENTAJAS E INCONVENIENTES DE RIEGO LOCALIZADO.

El riego localizado ofrece una serie de ventajas e inconvenientes que es preciso conocer y evaluar para tomar una decisión razonable a la hora de elegir o no su implantación.

Las ventajas con respecto a los sistemas de riego tradicionales son los siguientes según (Fuentes 2003).

- Mejor aprovechamiento de agua.
- Posibilidad de usar aguas con un índice de salinidad mas alto.
- Mayor uniformidad de riego.
- Mejor aprovechamiento de los fertilizantes.
- Aumento de la cantidad y calidad de las cosechas.
- Menor infestación por malas hierbas; debido a la menor superficie de suelo humedecida.
- Posibilidad de aplicación de fertilizantes, correctores y pesticidas con el agua de riego.
- Facilidad de ejecución de labores agrícolas, al permanecer seca una buen parte de la superficie del suelo.
- Ahorro de mano obra.

Los inconvenientes son los siguientes:

- Se necesita un personal más cualificado.
- Hay que hacer un análisis inicial de agua
- Cuando se maneja mal el riego existe riesgo de salinización del bulbo húmedo.
- Hay que vigilar periódicamente el funcionamiento del cabezal y de los emisores con el fin de prevenir las obstrucciones.
- Es preciso hacer un control de las dosis de agua, fertilizantes, pesticidas y productos aplicados al agua y riego.
- Exige una mayor inversión inicial

2.7.8 RIEGO POR GOTEIO

El agua se aplica mediante dispositivos que le echan gota a gota o mediante flujo continuo, con un caudal inferior a 16 litros/hora por punto en emisión o por metro lineal de manguera de goteo. (Fuentes 2003)

Un sistema de riego por goteo consiste de líneas principales, líneas secundarias y laterales. Las líneas laterales pueden ser de tubo plástico pequeño combinado con goteros, o simplemente de tubo plástico de baja presión con orificios. Están diseñadas para distribuir agua al campo con un grado aceptable de uniformidad. La línea secundaria 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. La línea principal sirve como un sistema de transporte para suministrar la cantidad total de agua requerida en el sistema de riego. Los goteros, líneas laterales, líneas secundarias y principales se consideran partes principales del sistema. Hay otros componentes importantes tales como filtros, reguladores de presión, indicadores de presión,

válvulas, inyectoros de fertilizante, y otros, los cuales sirven diferentes propósitos en un sistema de riego. (Goyal, 2007).

Un sistema de riego por goteo está hecho de la combinación de tubos plásticos de diferentes tamaños, los cuales usualmente se consideran como conductos lisos. La fórmula de Blasius se puede utilizar para determinar el flujo turbulento en un conducto liso.

Si está correctamente montado, instalado, y controlado, el riego por goteo puede ayudar a realizar importantes economías de agua por la reducción de la evaporación. Por otro lado, el riego gota a gota puede eliminar muchas enfermedades que nacen del contacto del agua con las hojas. En conclusión, en las regiones donde los aprovisionamientos de agua están muy limitados, se puede obtener un notable aumento de producción utilizando la misma cantidad de agua que antes, Una importante reducción de la evaporación del suelo, lo que trae una reducción significativa de las necesidades de agua. No se puede hablar de una reducción en lo que se refiere a la transpiración del cultivo, ya que la cantidad de agua transpirada (eficiencia de transpiración) es una característica fisiológica de la especie, (Claude. 1983).

Este autor, manifiesta que antes de comenzar con el montaje de un sistema de riego por goteo se debe realizar un esquema o dibujo con el diseño que va a tener al sistema: distribución de las tuberías y goteros, metros de tubo y micro tubos que se necesitan, número de goteros que se van a colocar, etc. Este esquema además de servirnos de referencia a la hora de enumerar el material que necesitaremos, nos permite imaginar cómo queda el sistema una vez instalado, evitando así retrasos y equivocaciones.

2.7.9 COMPONENTES DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO. (Claude 1983)

A continuación se detallan los siguientes componentes del sistema de riego por goteo.

Goteros: Los goteros son otra de las partes fundamentales del sistema, ya que son los encargados de aplicar el agua a las plantas. Las dos características principales que deben reunir todos los goteros son: regular el caudal adecuado de agua, y tener un orificio de salida de un tamaño apropiado que evite posibles obstrucciones (uno de los principales problemas de los sistemas de riego por goteo). Para evitar esto debemos colocar un pequeño filtro en la toma del agua que retenga y limpie las pequeñas impurezas que pueda contener el agua. Entre los diferentes modelos de goteros que existen en el mercado los más adecuados para nuestra instalación son los goteros autocompensantes. Estos goteros tiene la virtud de aportar la misma cantidad de agua en cada gotero. Los más habituales son los de 2 L/h y los de 4 L/h de caudal, pero ayudan a que la presión sea igual a lo largo de todo el circuito y además sabemos el caudal aproximado de agua que vierte cada uno. El inconveniente en estos goteros, es que se atascan fácilmente, especialmente por la cal del agua, precisando de un buen filtrado si el agua es de pozo. Así que el agua cuando menos caliza, mejor.

Tubos de distribución y micro tubos: La red de tubos y micro tubos con sus distintos diámetros, reductores y accesorios forman la verdadera estructura del sistema de riego por goteo. Para hacer llegar el agua hasta los goteros. Estos tubos están fabricados en PVC y suelen ser baratos y muy duraderos.

Reductores de Presión: Por regla general los riegos por goteo necesitan muy poca presión de agua para funcionar. Los reductores de presión cumplen la importante función de reducir la elevada presión, evitando así que alguna de las conexiones del sistema se suelte y el agua salga a borbotones. Conviene

instalar algún filtro junto con el reductor de presión para evitar así que pequeñas impurezas obstruyan los goteros. Muchos de los modelos de reductores de presión a la venta en grandes superficies traen ya el sistema de filtro incorporado.

Piezas especiales. Además de todas las piezas descritas anteriormente necesitaremos para nuestro montaje de otras especialmente ideadas para unir, conectar, acoplar y cegar (tapar) los tubos de distribución y micro tubos. Estas piezas son: las "T", los "codos", los "empalmes", los "conectores", las "llaves de paso" y los "tapones". (Montero, 2010).

El Montaje: A la hora del montaje los pasos a seguir son sencillos, y no precisan de herramientas o conocimientos especiales, sólo necesitaremos unas tijeras, un Taladro, un punzón, teflón para sellar las uniones, pega. También podemos precisar de alguna abrazadera metálica y bridas de nylon para la correcta sujeción de los tubos. Debemos preparar siempre todo el material antes de empezar la instalación.

2.8 DISEÑO AGRONÓMICO

El diseño agronómico consiste primordialmente en determinar las necesidades hídricas del cultivo, es decir se calcula la cantidad de agua que necesita el cultivo para su normal desarrollo sin ocasionar un déficit hídrico, dependiendo primordialmente de factores edafológicos y climatológicos básicamente y otros propios del cultivo. (Tola. s/f)

El proyecto de un riego por goteo pasa por la realización de un diseño agronómico y, a partir de él, de un diseño hidráulico. Con el primero se lleva a cabo el planteamiento general del sistema en base a los condicionantes del medio (suelo, cultivos, clima, parcelación, etc.), con el objetivo de conseguir un reparto uniforme del agua y que ésta se infiltre donde cae (no haya escorrentía). Con el segundo se pretende realizar el dimensionamiento más económico de la red de tuberías, con la pretensión de alcanzar unas condiciones semejantes de presión en los emisores, para tratar de conseguir un reparto de agua uniforme. (Traxsco, 2009)

Fuentes, (2000). Indica que una vez calculadas las necesidades de riego hay que determinar la dosis frecuencia y duración del riego, así como el número de emisores por plantas y el caudal por emisor. Para finalmente decidir la disposición de los emisores calculando lo siguiente:

- Superficie mojada por emisor.
- Porcentaje de la superficie mojada.
- Numero de emisores por planta.
- Profundidad del bulbo.
- Dosis de intervalo entre riego y profundidad de riego.
- Disposición de los emisores.

Para realizar el diseño agronómico, primero debemos tomar varios datos del suelo donde se va a instalar el sistema de riego, por lo que se procederá a realizar una calicata de donde se tomarán muestras para ser llevadas a laboratorio y así poder determinar los siguientes parámetros.

2.8.1 DENSIDAD APARENTE.

Los factores que afectan a la densidad aparente son la composición y la estructura. Por ejemplo, suelos arenosos tienden a tener densidades mayores que suelos más finos, al mismo tiempo en suelos bien estructurados los valores son menores. La densidad aparente del suelo es un buen indicador de importantes características del suelo, tales como porosidad, grado de aireación y capacidad de drenaje. En un tipo de suelo los valores bajos de densidad aparente implican suelos porosos, bien aireados y con buen drenaje. Por otro lado, si los valores son altos, quiere decir que el suelo es compacto o poco poroso, que tiene poca porosidad en su composición, que la infiltración del agua es lenta, lo cual puede provocar anegamientos. (Construmatica 2011).

Para determinar la densidad aparente se empleará 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 / volumen por el peso del recipiente.

$$da = \frac{pss}{V * P. rec}$$

da = Densidad aparente.

pss = Peso de suelo seco.

V= Volumem.

P.rec = Peso del recipiente.

2.8.2 CAPACIDAD DE CAMPO DEL SUELO SECO (Cc)

Capacidad del campo es la cantidad de humedad del suelo o contenido en agua sostenido adentro suelo después de que exceso del agua haya drenado lejos y el índice del movimiento hacia abajo ha disminuido materialmente, que ocurre generalmente dentro de 2-3 días después de una lluvia o de la irrigación en suelos previos de la estructura uniforme y de la textura. La definición física de la capacidad del campo (expresada simbólicamente como θ_{fc}) es el bulto contenido en agua conservado en suelo en la barra. (Richards,. y Tejedor, 1944). "

Cantidad de agua que el suelo puede retener en contra del efecto de la gravedad, que hace que el agua vaya a las zonas profundas o deslice naturalmente, generando un flujo a través del terreno denominado interflujo. Cantidad agua retenida en el suelo después de que el exceso de agua gravitacional se ha drenado (infojardin. 2011.)

Se determina en laboratorio sometiendo a una muestra a una fuerza centrífuga 1000 superior a la gravedad durante aproximadamente 40 minutos.

$$Cc = Ac + L + Ar \text{ (formula de Peele).}$$

C_c = Capacidad de campo, 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 %.

2.8.3 HUMEDAD EN EL PUNTO DE MARCHITAMIENTO. (P_m)

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

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 %.

2.8.4 TEXTURA

Lo determina el laboratorio mediante el método de la pipeta.

2.8.5 DATOS COMPLEMENTARIOS A UTILIZAR.

2.8.5.1 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%
Se llama bulbo húmedo al volumen de suelo humedecido por un emisor de

riego localizado. Es el 40% del volumen total de la raíz de la especie. (Grassi. 2000).

2.8.5.2 FRACCIÓN DE AGOTAMIENTO DEL AGUA DISPONIBLE (F)

Depende del cultivo, el tipo de suelo y la magnitud de la transpiración.

2.8.5.3 EFICIENCIA DE APLICACIÓN (Ea)

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

$$Ea = \frac{V \text{ disp}}{V \text{ sumins}}$$

Ea = Eficiencia de aplicación.

V. disp. = volumen disponible.

v. sumins. = volumen suministrado

2.8.5.4 INTERVALOS DE RIEGO.

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

F' = Intervalos de diego

DPH = Lamina neta de riego.

Et = Evapotranspiración del cultivo ajustado al riego por goteo

2.8.6 VOLUMEN DE SUELO HUMEDECIDO.

Tenemos que establecer un mínimo de volumen de riego a humedecer, que tendrá que ser suficiente para garantizar el suministro de agua necesario para un óptimo desarrollo. El volumen de suelo humedecido se sustituye por el de

porcentaje de suelo mojado (P), que es la relación expresada en % entre el área mojada por los emisores y el área total regada. El valor de porcentaje mojado más apropiado depende del tipo de cultivo (frutales, cultivos herbáceos), clima (húmedo, árido) y del tipo de suelo. Se recomiendan los siguientes valores:

- Cultivos frutales de marco de plantación amplio: 25%-35% variando desde el valor inferior al superior al aumentar la aridez del clima y cuanto mas ligera sea la estructura del suelo.
- Cultivos de plantación de marco medio (distancia entre plantas inferior a 2,5 m): del 40% al 60%, variando según la misma relación anterior.
- Cultivos de marco de plantación reducido (hortícolas, florales, cultivos herbáceos en general): El porcentaje de suelo mojado que se les asigna a estos cultivos está comprendido entre un 70% y un 90% pudiendo variar en algunas ocasiones.

2.8.7 AGUAS PARA USO AGRÍCOLA.

Clasificación de las aguas según la salinidad del agua de riego. (Dorransoro. 2001).

Clase de agua	CE ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	TDS (mg/l)
<i>Excelente</i>	250	175
<i>Buena</i>	250-750	175-525
<i>Permisible</i>	750-2000	525-1400
<i>Uso dudoso</i>	2000-3000	1400-2100
<i>Inapropiada</i>	3000	2100

2.8.8 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DEL AGUA (CE)

Expresa la concentración total de sales solubles contenidas en las aguas de riego.

La medida la conductividad eléctrica se realiza mediante un conductímetro provisto de célula de conductividad apropiada.

2.8.9 SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS (TDS)

Peso de las sales disueltas del agua de riego obtenidas por evaporación de un volumen de agua previamente filtrada. (James *et al.*, 1982)

2.9 DISEÑO HIDRAULICO

Según Fuentes. J., (2000); El diseño hidráulico de fórmula generalizada es el cálculo de las conducciones de sistemas de riego a presión, haciendo uso de las fórmulas de Blasius y de Hazen – Willians.

A continuación se expone el cálculo

2.9.1 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:

- Exponente de descarga y presión de trabajo del emisor.
- Caudal en el origen del lateral.

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

n = Numero de emisores de lateral.

q = Caudal medio del emisor, en litros/seg.

- Longitud ficticia del lateral.

Lf = Longitud ficticia, en m.

L = Longitud real, en m.

n = Número de emisores del lateral.

le = Longitud equivalente del emisor, en m.

2.9.2 VARIACIONES DEL CAUDAL Y DE PRESION.

En una subunidad de riego se toma como variación máxima del caudal el 10 del caudal medio del emisor elegido, con esta condición las variaciones admisibles de presión serian:

—

dH= Variación máxima de la presión.

H= Presión de trabajo del emisor.

X= Exponente de descarga del emisor.

Se ha comprobado que el costo mínimo de la instalación ocurre cuando al 55% de las perdidas admisibles en la subunidad se producen en los laterales, mientras que el 45% restante se produce en las tuberías terciarias o porta laterales.

Las pérdidas de carga admisibles en un lateral serian:

—

ha = Perdidas de carga admisibles en el lateral, en mca.

H = Presión media de trabajo del emisor, en mca.

X = Exponente de descarga del emisor.

Este valor admisible de las pérdidas de carga debe coincidir con las pérdidas de carga que se producen en el lateral.

h = Pérdidas de carga en el lateral, en mca.

j = Pérdida de carga unitaria, en mca/m lineal.

F = Factor de Christiansen.

L_f = Longitud ficticia, en m.

Igualando las dos ecuaciones.

—

$$J = \text{—}$$

Sustituyendo la fórmula de Blasius.

—

D = Diámetro del lateral, en m

Q = Caudal, en m³/seg.

Lf = Longitud ficticia, en m.

H = Presión de trabajo del emisor, en mca.

Cambiando unidades

D = Diámetro del lateral, en mm.

Q = Caudal, en litros/hora.

Lf = Longitud ficticia, en m.

H = Presión de trabajo del emisor, en mca.

Se elige el mayor diámetro comercial más próximo al que le sale en el cálculo. Con lo cual la pérdida de carga real en el lateral es algo menor del 55%. Esta pérdida de carga real se calcula según Blasius, mediante la fórmula:

h = Pérdida de carga en el lateral, en mca.

D = Diámetro de la tubería comercial elegida, en mm.

Q = Caudal en litros/hora.

Lf = Longitud ficticia, en m

2.9.3 CALCULO DE TUBERIAS TERCIARIAS O PORTALATERALES.

Para calcular el diámetro de una tubería terciaria o portalaterales se necesita conocer los datos siguientes:

- Caudal en el origen de la terciaria, que es igual al número de laterales que derivan de la terciaria por el caudal de cada uno.
- Longitud ficticia (Lf) de la terciaria, que es igual a la longitud real (L) más la longitud equivalente de los accesorios instalados. Por lo general se toma:

- Pérdida de carga admisible en la terciaria. Las pérdidas de carga producidas en un lateral son menores del 55% de las producidas en la subunidad, debido a que se a tomado un diámetro comercial superior al que sale en el cálculo. Por consiguiente, las pérdidas de carga admisibles en la terciaria serán igual a las perdidas admisibles en la subunidad menos las pérdidas reales producidas en un lateral.

$$— H - h$$

h^a = Pérdidas de cargas admisibles en la terciaria.

H = presión de trabajo del emisor.

x = Exponente de descarga del emisor.

h = Pérdida de carga real en el lateral (se toma el lateral de mayor pérdida de carga).

Este valor admisible de las pérdidas de carga (h_a) debe coincidir con las pérdidas de carga que se producen en la terciaria (h_s).

Sustituyendo en la fórmula de Blasius.

D = Diámetro de la terciaria, en m.

Q = Caudal, en m^3 seg.

L_f = Longitud ficticia en m.

h_a = Pérdidas de carga admisibles, en mca.

Cambiando unidades.

D = diámetro de la terciaria, en mm.

Q = Caudal, en litros/hora.

L_f = Longitud ficticia, en m.

h_a = pérdidas de carga admisibles, en mca.

Se elige el mayor diámetro comercial más próximo al que sale en el cálculo.

Las pérdidas de carga producidas en la terciaria se calculan, según Blasius, mediante la fórmula:

h' = Perdida de carga en la terciaria, en mca.

D = Diámetro de la tubería comercial elegida, en mm.

Q = Caudal, en litros/hora.

L_f = Longitud ficticia, en m.

Esta fórmula se aplica cuando los laterales se distribuyen por toda la longitud L de la tubería terciaria. En el supuesto de que hubiera un tramo inicial (L_0) sin laterales la pérdida de carga sería:

2.9.4 CALCULO DE TUBERIAS SECUNDARIAS Y PRINCIPALES.

El cálculo de las tuberías secundarias y principales se hace en cada caso con arreglo al diseño de la instalación. Las pérdidas de carga se pueden calcular por tramos sucesivos de caudal constante, o aplicando el coeficiente de Christiansen para tuberías con salidas uniformemente espaciados por las que descargan un caudal constante. Cuando en el diseño se forman bloques de riego semejantes a las sub unidades de riego localizado se puede explicar en el cálculo el mismo criterio que en este sistema de riego. Las tuberías secundarias son aquellas de las que derivan las terciarias. Para calcular su diámetro se conoce el caudal y se fija la velocidad.

$$D = \frac{Q}{v}$$

D = Diámetro, en m.

Q = Caudal, en m³/seg.

v = Velocidad, en m/seg.

Cambiando de unidades:

$$D = \frac{Q}{v}$$

D = Diámetro, en mm.

Q = Caudal, en litros /hora.

v = Velocidad, en m/seg.

Se elige el diámetro comercial más próximo por exceso, con respecto al valor que sale de aplicar la formula.

2.9.5 PERDIDAS DE CARGAS.

El flujo de un líquido en una tubería viene acompañado de una pérdida de energía que suele expresarse en términos de energía por unidad de peso de fluidos circulantes (dimensiones de longitud) denominado habitualmente pérdida de carga. En el caso de tuberías horizontales, la pérdida de carga se manifiesta como una disminución de presión en el sentido de flujo. La pérdida de carga está relacionada con otras variables fluido dinámicas según sea el tipo de flujo, laminar o turbulento. Además las pérdidas de carga lineales (a lo largo de los conductos), también se producen pérdidas de cargas singulares en puntos de concretos como codos, ramificaciones, válvulas, etc. (Oviedo 2008).

2.9.6 PERDIDAS SINGULARES.

Las pérdidas singulares son las producidas por cualquier obstáculo colocado en la tubería que suponga una mayor o menor obstrucción al paso del flujo, entradas y salidas de las tuberías, codos, válvulas, cambios de sección, etc. Normalmente son pequeños comparadas con las pérdidas lineales, salvo que se trate de válvulas casi completamente cerradas.

III. DISEÑO METODOLÓGICO.

3.1. UBICACIÓN.

El presente trabajo de diseño e implementación se realizó durante la época seca del 2011, entre los meses de Octubre a Diciembre, en el área convencional del campus Experimental de la ESPAM-MFL, ubicada en el Sitio Limón, Parroquia Calceta, Cantón Bolívar, Provincia de Manabí. Situado geográficamente entre las coordenadas 00°49'23" de Latitud Sur y 80°11'01" de Longitud Oeste, a una altitud de 15 m.s.n.m.^{1/}

3.2. CARACTERÍSTICAS AGROECOLÓGICAS.^{2/}

CLIMA

Precipitación media anual	838.7 mm.
Temperatura media anual	25.6°C
Humedad relativa anual	78%
Heliofanía anual	1158 (horas/sol)
Evaporación media anual	1365.2 mm.
Velocidad del viento	0,816 m/seg

EDÁFICAS^{3/}

Topografía	Plana
Drenaje	Bueno
Textura	Franco limoso
ph	6 a 7
Cultivos anteriores	(maíz, pimiento, tomate, melón, pepino)

1/. ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE LA ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ "MANUEL FÉLIX LÓPEZ". ESPAM MFL (2010).

2/. CORPORACIÓN REGULADORA DE RECURSOS HÍDRICOS DE MANABÍ (CRM), PROYECTO CARRIZAL CHONE, ACTUALIZACIÓN Y COMPLEMENTACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL 2003.

3/. VERA, J. (2005). "DETERMINACIÓN DE LAS CURVAS DE RETENSIÓN DE AGUA DE LOS SUELOS AGRÍCOLAS EN EL CAMPUS DE LA ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ". TESIS DE ING. AGRÍCOLA, ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ (ESPAM).

3.3 DURACIÓN

El presente trabajo tuvo una duración de 9 meses desde Julio del 2011 hasta marzo del 2012.

3.4 METODOLOGIA

El diseño hidráulico y agronómico del presente proyecto se lo ejecuto tanto en el laboratorio como el campo respectivamente.

Primeramente en el campo se realizó el levantamiento topográfico con el GPS. (Sistema de posicionamiento global) y de acuerdo a los resultados obtenidos por este se procederá a diseñar el modelo hidráulico que mejor convenga a la topografía del terreno designado, pues cabe indicar que de la irregularidad del mismo dependerá el diseño hidráulico.

También se efectuó la toma de muestras en zigzag, para luego rotularlas y enviar al laboratorio de la ESPAM – MFL para realizar el respectivo análisis físico, información indispensable para elaborar el diseño Agronómico.

3.5 DISEÑO AGRONÓMICO

(Fuentes, 2000). Indica que una vez calculadas las necesidades de riego hay que determinar la dosis frecuencia y duración del riego, así como el número de emisores por plantas y el caudal por emisor. Para finalmente decidir la disposición de los emisores calculando lo siguiente:

- Superficie mojada por emisor.
- Porcentaje de la superficie mojada.
- Numero de emisores por planta.
- Profundidad del bulbo.
- Dosis de intervalo entre riego y profundidad de riego.
- Disposición de los emisores.

Para realizar el diseño agronómico, primero debemos tomar varios datos del suelo donde se va a instalar el sistema de riego, por lo que se procederá a realizar una calicata de donde de se tomarán muestras para ser llevadas a laboratorio y así poder determinar los siguientes parámetros.

3.5.1 DÍAS DE SIEMBRA Y CICLO DEL CULTIVO DEL PEPINO.

75 días considerados desde el momento de la siembra.

Etapas del cultivo

- I. 15 Días.
- II. 20 Días.
- III. 25 Días.
- IV. 15 Días.

3.5.2 Para determinar la evapotranspiración de referencia se utilizó el método de la cubeta evaporimétrica con la siguiente formula:

$$E_{to} = K_p * E_p$$

3.5.3 CALCULO DE PRECIPITACIÓN EFECTIVA.

Cuando P es superior a 75 mm, la precipitación efectiva (Pe) se puede calcular mediante la fórmula:

Cuando P es inferior a 75mm, se aplica la fórmula:

3.5.4 NECESIDADES DIARIAS.

$$N.d = \text{-----}$$

3.5.5 CAPACIDAD DE CAMPO

$$C_c = A_c + L + A_r$$

3.5.6 HUMEDAD EN EL PUNTO DE MARCHITAMIENTO.

$$P_m = A_c + L + A_r$$

3.5.7 AGUA DISPONIBLE.

3.5.8 RESERVA DE AGUA DISPONIBLE.**3.5.9 RESERVA DE AGUA FÁCILMENTE DISPONIBLE.****3.5.10 INTERVALOS DE RIEGO.**

3.5.11 TIEMPOS DE RIEGO.

3.6 DISEÑO HIDRAULICO.

Según Fuentes. J., (2000); El diseño hidráulico de fórmula generalizada es el cálculo de las conducciones de sistemas de riego a presión, haciendo uso de las fórmulas de Blasius y de Hazen – Willians.

3.6.1 Para determinar la longitud de las cintas se calculó una media de todas las líneas instaladas en sistema de riego por goteo, que dio como resultado 45 metros de longitud.

3.6.2 Para calcular el diámetro del caudal de un ramal se utilizo la siguiente formula,

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

n = Numero de emisores de lateral.

q = Caudal medio del emisor, en litros/seg.

3.6.3 Para calcular la longitud ficticia se empleó la siguiente formula:

Lf = Longitud ficticia, en m.

L = Longitud real, en m.

Ng = Número de emisores (goteros) del lateral.

le = Longitud equivalente del emisor, en m.

3.6.4 Para calcular la carga real fue empleada la siguiente formula:

h = Perdida de carga en el lateral, en mca.

Q = Caudal en litros/hora.

D = Diámetro de la tubería comercial elegida, en mm.

F_c = Factor Christiansen.

L_f = Longitud ficticia.

3.6.5 Para calcular la presión necesaria en el origen del lateral se consideró la siguiente formula :

P_o = Presión en el origen del lateral.

P_m = Presión media en el lateral gotero.

h = Perdida de carga en el lateral.

H_g = Desnivel geométrico entre los extremos del lateral.

3.6.6 De una conducción terciaria o porta cintas se derivan 43 y 33 cintas de goteo de las características del ejemplo anterior, la separación del lateral es de un metro (1) y la distribución del primer lateral a la secundaria un metro (1). El origen de la secundaria está en una cota de catorce (14) metros y el final a una cota de 14.50 metros.

3.6.7 Para sacar el caudal del porta cintas o terciaria se estableció la fórmula:

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

n = Numero de emisores de lateral.

q = Caudal medio del emisor, en litros/seg.

3.6.8 Para calcular la Longitud Real se utilizó la siguiente formula:

L = Longitud Real.

n = Numero de goteros emisor.

L_e = Longitud equivalente.

d_o = Diámetro de origen.

3.6.9 Para obtener la longitud ficticia se aplicó la siguiente formula:

3.6.10 Para conseguir el factor de Christiansen se calculó con la tabla según el número de factor de corrección (F_c)

3.6.11 Para reportar la perdida de carga admisible en la terciaria se usó la fórmula:

—

h^x_a = Perdidas de cargas admisibles en la terciaria.

H = presión de trabajo del emisor.

x = Exponente de descarga del emisor.

h = Perdida de carga real en el lateral (se toma el lateral de mayor pérdida de carga).

3.6.12 Para obtener el cálculo del diámetro según Blasius se utiliza la siguiente formula:

$$\frac{1}{4.75}$$

D = Diámetro, de la terciaria en m.

Q = Caudal en litros/hora.

Lf = Longitud ficticia, en m.

h.a = Perdidas de carga admisibles.

3.6.13 Se eligió la tubería P.V.C de diámetro interior de 47.4 y diámetro nominal o comercial de 50 mm.

3.6.14 Para sacar la pérdida de carga producida en la terciaria se utilizó la siguiente formula:

$$\frac{1}{4.75}$$

3.6.15 Para sacar la presión de origen en la terciaria se consideró la siguiente formula:

$$\frac{1}{4.75}$$

3.6.16 Para sacar la velocidad se precisó la siguiente formula:

$$\frac{1}{4.75}$$

Enunciados para calcular la velocidad recomendable en el transporte del agua.

Para transportar una determinada cantidad de agua se puede utilizar tubería de cualquier diámetro, ahora bien, a medida que disminuye el diámetro se necesita imprimir mayor velocidad al agua, para que no disminuya el caudal, lo que se opone mayor pérdida de carga y en consecuencia, mayor potencia de la bomba y mayor consumo de energía: además, una velocidad excesiva del agua podría ocasionar serios inconvenientes (sobre todo golpe de ariete): en el caso contrario, a mayor diámetro de la tubería corresponde menor consumo de energía, pero se necesita hacer un mayor gasto de tubería, por consiguiente, en cualquier caso habría elegir la solución más económica considerando el costo de energía y el consumo de tubería.

3.6.17 Para determinar el diámetro de línea de conducción o primaria se empleó la siguiente fórmula:

—
—

3.6.18 Se fijó una tubería de P.V.C de diámetro interior de 60.4mm y de diámetro exterior comercial de 63mm.

3.6.19 Para determinar la longitud ficticia del tramo se realizó la siguiente fórmula:

3.6.20 Para determinar la pérdida de carga, según Blasius se utilizó la fórmula:

3.6.21 Para calcular la presión necesaria en el origen:

IV. RESULTADOS.

El sistema de riego por goteo implementado para 0.80 Ha. Consta de 2 módulos de riego los cuales poseen 150 cintas de goteos y cada módulo ocupa un área de 0.40 Ha.

Para el diseño Agronómico, se utilizó el método de la cubeta evapométrica para el cálculo de la evapotranspiración del cultivo, (Eto), se consideró las condiciones climáticas promedio de los meses en donde se desarrollara el cultivo, las necesidades hídricas del cultivo considerando. Cada una de las etapas fisiológicas y la reserva de agua fácilmente disponible por el suelo en donde se obtuvo que los intervalos de riego son cada dos días y el tiempo de riego es una hora, para satisfacer las necesidades hídricas del cultivo.

El número de goteros por cinta promedio fue de 225, y el caudal adecuado para este número de goteros según los cálculos realizados fue de 236.25 litros/hora, y la presión calculada para este lateral o porta goteros es de 14.22 P.S.I. Con estos cálculos se obtiene un trabajo eficiente en una lateral porta goteros de riego.

Una vez calculado hidráulicamente el lateral porta goteros se toman los resultados para determinar o calcular el caudal de las terciarias o porta laterales, el caudal calculado es de 13230 litros/hora y la presión adecuada para que los laterales funcionen con un rendimiento óptimo u cubran los requerimientos hídricos del cultivo establecido, es de 16.92 P.S.I. Se eligió tubería P.V.C y para abastecer el caudal requerido por los laterales para que el mismo suministre el requerimiento hídrico del cultivo, se instaló una tubería de diámetro nominal o comercial de 50 mm con diámetro interior de 47.4 mm. La tubería de conducción tiene un diámetro de 63 mm ya que abastecerá otro sistema de riego por goteo de similares características el cual tendrá un flujo

liquido con velocidad calculada de 2.08 metros/segundo que está permitido en el rango de la velocidad recomendada en el transporte.

Los costos incurridos en el diseño e implementación del sistema de riego por goteo para el cultivo del pepino (*Cucumis sativus* L.) es de \$ 2080 dólares americanos que se distribuyeron en materiales con un costo de \$ 1810; mano de obra \$150; imprevistos \$120. Dicho sistema abarca un área de 0.80 Ha, lo cual nos indica que el costo requerido para una hectárea es de 2600 dólares.

**TABLA 4.1 RESULTADO DE LOS CALCULOS REALIZADOS EN LOS
DISEÑOS AGRONOMICOS E HIDRAULICOS**

RESULTADOS	
DISEÑO AGRONOMICO.	
Etapas del cultivo.	IV etapas
Profundidad de Raíces	0.75 m
Agua Disponible.	16 mm
Reserva de Agua Disponible	12 mm
Reserva Fácilmente Disponible	2.40 mm
Intervalos de Riego	2 Días
Tiempos de Riego	1 hora
DISEÑO HIDRAULICO	
Longitud Promedio de Cintas	45 m.
Distanciamiento entre goteros	0.20 m.
Caudal del Lateral porta goteros	236.25 L/h
Longitud Ficticia	90 m.
Carga Real	0.148 mca
Presión necesaria en el origen	14.22 P.S.I
Caudal de la Terciaria	13230 L/h
Longitud Ficticia de la Terciaria	55.2 m.
Perdida de carga Producida en la Terciaria	1.79 mca
Presión de origen en la Terciaria.	16.92 P.S.I
Diámetro de la Línea de Conducción.	55.85 mm
Velocidad del Flujo Liquido en la línea de conducción	2.08 m/seg
GASTOS INCURRIDOS EN EL DISEÑO EN IMPLEMENTACION DEL SISTEMA.	
Materiales.	\$ 1810
Mano de Obra.	\$ 150
Imprevisto.	\$ 120

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES.

El sistema de riego por goteo se escogió por los beneficios que presta:

A corto plazo los beneficios son: Menor competencia entre cultivo y maleza por la aplicación directa agua dosificada a la planta.

A Mediano plazo, menor incidencia de malezas durante el cultivo, ahorro de agua durante etapas críticas de sequía, mayor aprovechamiento del agua por las raíces, mayor uniformidad de riego, se utiliza pequeños caudales a baja presión, no se moja la totalidad del suelo.

A largo plazo, aumenta la cantidad y calidad de las cosechas, posibilidad de aplicación de fertilizantes, reductores de pH y pesticidas con el agua de riego, facilidad de ejecución de labores agrícolas, al permanecer seca una buen parte de la superficie del suelo, y lo más importante que la vida útil del sistema es longeva.

El método utilizado para calcular la evapotranspiración fue el de la cubeta evaporimétrica ya que por medio de la misma podemos calcular o conocer las necesidades hídricas calculadas para todos los meses o etapas del cultivo.

5.2 RECOMENDACIONES.

Antes de establecer un cultivo en el área donde se encuentra instalado el sistema de riego por goteo, se debe realizar el diseño agronómico con los requerimientos hídricos de dicho cultivo, basándose en los cálculos hidráulicos desarrollados en esta tesis.

Se debe realizar limpiezas periódicas a los filtros de agua del sistema de riego localizados en la división de los módulos para evitar el paso de impurezas que pueden ocasionar daños o taponamientos en los goteros de las cintas.

El manejo del sistema de riego lo debe realizar personal calificado o previamente capacitado, ya que las presiones existentes en la toma de agua principal (sistema carrizal) son muy elevadas, las cuales podrían ocasionar daños severos a las tuberías o cintas de riego.

Tener precaución al momento de hacer labores como deshierba ya que pueden ocasionar daños en las cintas de goteo ya que son diseñadas de materiales frágiles.

Al momento de terminar el ciclo del cultivo se recomienda recoger o retirar las cintas de goteo ya que expuestas al sol sin darles uso se deterioran.

BIBLIOGRAFIA.

Agripac, S.A. 2005. Semilla. (En línea) Consultado el 20 de febrero del 2010
Disponibile en <http://www.agripacsa.com>.

Barrera, L. 1990. Riegos y Drenajes. Ed. Usta. Colombia. p.299-301

CDA 2001 Centro de Desarrollo de Agronegocios. Programa de Riego por Goteo
"Resultados Reales Para Personas Reales" (En línea). Consultado 10 de
Mayo – 2011. Disponible en [http://www. Fintrac Inc.CDA. 2001..](http://www.Fintrac Inc.CDA. 2001..)

Claude, H. 1983. Irrigation, 5th Edition, Pair, editor, published by the Irrigation
Association.

Construmatica 2011. Densidad Aparente. (En línea). Contrupedia, enciclopedia
construcción. Consultado 14 de Junio del 2012). Disponible en la web
como www.construmatica.com/construpedia/Densidad_Aparente.

Dorronsoro. C. 2001. Contaminación de suelos por sales solubles. Universidad
de Granada.

Duran, A. 1998. Disponibilidad de agua y decisiones productivas: el rol de las
estrategias de uso de agua en la agricultura regada campesina.
Documento presentado en: Curso postgrado de especialización en
Gestión campesina y diseño de sistemas de riego (junio - diciembre de
1998). PEIRAV-PRONAR-FCAPFYV. Cochabamba, Bolivia. p. 20

Fuentes, J. 2000. Técnicas de Riego. Cuarta edición. Ministerio de Agricultura y
Pesca. España ed. por Mundi-prensa.Madrid. ES . p 235-279

Fuentes, J. 2003. Técnicas de riego, cuarta edición, Ministerio de agricultura,
pesca y alimentación, Ediciones Mundi-prensa. Madrid. ES. p. 256 - 286.

Grassi, C. 2000. Fundamentos del Riego. Serie de Riego y Drenaje-38. Centro Interamericano de Desarrollo e Investigación Ambiental y Territorial (CIDIAT). Merida.Venezuela. p.21.

Infoagro. 2003. El cultivo de pepino. (En línea) Consultado el 15 de febrero del 2011. Disponible en <http://www.infoagro.com>.

Infojardin. (2011). artículos.(En línea) Consultado 6 de Sep. del2011. Disponible en la web como infojardin.com/.../riego-goteo-localizado. Formato (htm)

Janet, K. 1990. El Agua en el suelo. Agricultura de las Américas, 2da edición editorial. Acribia- España.p146-150

James et al., 1982. Clasificación de las aguas según la salinidad (ce) del agua de riego, la fracción de lavado (fl) y la tolerancia del cultivo a la salinidad (ussl – Riverside, usa).

Maroto, L. 2000. Manejo del cultivo de pepino. Ed. Madrid. ES. P. 87-90.

Matov, M. 1989. Aplicaciones Prácticas del Riego, Editorial Pueblo y Educación, Ciudad de La Habana, p. 7-8.

Medranda, D; Loor R. 2011. Capacitación en riego para estudiantes de ingeniería agrícola y profesionales de la provincia de Manabí. Tesis. Ing. Agrícola. U.T.M. Portoviejo-Manabi.EC.

Goyal, M. y Ramírez, V. 2007 Manejo de Riego por Goteo. Segunda Edición. Ingeniería Agrícola y Biomédica, Universidad de Puerto Rico- Recinto de Mayagüez, Puerto Rico.

Montero, J. 2010. Análisis de la Distribución de Agua en los sistemas de riego por aspersión y goteo. Desarrollo del módulo de simulación de riegos. (Sirias).

Oviedo. Pérdida de Carga en Tuberías. Universidad de Oviedo 16 /08-2008 400 centenario, mecánica de fluidos E.P.S. de Ingeniería de Gijón.

Richards, L.A. y Tejedor, L.R. 1944. "Retención de la humedad por algunos suelos irrigados con respecto a la tensión de la humedad del suelo". Diario de la investigación agrícola 69. p. 215–235

Rocha. A 2003. Los modelos como herramienta valiosa para el diseño hidráulico. Primera edición.

Tarjuelo Martin Benito.(s/f) Riego por aspersión y su tecnología Ediciones mundi prensa. p. 81

Torres, C y Borreno, A. 1995. Enciclopedia Agropecuaria Producción Agrícola dos. Bogotá-Colombia. p. 305.

Traxsco, S.A. (2009) Sistemas de Riego Pivote central y lateral.(En línea). Consultado el 2011- 09- 08.Disponible en <http://www.traxco.es/blog/tecnologia>.

Tola. M. (S\F) Diseño Agronómico e Hidráulico de Sistemas de Riego Presurizado, en tres Fincas Modelo para la Producción de Quinua Orgánica en el Departamento de Oruro, Bolivia.

Vara, A. 2010. Problemática del Agua en el Ecuador, (En línea). Consultado 2010-08-04, y 2011-07-03 página web, dirección electrónica. Disponible en <http://www.laruta.nu/es/articulos/problematICA-del-agua-en-ecuador>

ANEXOS

ANEXOS.

➤ DISEÑO AGRONÓMICO.

DIAS DE SIEMBRA Y CICLO DEL CULTIVO DEL PEPINO. 75 días considerados desde el momento de la siembra.

1.1 Etapas del cultivo

- VI. 15 Días.
- VII. 20 Días.
- VIII. 25 Días.
- IX. 15 Días.

1.2 Obtención de la evaporación diaria.

Ep nov = 3.98 mm

Ep Dic = 2.83 mm

1.3 Para el caculo de Eto mensual y diario.

$$Eto = Kp * Ep$$

➤ Eto de Noviembre = $0.85 * 3.98\text{mm}$

Eto = 3.38mm.

➤ Eto de Diciembre = $0.85 * 2.83\text{mm}$

Eto = 2.40 mm.

➤ Eto de Enero = $0.85 * 3.33\text{mm}$

Eto = 2.83mm

NECESIDADES HIDRICAS DEL CULTIVO DE PEPINO (*Cucumis sativus L.*)

Fecha	Duración	Eto media	Kc	Et del cultivo mm/día
Noviembre 15 2010 30 2010	15 Días I Etapa	3.38	0.45	1.52
Diciembre. 01 2010 20 2010	20 Días II Etapa	2.40	0.70	1.68
Diciembre. 21 2010 31 2010	25 Días III Etapa	2.40	0.90	2.16
Enero 01 2011 14 2011		2.83	0.90	2.55
Enero 15 2011 30 2011	15 Días IV	2.83	0.75	2.12

NECESIDADES HIDRICAS DEL CULTIVO DE PEPINO (*Cucumis sativus L.*)

Fecha.	Duración.	Necesidades diarias en (mm).	Necesidades por etapa en (mm).	Necesidades por mes.
Noviembre 15 2010 30 2010	15 Días I Etapa	1.52	22.80	Noviembre 22.80
Diciembre. 01 2010 20 201	20 Días II Etapa	1.68	33.60	Diciembre 57.36
Diciembre. 21 2010 31 2010	25 Días III Etapa	2.16	23.76	
Enero 01 2011 14 2011		2.55	35.70	Enero 67.50
Enero 15 2011 29 2011	15 Dias IV Etapa	2.12	31.80	

➤ **Calculo de precipitación efectiva.**

Cuando P es superior a 75 mm, la precipitación efectiva (Pe) se puede calcular mediante la fórmula:

Cuando P es inferior a 75mm, se aplica la fórmula:

- En el mes de Noviembre el resultado dio.

- En el mes de Diciembre el resultado dio:

- En el mes de Enero dio como resultado:

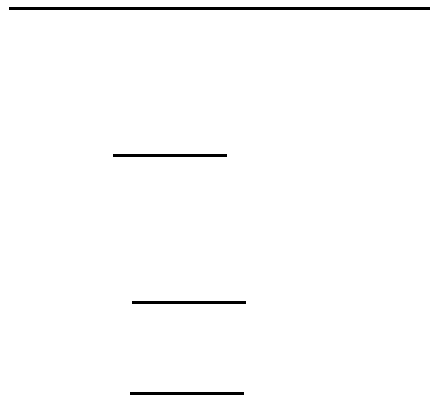
El balance hídrico del cultivo se estableció considerando la aportación de agua al cultivo mediante la precipitación. Estos datos fueron tomados de la Estación Meteorológica de la Escuela Superior Politécnica de Manabí ESPAM - MFL.

- Para el mes de noviembre no se considera la precipitación por cuanto no influye en la aportación de agua en el cultivo según el cálculo realizado para considerar la precipitación efectiva.
- Para el mes de diciembre no se realizará riego por cuanto las precipitaciones cumplen con el requerimiento hídrico del cultivo según el cálculo realizado para considerar la precipitación efectiva
- Necesidades por mes de cultivo.

➤ Reserva de agua disponible.

➤ Reserva fácilmente disponible.

➤ Intervalos de riego.



- Para este mes el Et del cultivo diario fue afectado por la precipitación efectiva por cuanto el valor calculado fue: 0.99 mm

$D_n \text{ Ajustado} = E_t * \text{intervalo}$

$D_n \text{ Ajustado de Noviembre} = 1,52 \text{ mm} * 1 = 1,48 \text{ mm}$

$D_n \text{ Ajustado de Enero} = 0.99 \text{ mm} * 2 = 1.98 \text{ mm.}$

Eficiencia del riego por goteo 0,90

- Dt Ajustado De Nov I = $\frac{1.69}{2.10} \times 60 = 48.28$ minutos.
- Dt Ajustado de Ene III = $\frac{1.52}{2.10} \times 60 = 43.4$ minutos.
- Dt Ajustado de Ene IV = $\frac{1.04}{2.10} \times 60 = 29.7$ minutos.

➤ Tiempos de Riego.

- Cada gotero emite 1.05 l/h
- Cada planta de pepino es hidratada por 2 goteros.

Noviembre I Etapa, el cultivo necesita 1.69mm.

60 minutos ----- 2.10 L/H.

X ----- 1.69mm

X = 48.28 minutos.

Enero III Etapa, el cultivo necesita 1.52mm.

60 minutos ----- 2.10 L/H.

X ----- 1.52mm

X = 43.4 minutos.

Enero IV Etapa, el cultivo necesita 1.04 mm.

60 minutos ----- 2.10 L/H.

X ----- 1.04mm

X = 31.2 minutos.

➤ Para calcular las cantidades necesarias tomamos el siguiente procedimiento.

➤

Tenemos 56 líneas dentro del cálculo por 45 metros de longitud promedio para las cuales el caudal necesario es:

- Mes de Noviembre I Etapa.

- Reemplazo de unidades.

60 minutos ----- 1 H.

48.28min ----- X

X =0.80 Horas

Mes de Enero III Etapa

-
- Reemplazo de unidades.

60 minutos ----- 1 H.

43.4 min ----- X

X =0.72 Horas.

Mes de enero IV Etapa.

-
- Reemplazo de unidades.

60 minutos ----- 1 H.

31 min ----- X

X =0.51 Horas

DISEÑO HIDRAULICO.

- Para determinar la distancia de las cintas se calculó una media de todas las líneas instaladas en sistema de riego por goteo, que dio como resultado 45 m de longitud.
 - Los goteros están distanciados a 0.20 metros y el promedio de longitud de las cintas es de 45 metros, es decir que tenemos un total de 225 goteros por cinta.
-

- Para calcular el caudal de un ramal o porta gotero utilizo la siguiente formula,

236.25 Litros/hora.

- Para calcular la longitud ficticia de un porta gotero se utilizó la siguiente formula, y su resultado fue el siguiente:

$$L_f = 45 \text{ m} + (225 * 0.20\text{m})$$
$$L_f = 90 \text{ Metros.}$$

- Para calcular la carga real se utilizó la siguiente formula,



$$h = 0.418 \text{ m.c.a.}$$

- Para calcular la presión necesaria en el origen del lateral se utilizó la siguiente formula y el resultado fue:

$$P_o = 10.35 \text{ m.c.a}$$

- Para calcular el caudal de una terciaria se utilizó la fórmula a continuación seguida de su resultado.

$$Q = n * q$$

$$Q = 56 * 236.25 \text{ L/h}$$

$$Q = 13230 \text{ L/h}$$

- Longitud real de la terciaria se calculó con la siguiente fórmula seguido el resultado.

$$L = n^{-1} * L_e + d_o$$

$$L = 45 * 1 \text{ m} + 1 \text{ m}$$

$$L = 46 \text{ m.}$$

- Longitud ficticia de una terciaria se calculó con la siguiente fórmula seguido de su resultado.

$$L_f = 1.20 * L$$

$$L_f = 1.20 * 46$$

$$L_f = 55.2 \text{ m.}$$

- Factor Christiansen se calcula con la tabla según el número de goteros existentes en la cinta y nos dio como resultado 0.366 a 25 cintas abiertas. ojo

- Pérdida de carga admisible en la terciaria utilizamos la siguiente fórmula con su resultado:

—

—

- Cálculo del diámetro según Blasius.

$$\frac{\text{—}}{\text{—}}^{1/4.75}$$

$$\frac{\text{—}}{\text{—}}^{1/4.75}$$

$$D = 47.35 \text{ m.c.a}$$

- Fórmula para calcular pérdida de carga producida en la terciaria.

—

—

- Para sacar la presión de origen en la terciaria se utilizó la siguiente fórmula:

—

$$= 11.9 \text{ m.c.a} = 16.92 \text{ P.S.I}$$

- Para sacar la velocidad se utilizó la siguiente formula:

$$\frac{\text{-----}}{\text{-----}}$$

$$V = 2.08$$

- Para determinar el diámetro de línea de conducción o primaria se utilizó la siguiente formula:

$$\frac{\text{-----}}{\text{-----}}$$

$$D = 47.4\text{mm}$$

- Para determinar la longitud ficticia del tramo se realizó la siguiente formula:

- Para determinar la pérdida de carga, según Blasius se utilizó la fórmula:

$$h = \frac{0,3164 \cdot L \cdot v^{-1,75}}{D^{1,75}}$$

- Para calcular la presión necesaria en el origen:

**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	Textura %			Clase textural	Cc	Pm
	m	gr/cm³	Ar	L	Ar		%	%
1	0.10	1.35	32	56	12	FRANCO LIMOSO	26	10
2	0.18	0.98	40	56	4	FRANCO LIMOSO	26	8
3	0.16	1.04	48	40	12	FRANCO	23	10
4	0.20	1.11	40	56	4	FRANCO LIMOSO	26	8

Ing. Freddy Mesias G.

Jefe Laboratorio de Suelo

Tabla 1: profundidad efectiva del sistema radical de algunos cultivos (en m)

Fresa	0,3 - 0,5
Fréjol	0,5 - 0,8
Frutales de hoja caduca	1,0 - 1,2
Girasol	0,9 - 1,0
Guisantes	0,6 - 0,9
Lechuga	0,3 - 0,4
Leguminosas grano	0,5 - 1,0
Maíz grano	0,8 - 1,2
Maíz verde	0,8 - 1,2
Manzano	0,9 - 1,0
Melocotonero	0,9 - 1,1
Melón	0,8 - 1,0
Nogal	1,1 - 1,2
Olivo	0,9 - 1,1
Palmera	0,8 - 0,9
Patata	0,4 - 0,8
Pepino	0,6 - 0,9
Peral	0,8 - 1,1
Pimiento	0,4 - 0,8
Piña	0,4 - 0,6
Plátano	0,9 - 1,2
Praderas	0,6 - 1,0
Remolacha azucarera	0,6 - 1,0
Soja	0,6 - 1,0
Sorgo para grano	0,8 - 0,9
Tabaco	0,5 - 0,9
Tomate	0,4 - 1,0
Trébol	0,7 - 0,9
Trigo	0,6 - 1,2
Viñedo	0,8 - 0,9
Zanahoria	0,4 - 0,5

- Coeficiente Kp, en el caso de una cubeta de la clase A, para diferentes cubiertas y niveles de humedad relativa media y vientos durante las 24 horas (FAO).

<i>Cubeta clase A</i>	<i>Caso A</i>			<i>Caso B</i>				
	<i>Cubeta rodeada de cubierta verde baja</i>			<i>Cubeta con barbecho de seco</i>				
<i>RH media %</i>	<i>Baja <40</i>	<i>Media 40-70</i>	<i>Alta >70</i>	<i>Baja <40</i>	<i>Media 40-70</i>	<i>Alta >70</i>		
<i>Vientos km/día</i>	<i>Distancia a barlovento de la cubierta verde (en m)</i>			<i>Distancia a barlovento del barbecho de seco (en m)</i>				
<i>Débiles <175</i>	0	0,55	0,65	0,75	0	0,7	0,8	0,85
	10	0,65	0,75	0,85	10	0,6	0,7	0,8
	100	0,7	0,8	0,85	100	0,55	0,65	0,75
	1.000	0,75	0,85	0,85	1.000	0,5	0,6	0,7
<i>Moderados 175-425</i>	0	0,5	0,6	0,65	0	0,65	0,75	0,8
	10	0,6	0,7	0,75	10	0,55	0,65	0,7
	100	0,65	0,75	0,8	100	0,5	0,6	0,65
	1.000	0,7	0,8	0,8	1.000	0,45	0,55	0,6
<i>Fuertes 425-700</i>	0	0,45	0,5	0,60	0	0,6	0,65	0,7
	10	0,55	0,6	0,65	10	0,5	0,55	0,65
	100	0,6	0,65	0,7	100	0,45	0,5	0,6
	1.000	0,65	0,7	0,75	1.000	0,4	0,45	0,55
<i>Muy fuertes >700</i>	0	0,4	0,45	0,5	0	0,5	0,6	0,65
	10	0,45	0,55	0,6	10	0,45	0,5	0,55
	100	0,5	0,6	0,65	100	0,4	0,45	0,5
	1.000	0,55	0,6	0,65	1.000	0,35	0,4	0,45

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
Maíz dulce	0,40	0,80	1,15	1,00
Maíz 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

El coeficiente *Kc* depende también del clima, especialmente de la humedad relativa y de la velocidad del viento. Los valores indicados en la tabla se reducen en 0,05 cuando la humedad relativa es alta (superior al 80%) y la velocidad del viento inferior a 2 m/seg. así mismo, los valores de la tabla se aumentan en 0,05 cuando la humedad relativa es baja (inferior al 50%) y la velocidad el viento supera los 5 m/seg.

COSTO DEL SISTEMA DE RIEGO.

DETALLE DE MATERIALES	QT	PVP	TOTAL
STREAM LINE 16mm 1.05x0.2	7783	0,105	817,215
Conector mas cucho 16mm	187	0,28	52,36
Unión fler 16MM	187	0,24	44,88
Válvula 16MM	187	1,3	243,1
Tubería 63x0.63mpa	14	7,65	107,1
Tubería 50x0.63mpa	10	6,5	65
Codo 50mmx90°	2	3,3	6,6
Codos de 63mmx90°	8	3,3	26,4
Tee de 63mm	2	3,6	7,2
Válvula Aquanet 2"	2	135	270
Adaptador macho 2"x63mm	4	2,9	11,6
Pega	1	6,5	6,5
Adaptador h de 63MM	2	3	6
Filtro amiad 2"	1	95	95
Collarín 63mmx3/4	3	1,6	4,8
Válvulas de aire	2	22	44
Reducción 63x50mm	2	1,3	2,6
Subtotal.			1810,355
Mano de obra	i	i	150
Imprevisto	i		120
Total			2080.33

IMÁGENES DE INSTALACION.

- Excavación para fijar las tuberías principales.





