



UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TESIS DE GRADO

PREVIO LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

MENCIÓN EN GESTIÓN EMPRESARIAL Y PROYECTOS

TEMA:

“CREACIÓN E IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE RIEGO PARA MEJORAR LA PRODUCCIÓN DE PLÁTANO EN LA PROPIEDAD DEL SR FRANCISCO RAMÓN VÉLEZ CEDEÑO, EN EL CANTÓN EL CARMEN; 2012”

DIRECTORA DE TESIS:

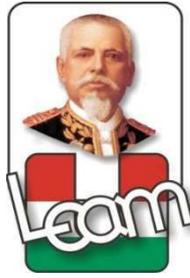
ING: LEONOR VIZUETE GAIBOR

AUTOR:

VÉLEZ MARCILLO ARTURO PAOLO

EL CARMEN – MANABI – ECUADOR

2012 - 2013



UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TESIS DE GRADO

PREVIO LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

MENCIÓN EN GESTIÓN EMPRESARIAL Y PROYECTOS

TEMA:

“CREACIÓN E IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE RIEGO PARA MEJORAR LA PRODUCCIÓN DE PLÁTANO EN LA PROPIEDAD DEL SR FRANCISCO RAMÓN VÉLEZ CEDEÑO, EN EL CANTÓN EL CARMEN; 2012”

DIRECTORA DE TESIS:

ING: LEONOR VIZUETE GAIBOR

AUTOR:

VÉLEZ MARCILLO ARTURO PAOLO

EL CARMEN – MANABI – ECUADOR

2012 - 2013



UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Sometida a consideración del Honorable Consejo de Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, como requisito para obtener el título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Aprobado por el Tribunal Examinador:

DECANO DE LA FACULTAD

Ing. César Arias Mendoza

DIRECTORA DE TESIS

Ing. Leonor Vizuite Gaibor, Mba

JURADO EXAMINADOR

JURADO EXAMINADOR

CERTIFICACION DEL DIRECTOR DE TESIS:

En mi calidad de Director de proyecto certifico que el presente trabajo fue elaborado bajo mi dirección, orientación y supervisión; sin embargo el proceso investigativo, los conceptos y resultados son de exclusiva responsabilidad del graduado señor Vélez Marcillo Arturo Paolo cuyo proyecto de Grado tiene como tema: Creación e implantación de un sistema de riego para mejorar la producción de plátano en la propiedad del Sr. Francisco Ramón Vélez Cedeño, en el cantón el Carmen; 2012 habiendo cumplido con las disposiciones establecidas para el efecto

Ing. Leonor Vizuete Gaibor, Mba.

DIRECTORA DE TESIS

DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad de los hechos, ideas y doctrinas expuestas en la presente investigación corresponden exclusivamente del autor: Sr. Vélez Marcillo Arturo Paolo y el patrimonio intelectual del Proyecto de Grado corresponderá a la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí para los fines que mejor convenga, finalmente se considera como el patrimonio intangible que hereda la carrera de Ingeniería Industrial

SR. VÉLEZ MARCILLO ARTURO PAOLO

C.I.171879979 - 2

AGRADECIMIENTO

En primer lugar agradezco al todo poderoso por permitirme seguir adelante y culminar los estudios, a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, a mi familia, compañeros y demás personas que estuvieron apoyándome en el transcurso de este tiempo de estudio.

En especial a la Ing. Leonor Vizuite Gaibor tutora de mi tesis, y al Ing. Manuel Zambrano y Leonardo Ortiz por su apoyo incondicional.

DEDICATORIA

Mi tesis está dedicada principalmente a mi familia, esposa e hija Karen Paublina Rivas Cedeño y Anika Vélez Rivas, a mi madre y padre Sonia Sulema Marcillo Cedeño, Francisco Ramón Vélez Cedeño quienes me motivaron y dieron fuerza necesaria para seguir adelante y no rendirme en este proyecto.

RESUMEN

El agua es un recurso muy valioso e importante para la vida del hombre en sus diferentes aspectos y resaltando uno de ellos la parte comercial. Este hecho obliga a que se utilice este recurso de manera eficiente y responsable a través de mecanismos que faciliten y aprovechen al máximo este recurso hídrico.

El sistema de riego por aspersión que se implantó en la propiedad del Sr. Ramón Vélez tuvo como objetivo el crecimiento económico de su propietario, además de servir como un ejemplo para los alrededores para el crecimiento de la zona en materia de productividad y rendimiento de la materia prima (plátano barraganete).

El presente trabajo de investigación fue desarrollado partiendo de un proceso sistemático y de campo, habiéndose desarrollado la inspección del terreno, el levantamiento topográfico, la selección del tipo de sistema y los elementos que lo conforman, la ubicación de cada aspersor, los cálculos del tamaño de tubería, así como el caudal y presión demás elementos que son indispensables para el sistema. Obteniendo dos tuberías primarias, cuatro tuberías secundarias (una por cada módulo) y 24 tuberías terciarias (ramales), con un total de 136 aspersores distribuidos de la siguiente manera: En el primer módulo se encuentra 39 aspersores, en el segundo módulo 37, seguidos de 30 aspersores en el tercero y finalizando con 37 aspersores en

el cuarto módulo, que son abastecidos por una bomba de mayor potencia de 10 hp.

Antes de implantar el sistema de riego la producción de plátano era del 65% de eficiencia, concluida la implantación del sistema de riego por aspersión en la propiedad del Sr. Francisco permitió un crecimiento de la producción de plátano barraganete en un 100%, con lo que se cumplió el objetivo que se planteó para el desarrollo del proyecto.

La relación Beneficio – Costo que se obtuvo fue de 3.90 lo que implica que la implantación del sistema de riego por aspersión es mayor que 1 por lo que, por cada dólar invertido se obtiene 2,90 de beneficio, por lo tanto el proyecto es viable y rentable.

ABSTRACT

Water is a valuable and important resource for human life in its various aspects and one highlighting the business side. This requires that this resource efficiently and responsibly used through mechanisms that facilitate and make the most of this water resource.

The sprinkler system that was introduced on the property of Mr. Ramón Vélez aimed at economic growth of its owner, as well as serving as an example for the surrounding area growth in productivity and performance raw material (banana barraganete).

This research was developed from a systematic process and field, having developed the site survey, surveying, selecting the type of system and the elements that comprise it, the location of each sprinkler size calculations pipe and the flow pressure and other elements that are essential to the system. Obtaining two primary pipes , four secondary pipes (one per module) and 24 tertiary pipes (branch) , with a total of 136 sprinklers distributed in the following manner : In the first module is 39 sprinklers in the second module 37 , followed 30 sprinklers in the third and finishing with 37 sprinklers in the fourth module , which are supplied by a pump 10 hp more power.

Before implementing the irrigation system plantain production was 65 % efficient, completed the implementation of the sprinkler system on the property of Mr. Francisco allowed growth barraganete banana production by 100 %,

with that the objective was raised for the project was completed. The profit ratio - Cost obtained was 3.90 implying that the introduction of sprinkler irrigation system is greater than 1 so that for every dollar invested 2.90 profit is obtained , therefore the project is viable and profitable.

ÍNDICE GENERAL

Contenido

INTRODUCCIÓN.....	XXVI
CAPÍTULO I.....	1
1.1 ANTECEDENTES GENERALES DE LA PROPIEDAD.....	1
1.2 CARACTERÍSTICAS DEL SECTOR.....	1
1.2.1 LOCALIZACIÓN, LÍMITES Y DIVISIÓN POLÍTICA.....	2
1.2.2 CLIMA.....	3
1.2.3 HIDROGRAFÍA.....	3
1.3 HISTORICOS DE LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA POR HECTÁREA.....	3
1.4 FUNDAMENTACION TEORICA DEL PROYECTO.....	4
1.4.1 MARCO REFERENCIAL.....	4
1.5 MARCO CONCEPTUAL.....	6
1.5.1 LOS SISTEMAS DE RIEGO POR ASPERSION.....	6
1.5.1.1 DEFINICIÓN.....	6
1.5.1.2 VENTAJAS DEL RIEGO POR ASPERSIÓN.....	7
1.5.2 CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE RIEGO POR ASPERSIÓN.....	8
1.6 SISTEMAS ESTACIONARIOS.....	9
1.6.1 SISTEMAS MÓVILES.....	9
1.6.2 SISTEMA SEMIFIJO.....	9
1.6.3 SISTEMA FIJO.....	10
1.6.4 SISTEMAS MECANIZADOS.....	10
1.6.4.1 CAÑONES DE RIEGO.....	10
1.6.4.2 PIVOTE.....	11
1.6.4.3 LATERALES DE AVANCE FRONTAL.....	12
1.7 COMPONENTES DE UN SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN.....	12
1.7.1 EQUIPO DE BOMBEO.....	13
1.7.2 TUBERÍAS.....	14
1.7.3 HIDRANTES.....	15

1.7.4	ASPERSORES.....	15
1.8	TECNICAS DE RIEGO	16
1.8.1	POR ESCURRIMIENTO O GRAVEDAD.....	16
1.8.2	MÉTODOS SIN ESCURRIMIENTO	17
1.8.3	METODOLOGIA DE DISEÑOS DE RIEGOS.....	17
1.8.4	DISEÑO AGRONÓMICO.	19
1.8.5	DISEÑO HIDRÁULICO.	19
1.9	MARCO LEGAL.....	20
1.10	OBJETIVOS.....	20
1.10.1	GENERAL.....	20
1.10.2	ESPECÍFICOS.....	20
1.11	HIPÓTESIS.....	21
CAPÍTULO II.....		22
2.1	DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL (CONDICIONES DE LA PROPIEDAD).....	22
2.2	SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE LA PROPIEDAD	22
2.3	SISTEMA DE PRODUCCIÓN ANTES DE LA IMPLANTACIÓN.....	22
2.4	DESCRIPCION DEL SISTEMA DE RIEGO ACTUAL.....	23
2.5	PROBLEMÁTICA DE LA PRODUCCION DEL PLATANO BARRGANETE.....	24
2.6	FACTORES PREDOMINANTES DE LA BAJA PRODUCCION DE PLATANO BARRAGANETE.....	25
CAPÍTULO III.....		26
3.1	PROPUESTA DE CREACIÓN E IMPLANTACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN.	26
3.2	ESTUDIO TÉCNICO.....	27
3.3	LOCALIZACIÓN	28
3.3.1	LOCALIZACIÓN MACRO.....	28
3.3.2	LOCALIZACIÓN MICRO	29
3.3.2.1	CUADRO DE PONDERACIÓN DE LA LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DEL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN.....	31
3.3.2.2	ANÁLISIS DEL CUADRO DE PONDERACIÓN.....	31
3.3.2.3	VALORACIÓN DE LA LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DEL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN.	31

3.4	CAPACIDAD ÓPTIMA DEL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN.	33
3.4.1	CÁLCULO PARA EL MÓDULO 1.....	33
3.4.1.1	DISTRIBUCIÓN CUADRADA.....	33
3.4.1.2	ANCHO DEL TERRENO:	33
3.4.1.3	DETERMINACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN MÁXIMA (MM/H) 33	
3.4.1.4	DETERMINACIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL REFERENCIAL (ETP) (MM/DÍA)	34
3.4.1.5	DETERMINACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE CULTIVO (KE) 34	
3.4.1.6	DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA DEL AGUA DEL CULTIVO.....	34
3.4.1.7	DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA BRUTA DEL MÓDULO	35
3.4.1.8	DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE RIEGO.....	35
3.4.1.9	DETERMINACIÓN DEL CAUDAL TEÓRICO PARA EL MÓDULO 1	36
3.4.1.10	DETERMINACIÓN DEL CAUDAL TEÓRICO DEL ASPERSOR	37
3.4.1.11	DETERMINACIÓN DE LA LÁMINA DE AGUA ASPIRADAMENTE APROVECHABLE (LARA).....	37
3.4.1.12	DETERMINACIÓN DEL INTERVALO MÁXIMO DE RIEGO IRMAX 38	
3.4.1.13	DETERMINACIÓN DE LA DOTACIÓN NETA.....	38
3.4.1.14	DETERMINACIÓN DE LA DOTACIÓN BRUTA	38
3.4.1.15	DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE RIEGO.....	39
3.4.1.16	DETERMINACIÓN DEL CAUDAL PRÁCTICO.....	39
3.4.1.17	DETERMINACIÓN DEL CAUDAL PRÁCTICO DEL ASPERSOR EN CONDICIONES NORMALES	40
3.4.1.18	DETERMINACIÓN DE LA VELOCIDAD TEÓRICO DE LA TUBERÍA PRIMARIA	40
3.4.1.19	DETERMINACIÓN PRÁCTICA DE LA TUBERÍA PRIMARIA.....	41
3.4.1.20	DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE ASPERSORES EN EL MÓDULO N° 1	41

3.4.1.21 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE RAMALES DE LA TUBERÍA PRIMARIA EN EL MÓDULO 1	42
3.4.1.22 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE ASPERSORES EN EL PRIMER RAMAL – TUBERÍA SECUNDARIA.....	42
3.4.1.23 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE ASPERSORES EN EL SEGUNDO RAMAL	43
3.4.1.24 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE ASPERSORES EN EL TERCER RAMAL.....	43
3.4.1.25 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE ASPERSORES EN EL CUARTO RAMAL	44
3.4.1.26 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE ASPERSORES EN EL QUINTO RAMAL.....	44
3.4.1.27 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE ASPERSORES EN EL SEXTO RAMAL	45
3.4.1.28 TOTAL DE ASPERSORES REQUERIDOS PARA EL PRIMER MÓDULO	45
3.4.1.29 DETERMINACIÓN DE LA POTENCIA DE LA BOMBA.....	45
3.4.1.30 DETERMINACIÓN DEL DIÁMETRO ECONÓMICO TEÓRICO DE LA TUBERÍA PRIMARIA.....	46
3.4.1.31 DETERMINACIÓN DE LA VELOCIDAD PRÁCTICA DEL AGUA	46
3.4.1.32 DETERMINACIÓN DEL DIÁMETRO TEÓRICO DE LA TUBERÍA.....	46
3.4.1.33 DETERMINACIÓN DEL NÚMEROS DE REYNOLDS.....	48
3.4.1.34 DETERMINACIÓN DE LA CARGA HIDROSTÁTICA	49
3.4.1.35 DETERMINACIÓN DE LA PÉRDIDA POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA.....	50
3.4.1.36 DETERMINACIÓN DE LA PÉRDIDA POR FRICCIÓN EN LOS ACCESORIOS.....	51
3.4.1.37 DETERMINACIÓN DE LA POTENCIA	51
3.4.1.38 EFICIENCIA DE LA BOMBA	51
3.4.1.39 POTENCIA DEL DISEÑO DE LA BOMBA	51
3.4.2 CÁLCULO PARA EL MÓDULO 2.....	53
3.4.2.1 DISTRIBUCIÓN CUADRADA.....	53
3.4.2.2 ANCHO DEL TERRENO:	53
3.4.2.3 DETERMINACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN MÁXIMA (MM/H)	53

3.4.2.4 DETERMINACIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL REFERENCIAL (ETP) (MM/DÍA)	54
3.4.2.5 DETERMINACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE CULTIVO (KE) 54	
3.4.2.6 DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA DEL AGUA DEL CULTIVO.....	54
3.4.2.7 DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA BRUTA DEL MÓDULO	55
3.4.2.8 DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE RIEGO.....	55
3.4.2.9 DETERMINACIÓN DEL CAUDAL TEÓRICO PARA EL MÓDULO 2	55
3.4.2.10 DETERMINACIÓN DEL CAUDAL TEÓRICO DEL ASPERSOR	56
3.4.2.11 DETERMINACIÓN DE LA LÁMINA DE AGUA RÁPIDAMENTE APROVECHABLE (LARA)	57
3.4.2.12 DETERMINACIÓN DEL INTERVALO MÁXIMO DE RIEGO IRMAX 57	
3.4.2.13 DETERMINACIÓN DE LA DOTACIÓN NETA.....	58
3.4.2.14 DETERMINACIÓN DE LA DOTACIÓN BRUTA	58
3.4.2.15 DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE RIEGO.....	58
3.4.2.16 DETERMINACIÓN DEL CAUDAL PRÁCTICO.....	59
3.4.2.17 DETERMINACIÓN DEL CAUDAL PRÁCTICO DEL ASPERSOR EN CONDICIONES NORMALES	59
3.4.2.18 DETERMINACIÓN DE LA VELOCIDAD TEÓRICA DE LA TUBERÍA PRIMARIA	60
3.4.2.19 DETERMINACIÓN PRÁCTICA DE LA TUBERÍA PRIMARIA.....	61
3.4.2.20 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE ASPERSORES EN EL MÓDULO N° 2	61
3.4.2.21 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE RAMALES DE LA TUBERÍA PRIMARIA EN EL MÓDULO 2	61
3.4.2.22 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE ASPERSORES EN EL PRIMER RAMAL – TUBERÍA SECUNDARIA.....	62
3.4.2.23 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE ASPERSORES EN EL SEGUNDO RAMAL	62
3.4.2.24 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE ASPERSORES EN EL TERCER RAMAL.....	63

3.4.2.25 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE ASPERSORES EN EL CUARTO RAMAL	63
3.4.2.26 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE ASPERSORES EN EL QUINTO RAMAL.....	64
3.4.2.27 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE ASPERSORES EN EL SEXTO RAMAL	64
3.4.2.28 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE ASPERSORES EN EL SEPTIMO RAMAL	64
3.4.2.29 TOTAL DE ASPERSORES REQUERIDOS PARA EL SEGUNDO MÓDULO	65
3.4.2.30 DETERMINACIÓN DE LA POTENCIA DE LA BOMBA.....	65
3.4.2.31 DETERMINACIÓN DEL DIÁMETRO ECONÓMICO TEÓRICO DE LA TUBERÍA PRIMARIA.....	66
3.4.2.32 Determinación de la velocidad práctica del agua.....	66
3.4.2.33 DETERMINACIÓN DEL DIÁMETRO TEÓRICO DE LA TUBERÍA.....	66
3.4.2.34 DETERMINACIÓN DEL NÚMEROS DE REYNOLDS.....	67
3.4.2.35 DETERMINACIÓN DE LA CARGA HIDROSTÁTICA	68
3.4.2.36 DETERMINACIÓN DE LA PÉRDIDA POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA.....	69
3.4.2.37 DETERMINACIÓN DE LA PÉRDIDA POR FRICCIÓN EN LOS ACCESORIOS.....	70
3.4.2.38 DETERMINACIÓN DE LA POTENCIA	70
3.4.2.39 EFICIENCIA DE LA BOMBA	70
3.4.2.40 POTENCIA DEL DISEÑO DE LA BOMBA	71
3.4.3 CÁLCULO PARA EL MÓDULO 3.....	73
3.4.3.1 DISTRIBUCIÓN CUADRADA.....	73
3.4.3.2 ANCHO DEL TERRENO:	73
3.4.3.3 DETERMINACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN MÁXIMA (MM/H) 73	
3.4.3.4 DETERMINACIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL REFERENCIAL (ETP) (MM/DÍA)	74
3.4.3.5 DETERMINACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE CULTIVO (KE) 74	
3.4.3.6 DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA DEL AGUA DEL CULTIVO.....	74

3.4.3.7 DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA BRUTA DEL MÓDULO	75
3.4.3.8 DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE RIEGO.....	75
3.4.3.9 DETERMINACIÓN DEL CAUDAL TEÓRICO PARA EL MÓDULO 3	75
3.4.3.10 DETERMINACIÓN DEL CAUDAL TEÓRICO DEL ASPERSOR	76
3.4.3.11 DETERMINACIÓN DE LA LÁMINA DE AGUA RÁPIDAMENTE APROVECHABLE (LARA)	77
3.4.3.12 DETERMINACIÓN DEL INTERVALO MÁXIMO DE RIEGO IRMAX	77
3.4.3.13 DETERMINACIÓN DE LA DOTACIÓN NETA.....	78
3.4.3.14 DETERMINACIÓN DE LA DOTACIÓN BRUTA	78
3.4.3.15 DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE RIEGO.....	78
3.4.3.16 DETERMINACIÓN DEL CAUDAL PRÁCTICO.....	79
3.4.3.17 DETERMINACIÓN DEL CAUDAL PRÁCTICO DEL ASPERSOR EN CONDICIONES NORMALES	79
3.4.3.18 DETERMINACIÓN DE LA VELOCIDAD TEÓRICA DE LA TUBERÍA PRIMARIA	80
3.4.3.19 DETERMINACIÓN PRÁCTICA DE LA TUBERÍA PRIMARIA.....	81
3.4.3.20 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE ASPERSORES EN EL MÓDULO N° 3	81
3.4.3.21 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE RAMALES DE LA TUBERÍA PRIMARIA EN EL MÓDULO 3	81
3.4.3.22 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE ASPERSORES EN EL PRIMER RAMAL – TUBERÍA SECUNDARIA.....	81
3.4.3.23 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE ASPERSORES EN EL SEGUNDO RAMAL	82
3.4.3.24 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE ASPERSORES EN EL TERCER RAMAL.....	82
3.4.3.25 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE ASPERSORES EN EL CUARTO RAMAL	83
3.4.3.26 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE ASPERSORES EN EL QUINTO RAMAL.....	83
3.4.3.27 TOTAL DE ASPERSORES REQUERIDOS PARA EL TERCER MÓDULO.....	83

3.4.3.28	DETERMINACIÓN DE LA POTENCIA DE LA BOMBA.....	84
3.4.3.29	DETERMINACIÓN DEL DIÁMETRO ECONÓMICO TEÓRICO DE LA TUBERÍA PRIMARIA.....	84
3.4.3.30	DETERMINACIÓN DE LA VELOCIDAD PRÁCTICA DEL AGUA	84
3.4.3.31	DETERMINACIÓN DEL DIÁMETRO TEÓRICO DE LA TUBERÍA.....	85
3.4.3.32	DETERMINACIÓN DEL NÚMEROS DE REYNOLDS.....	86
3.4.3.33	DETERMINACIÓN DE LA CARGA HIDROSTÁTICA	87
3.4.3.34	DETERMINACIÓN DE LA PÉRDIDA POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA.....	88
3.4.3.35	DETERMINACIÓN DE LA PÉRDIDA POR FRICCIÓN EN LOS ACCESORIOS.....	89
3.4.3.36	DETERMINACIÓN DE LA POTENCIA.....	89
3.4.3.37	EFICIENCIA DE LA BOMBA	89
3.4.3.38	POTENCIA DEL DISEÑO DE LA BOMBA	89
3.4.4	CÁLCULO PARA EL MÓDULO 4.....	91
3.4.4.1	DISTRIBUCIÓN CUADRADA.....	91
3.4.4.2	ANCHO DEL TERRENO:	91
3.4.4.3	DETERMINACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN MÁXIMA (MM/H)	91
3.4.4.4	DETERMINACIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL REFERENCIAL (ETP) (MM/DÍA)	91
3.4.4.5	DETERMINACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE CULTIVO (KE)	92
3.4.4.6	DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA DEL AGUA DEL CULTIVO.....	92
3.4.4.7	DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA BRUTA DEL MÓDULO	92
3.4.4.8	DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE RIEGO.....	93
3.4.4.9	DETERMINACIÓN DEL CAUDAL TEÓRICO PARA EL MÓDULO	93
3.4.4.10	DETERMINACIÓN DEL CAUDAL TEÓRICO DEL ASPERSOR	95
3.4.4.11	DETERMINACIÓN DE LA LÁMINA DE AGUA RÁPIDAMENTE APROVECHABLE (LARA)	95

3.4.4.12 DETERMINACIÓN DEL INTERVALO MÁXIMO DE RIEGO IRMAX	96
3.4.4.13 DETERMINACIÓN DE LA DOTACIÓN NETA.....	96
3.4.4.14 DETERMINACIÓN DE LA DOTACIÓN BRUTA	96
3.4.4.15 DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE RIEGO.....	97
3.4.4.16 DETERMINACIÓN DEL CAUDAL PRÁCTICO.....	97
3.4.4.17 DETERMINACIÓN DEL CAUDAL PRÁCTICO DEL ASPERSOR EN CONDICIONES NORMALES.....	98
3.4.4.18 DETERMINACIÓN DE LA VELOCIDAD TEÓRICA DE LA TUBERÍA PRIMARIA	98
3.4.4.19 DETERMINACIÓN PRÁCTICA DE LA TUBERÍA PRIMARIA.....	99
3.4.4.20 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE ASPERSORES EN EL MÓDULO N° 4	99
3.4.4.21 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE RAMALES DE LA TUBERÍA PRIMARIA EN EL MÓDULO 4	100
3.4.4.22 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE ASPERSORES EN EL PRIMER RAMAL – TUBERÍA SECUNDARIA.....	100
3.4.4.23 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE ASPERSORES EN EL SEGUNDO RAMAL	100
3.4.4.24 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE ASPERSORES EN EL TERCER RAMAL.....	101
3.4.4.25 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE ASPERSORES EN EL CUARTO RAMAL	101
3.4.4.26 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE ASPERSORES EN EL QUINTO RAMAL.....	102
3.4.4.27 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE ASPERSORES EN EL SEXTO RAMAL	102
3.4.4.28 TOTAL DE ASPERSORES REQUERIDOS PARA EL CUARTO MÓDULO	102
3.4.4.29 DETERMINACIÓN DE LA POTENCIA DE LA BOMBA....	103
3.4.4.30 DETERMINACIÓN DEL DIÁMETRO ECONÓMICO TEÓRICO DE LA TUBERÍA PRIMARIA.....	103
3.4.4.31 DETERMINACIÓN DE LA VELOCIDAD PRÁCTICA DEL AGUA	103
3.4.4.32 DETERMINACIÓN DEL DIÁMETRO TEÓRICO DE LA TUBERÍA.....	104

3.4.4.33	DETERMINACIÓN DEL NÚMEROS DE REYNOLDS.....	105
3.4.4.34	DETERMINACIÓN DE LA CARGA HIDROSTÁTICA	106
3.4.4.35	DETERMINACIÓN DE LA PÉRDIDA POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA.....	107
3.4.4.36	DETERMINACIÓN DE LA PÉRDIDA POR FRICCIÓN EN LOS ACCESORIOS.....	107
3.4.4.37	DETERMINACIÓN DE LA POTENCIA.....	108
3.4.4.38	EFICIENCIA DE LA BOMBA	108
3.4.4.39	POTENCIA DEL DISEÑO DE LA BOMBA	108
3.5	DIAGRAMA DE PROCESO DEL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO.....	110
3.6	MAQUINARIAS Y LOS EQUIPOS.....	110
3.6.1	DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LOS EQUIPOS Y MAQUINARIAS.	111
3.6.1.1	MOTOBOMBA.....	111
3.6.1.2	ASPERSORES.....	112
3.6.1.3	TUBOS DE DISTRIBUCIÓN.....	113
3.6.1.4	MANGUERA DE SUCCIÓN.....	113
3.6.1.5	ACCESORIOS DE PVC	113
3.7	MANTENIMIENTO PROGRAMADO.....	117
3.7.1	INSPECCIÓN DE LOS EQUIPOS.....	117
3.7.2	INSPECCIÓN DE LAS INSTALACIONES (TUBERÍAS)	118
3.7.3	PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO ..	118
3.7.4	PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO CORRECTIVO..	118
3.7.5	PLANO DE LA DISTRIBUCIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO EN LA PROPIEDAD DEL SR. VÉLEZ.	118
3.8	RESULTADOS DE PRODUCCIÓN DESPUÉS DE LA IMPLANTACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO	121
	CAPÍTULO IV.....	126
	ESTUDIO ECONÓMICO	126
4.1	INTRODUCCIÓN.....	126
4.2	DESCRIPCIÓN DE LA INVERSIÓN.....	126
4.2.1	INVERSIÓN FIJA	127
4.2.2	INVERSIÓN DIFERIDA.....	129

4.3	COSTO DE OPERACIÓN POR LA IMPLANTACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN.....	130
4.4	BENEFICIOS CON LA IMPLANTACIÓN.....	132
4.5	ANÁLISIS ECONÓMICO CON LA IMPLANTACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN EN LA PROPIEDAD DEL SR. VÉLEZ....	134
4.5.1	RELACIÓN BENEFICIO COSTO.....	135
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	137
	CONCLUSIONES	137
	RECOMENDACIONES.....	139
	BIBLIOGRAFÍA.....	140

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Estadística de la Producción de Plátano antes de la implantación del sistema de riego.....	23
Ilustración 2 Mapa de Manabí.....	28
Ilustración 3 Localización Micro del Sistema de Riego	29
Ilustración 4 Módulo 1	52
Ilustración 5 Módulo 2.....	72
Ilustración 6 Módulo 3.....	90
Ilustración 7 Módulo 4.....	109
Ilustración 8 Diagrama del proceso de Funcionamiento del Sistema de Riego por Aspersión.....	110
Ilustración 9 Motobomba JD JIANG DONG	111
Ilustración 10 Aspersor Senninger 2014	112
Ilustración 11 Tubos de Plastigama con diámetros de 90, 75, 63, 50 y 25 mm	113
Ilustración 12 Manguera para la succión	113
Ilustración 13 T de 90 x 75 mm.....	114
Ilustración 14 Codo de 50 x 50 mm	114
Ilustración 15 Reductor enroscable 75 x 50 mm	115
Ilustración 16 Válvula de paso	115
Ilustración 17 Anillo de Presión.....	115
Ilustración 18 Acoplador de aluminio de 90 mm	116
Ilustración 19 Tapa modelo macho 1 ½ in	116
Ilustración 20 Pegamento Kalipega	116
Ilustración 21 Válvula de aire.....	117
Ilustración 22 Plano de accesorios del riego por módulos.....	119
Ilustración 23 Plano de distribución de los aspersores	120

Ilustración 24 Estadística de la producción de plátano barraganete con el sistema de riego implantado	121
Ilustración 25 Resumen de la producción antes y después de la implantación del sistema de riego por aspersión	124
Ilustración 26 Antes de la implantación.....	142
Ilustración 27 Antes de la implantación.....	142
Ilustración 28 Antes de la implantación.....	143
Ilustración 29 Antes de la implantación.....	143
Ilustración 30 Distribución de la Tubería Primaria.....	144
Ilustración 31 Tubería primaria	144
Ilustración 32 Distribución de la Tubería secundaria	145
Ilustración 33 Distribución de la tubería secundaria.....	145
Ilustración 34 Distribución de los ramales.....	146
Ilustración 35 Distribución de los ramales.....	146
Ilustración 36 Fuente de Alimentación	147
Ilustración 37 Aspersores en funcionamiento	147
Ilustración 38 Aspersores en funcionamiento	148
Ilustración 39 Aspersores en funcionamiento	148
Ilustración 40 Instalando la bomba	149
Ilustración 41 Instalación de la Válvula de aire	149
Ilustración 42 Instalación de la Válvula de aire	150

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Cuadro de producción antes de la implantación del sistema de riego.....	22
Tabla 2 Cuadro de Ponderación	31
Tabla 3 Especificaciones Técnicas de la Bomba.....	111
Tabla 4 Producción de plátano barraganete con el sistema de aspersión implantado	121
Tabla 5 Resumen de la producción de plátano antes y después de la implantación del sistema de riego por aspersión	123
Tabla 6 Costo total de la inversión del proyecto de implantación del sistema de riego por aspersión.	126
Tabla 7 Costo de la Maquinaria y Equipo	127
Tabla 8 Costo de los accesorios.....	128
Tabla 9 Costo total de la inversión fija	129
Tabla 10 Inversión Diferida	129
Tabla 11 Costo de la Mano de Obra.....	130
Tabla 12 Costo de los Suministros	130
Tabla 13 Datos para la Amortización del Préstamo bancario	131
Tabla 14 Tabla de Amortización del Préstamo Bancario	131
Tabla 15 Proyección de los Costos.....	132
Tabla 16 Resumen del Costo anual operativo	132
Tabla 17 Parámetros para la proyección de las ventas	133
Tabla 18 Producción del plátano con el sistema implantado	133
Tabla 19 Proyección de los ingresos de acuerdo a la producción anual	134
Tabla 20 Flujo de Fondos	135

INTRODUCCIÓN

La correcta utilización del agua por parte de los propietarios agrícolas le precisan del conocimiento de los factores que influyen sobre la distribución del agua para conseguir un uso eficiente de la misma, por ello se plantea realizar el presente proyecto que tiene como finalidad la “Creación e implantación de un sistema de riego por aspersión en la propiedad del Sr. Francisco Ramón Vélez Cedeño está ubicada en el Km 12 de la Vía Pedernales recinto Santa Rosa de Chila”, para mejorar la producción de plátano y cubrir sus necesidades en época del verano y optimizar sus recursos hídricos para cada ciclo del cultivo.

El uso de sistemas de riego tradicionales si bien son accesibles por el bajo costo de implantación tienen inconvenientes debido a la necesidad de cantidades de volúmenes de agua a aplicar en cada riego y además la eficiencia y uniformidad del riego son relativamente bajas en comparación con los sistemas de riego presurizados como lo son aspersión, micro aspersión y el goteo por riego en las labores agrícolas es de gran importancia porque permite conseguir potencializar el desarrollo agrícola incrementando sus rendimientos, tomando en consideración que el recurso hídrico es cada día más escaso, el que se malgasta, por ello se hace necesario implantar sistemas de riego que optimicen el uso de agua para obtener una mayor productividad.

El proyecto persigue como objetivo mejorar eficientemente la aplicación del recurso agua con la consiguiente mejorar de la producción del cultivo del barraganete. Además con la ejecución de este proyecto no solo se estará aportando con la solución del problema del uso adecuado del recurso hídrico sino que servirá de ejemplo a los demás agricultores a que implementen este tipo de sistemas que no solo beneficia a los cultivos sino a la economía y a la seguridad alimentaria de las familias

El proyecto consiste en aplicar las técnicas de evaluación y mejora de los sistemas de riego que permitirán conocer los parámetros implicados en la aplicación del agua, basándose en ensayos de campo realizados con las condiciones normales de trabajo y determinar los cambios precisos para mejorar el proceso de riego. Con estos cambios se puede conseguir ahorrar agua, mano de obra, energía, etc., así como una mejora de los rendimientos de los cultivos.

El primer capítulo comprende la información general de la propiedad, Características del sector, los datos históricos de la producción agrícola por hectárea, la fundamentación teórica de los sistemas de riego por aspersión, las diferentes técnicas de riego y por último metodología de diseños de riegos.

En el segundo capítulo se encuentra el diagnóstico de la situación actual de la propiedad, del sistema de producción de la propiedad, de la descripción del sistema de riego actual, de la problemática de la producción del plátano

barraganete y los factores predominantes de la baja producción de plátano barraganete.

En el tercer capítulo se encuentra la propuesta de creación, es de decir el diseño, calculo, pruebas e implantación del sistema de riego por aspersión, habiéndose realizándose el respectivo estudio técnico, para su implantación y la seguridad industrial correspondiente.

EL cuarto capítulo comprende el estudio económico, la descripción de la inversión fija, el costo de la construcción, la maquinaria y los equipos, el costo de producción (Costo primo y los costos indirectos de Producción); así como los gastos operacionales y no operacionales y la rentabilidad económica de toda la inversión bajo criterios definidos, tales como el Valor Actual Neto (VAN) y la Relación Beneficio Costo (RBC).

CAPÍTULO I

1.1 ANTECEDENTES GENERALES DE LA PROPIEDAD

El lugar donde se va a crear e implantar del sistema de riego por aspersión es en la propiedad del Sr. Francisco Ramón Vélez Cedeño con C.I.170670193-3 ubicada en la provincia de Manabí cantón El Carmen, sector Santa Rosa de Chila.

Basado en la Escritura de Propiedad del Sr. Antes mencionado, se establece un lote de terreno con los siguientes linderos y cabidas: Norte con terrero a adjudicarse a la heredera Holanda Concepción Vélez Cedeño, en 568m Norte, 80° , $30'$ este; Sur con lote de terreno a adjudicado a la heredera Ligia María Vélez Cedeño en 559m norte, 80° $30'$ este; Este con camino público en 119m sur, 0.5° $00'$ este; y oeste con lote de terrero adjudicado a la Sra. Aurora Cleotilde Cedeño Looor viuda de Véliz, en 117 m norte, 0° $30'$ este, con la superficie de 6 hectáreas 50 áreas de cabido

1.2 CARACTERÍSTICAS DEL SECTOR

De acuerdo a la información proporcionada por el Ilustre Municipalidad del cantón El Carmen, este logra una identificación plena con la expedición de la ley del 25 de Junio de 1824 que crea la provincia de Manabí, sin remontarnos

a la época de los mercedarios de Portoviejo a los cuales se refiere el Padre Velasco, tomo 3, en la historia del Reino de Quito.

El Instituto Ecuatoriano Geográfico Militar en texto y mapa en la monografía elaborada por su director Marco Bustamante en 1852, colocó como manabita toda la zona de El Carmen.

Teodoro Wolf en 1892 en el mapa del Ecuador hizo lo propio.

1.2.1 LOCALIZACIÓN, LÍMITES Y DIVISIÓN POLÍTICA.

El cantón El Carmen se encuentra ubicado al Nor-Este de la provincia de Manabí, la cabecera cantonal es El Carmen.

Parroquias Urbanas:

- El Carmen.
- 4 de Diciembre.

Parroquias Rurales:

- Wilfredo Loor Moreira. (Maicito)
- San Pedro de Suma.

La superficie del cantón es de 1.244,50 km² (124.450 has.)

Los límites del cantón El Carmen son los que se detallan a continuación:

- ✓ **Norte:** Cantón la Concordia, Provincia de Esmeraldas.
- ✓ **Sur:** Cantón El Empalme, Provincia del Guayas.

- ✓ **Este:** Cantón Santo Domingo, Provincia Santo Domingo de los Tsáchilas.
- ✓ **Oeste:** Cantones, Chone-Flavio Alfaro-Bolívar y Pichincha de Manabí.

1.2.2 CLIMA

El clima es húmedo y está marcado por dos estaciones lluviosa y seca. Esta última también se registra lloviznas periódicas, las precipitaciones son de 1400 a 2600mm/año, y se dan durante los meses de marzo y abril.

1.2.3 HIDROGRAFÍA

Algunos ríos salen de la cabecera cantonal, otros descienden de la cordillera de Los Andes, entre los ríos más importantes, está El Quinindé, Cajones, Mono, Chila, Suma, Peripa, La Esperanza, Agua Sucia, Armadillo, Limones, Daule y otros alimentados por pequeños arroyos.

1.3 HISTORICOS DE LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA POR HECTÁREA

El cantón se caracteriza por la producción de cultivos de ciclo permanente y ciclo corto, siendo el más importante el plátano barraganete proporcionando riquezas con la exportación, además se cultiva banano, plátano dominico que se exporta a Perú y Colombia, también se cultiva piña, maíz, coco, café, cacao, etc.

El producto con mayor superficie sembrada es el plátano barraganete, debido a que el clima de esta zona es el más adecuado para su producción.

Entre otros productos que se cultivan en este cantón están el maíz, el cacao y el café entre otros.

El cultivo del plátano Barraganete ocupa gran cantidad de mano de obra generando fuentes de trabajo para la población, calculándose aproximadamente el uso de mano de obra permanente en 7.691 personas, entre familiar y contratada y de 17.349 ocasionales entre familiar y contratada, con lo que esta actividad genera 25.040 plazas de trabajo directa, esto es según el primer censo platanero.

1.4 FUNDAMENTACION TEORICA DEL PROYECTO

1.4.1 MARCO REFERENCIAL

Para José María Tarjuelo con el editorial “Los sistemas de riesgos, fuente de prosperidad” el regadío puede concebirse como una actividad sostenible y respetuosa con el medio ambiente. El agua es un recurso limitado y fundamental para la vida, estando todos obligados a usarla con racionalidad. La incorporación de las nuevas tecnologías al regadío, principal usuario del agua, para mejorar el diseño, el manejo y el funcionamiento de los sistemas de riego y poder conseguir así un balance económico óptimo y una idónea utilización del agua resulta hoy una tarea fundamental ¹

¹ <http://www.paraninfo.es/catalogo/el-riego-por-aspersion-y-su-tecnologia>

Martin Benito dedicado a la docencia e investigación sobre la problemática general del regadío, y especialmente en la mejora del uso del agua en la agricultura y en sus aspectos más ligados a la ingeniería del riego; además expresa que el uso de los sistemas de riego tiene como objetivo primordial optimizar la aplicación de los sistemas de aspersión para aumentar la productividad y por ende la calidad del producto.

Para los autores Granja Flores Jimmy Eric y López Jácome Cristian Santiago con la TESIS DE GRADO.

Estudio de los sistemas de riego localizado por goteo y exudación, en el rendimiento del cultivo de lechugas, expresan que los agricultores en los actuales momentos deben enfrentar grandes desafíos en lo relacionado con la importancia del agua y a su vez enfatiza la importancia de hacer conciencia sobre el uso de este recurso primordial para la producción agrícola.²

Los criterios de los autores citados aportaran en el tema de mi investigación desde el punto de vista; en que los sistemas de riego por aspersión inciden en mejorar la productividad y optimizar el recurso hídrico como es el agua. Además ellos resaltan la importancia de los sistemas de riego por aspersión a los técnicos, a los usuarios, así como de redes colectivas, habiendo pretendido cubrir los aspectos más interesantes del riego; y por último son considerados como una herramienta de gran importancia para las

² <http://dspace.pucesi.edu.ec/oai/request>

comunidades en el aspecto de aprovechamiento, cuidado con el medio ambiente, reducción de los costos por riego manual, etc.

1.5 MARCO CONCEPTUAL

1.5.1 LOS SISTEMAS DE RIEGO POR ASPERSION

1.5.1.1 DEFINICIÓN.

El riego por aspersión es una modalidad de riego mediante la cual el agua llega a las plantas en forma de "lluvia" localizada más o menos intensa y uniforme sobre la parcela con el objetivo que infiltre en el mismo punto donde cae. Para ello es necesaria una red de distribución que permita que el agua de riego llegue con presión suficiente a los elementos encargados de aplicar el agua (aspersores o difusores).

Los sistemas de riego por aspersión se adaptan bastante bien a topografías ligeramente accidentadas, tanto con las tradicionales redes de tuberías como con las máquinas de riego. El consumo de agua es moderado y la eficiencia de uso bastante aceptable. Sin embargo, la aplicación del agua en forma de lluvia está bastante condicionada a las condiciones climáticas que se produzcan, en particular al viento y a la aridez del clima, ya que si las gotas generadas son muy pequeñas, las gotas podrían desaparecer antes de tocar el suelo por la evaporación, sin embargo cuando son muy gruesas pueden dañar al cultivo y al suelo.

Son especialmente útiles para aplicar riegos relativamente ligeros con los que se pretende aportar algo de humedad al suelo en el periodo de nacencia. También es muy indicado para efectuar el lavado de sales cuando sea necesario y se prestan a la aplicación de determinados productos fitosanitarios o abonos disueltos en el agua de riego, aunque no se puede considerar que sea una aplicación habitual.

1.5.1.2 VENTAJAS DEL RIEGO POR ASPERSIÓN.

De forma general se puede decir que presenta las siguientes ventajas:

- a) La distribución del agua del terreno es bastante uniforme.
- b) Puede ser utilizado en suelos con grandes velocidades de infiltración.
- c) Uso adecuado en terrenos con grandes pendientes.
- d) Alta eficiencia de aplicación (lo cual lo hace adecuado en regiones con limitaciones de agua).
- e) Se puede operar en horas de la noche.
- f) Los sistemas pueden ser instalados con mayor rapidez.
- g) Permite aplicar normas de riego pequeñas y con gran frecuencia.
- h) Permite la automatización y mecanización del sistema de riego.
- i) No interfiere las labores de mecanización agrícola (tuberías portátiles).
- j) Se puede aplicar el fertilizante junto con el agua de riego (fertirrigación).

- k) Permite regar casi todos los cultivos, salvo algunos muy delicados a los que el tamaño de la gota puede causar daño.
- l) No erosiona el terreno ni destruye la estructura del suelo.
- m) Enriquecen el agua con oxígeno, que es muy importante para la planta.

1.5.2 CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE RIEGO POR ASPERSIÓN.

Los sistemas de riego por aspersión se pueden clasificar en dos grupos:

- a) Sistemas estacionarios que permanecen en la misma posición mientras dura el riego y pueden ser:
 - Sistemas Móviles (portátil)
 - Sistemas Semifijos
 - Sistemas Fijos.
- b) Sistemas mecanizados que se desplazan mientras aplican el agua de riego y pueden ser:
 - Cañones de riego.
 - Lateral de avance frontal.
 - Pivotes

1.6 SISTEMAS ESTACIONARIOS

1.6.1 SISTEMAS MÓVILES

Es un sistema de riego por aspersión englobado dentro de la clasificación de estacionario. En este caso, todos los elementos de la instalación son móviles, incluso puede serlo el grupo de bombeo. Los ramales de riego suelen ser de aluminio o de PVC y se instalan sobre la superficie del terreno. Cuando acaba el riego de una postura, los ramales con los aspersores se trasladan a la siguiente posición, requiriendo por ello una gran cantidad de mano de obra para el riego.

Estos equipos suelen ser instalados para aplicar riego eventuales o como soluciones de emergencia. Se compone de un grupo motobomba móvil (puede ser accionado desde la toma de fuerza del tractor) que envía el agua a una tubería en la que están colocados los aspersores. A veces, se acoplan a la tubería unas mangueras al final de las cuales se encuentran los aspersores sobre patines. De esta forma, los aspersores pueden ocupar diversas posiciones de riego antes de que sea necesario mover la tubería. Este sistema suele utilizarse en parcelas pequeñas o para aplicar riegos complementarios.

1.6.2 SISTEMA SEMIFIJO.

En este sistema son fijos el grupo de bombeo y la red de tuberías principales, que normalmente se encuentra enterrada. Esta tubería principal suele ser de PVC o fibrocemento, de ella derivan los hidrantes en donde se conectan los ramales de distribución (fijos o móviles), a los que se conectan los ramales de riego, que son móviles. Estos ramales móviles deben ser fácilmente transportables por lo que suelen ser de materiales ligeros y que soporten bien el estar a la intemperie

(aluminio, polietileno). A los ramales se acoplan los aspersores bien directamente, bien a través de unas mangueras.

1.6.3 SISTEMA FIJO

Todos los elementos de este sistema son fijos (bombeo, red de riego y emisores), salvo en algunos casos donde los aspersores son desmontables y van ocupando sucesivas posiciones a lo largo de los ramales de riego. La red de riego puede instalarse únicamente para la campaña o ser permanente. Dentro de los sistemas fijos se pueden distinguir dos tipos, los sistemas aéreos y los enterrados.

Los sistemas fijos aéreos constan de una red de tuberías principales enterradas y unos ramales de riego que se encuentran sobre el terreno. Estos ramales pueden ser trasladados a otras parcelas o a otra zona de la misma en función de la rotación de cultivos existente en la explotación.

Los sistemas fijos enterrados se denominan comúnmente cobertura total enterrada y tienen toda la red de riego bajo la superficie del terreno. En este caso, el diseño del marco de riego más adecuado tiene mucha importancia, ya que no podrá ser modificado fácilmente.

1.6.4 SISTEMAS MECANIZADOS

1.6.4.1 CAÑONES DE RIEGO

El cañón motorizado de riego consta de un aspersor de gran alcance y caudal (cañón) montado sobre un carro o patín y conectado al suministro de agua mediante una manguera. Este sistema de riego utiliza aspersores rotativos de gran tamaño, que funcionan con una elevada presión y forman gotas bastante

grandes. Son adecuados para dar riegos de apoyo a cultivos con bajas necesidades de riego y es bastante utilizado para praderas de zonas semi-húmedas.

1.6.4.2 PIVOTE

El Pivote forma parte de los sistemas de riego por aspersión mecanizados. Es un ramal de riego con un extremo fijo, por el que recibe el agua y la energía eléctrica, y otro móvil que describe un círculo girando alrededor del primero. El equipo de riego se basa en el movimiento de una tubería porta emisores que se apoya en unas torres automotrices. Estas torres están dotadas de un motor eléctrico y dos ruedas neumáticas. La tubería, que normalmente es de acero galvanizado, sirve junto con barras o cables, de elemento resistente para vencer la distancia entre torres. La distancia entre torres va desde 35 a 75 m, aunque lo más normal son las torres de 38 m (tramo corto) y 55 m (tramo largo). La longitud total del equipo varía de 60 a 800 m.

El equipo pivote riega una superficie de forma circular por lo que resulta inevitable que, si la parcela no tiene esta forma, queden zonas sin regar. Normalmente los pivotes riegan un círculo completo aunque también se instalan para el riego de medio círculo. Si se desea regar la totalidad de la finca existen varias opciones. La opción más común es poner en riego estas partes de la finca con un sistema de cobertura total enterrada. Otra opción menos corriente es añadir en el equipo los dispositivos llamados "de esquina". Estos dispositivos están formados por un alero articulado de la tubería porta emisores que sólo se despliega y se pone en

funcionamiento al pasar sobre una de estas zonas (esquinas del campo) que de otra forma quedarían sin regar.

1.6.4.3 LATERALES DE AVANCE FRONTAL

Este equipo es de estructura semejante al pivote. Consiste en un ramal de riego montado sobre unas torres automotrices de dos ruedas que se desplazan en sentido perpendicular al ramal de riego. Riega superficies de forma rectangular

La tubería porta emisores, los emisores y los sistemas de propulsión son semejantes Al pivote. Sin embargo, la forma de suministrar agua al equipo y el mecanismo de alineamiento presentan diferencias respecto al equipo pivote. El suministro de agua se realiza directamente desde un canal o mediante una manguera flexible que es arrastrada por el mismo equipo. En el segundo caso, se necesitan hidrantes cada 200 ó 300 m, llevando la máquina una manguera de 115 ó 165 m. La pérdida de carga en la manguera hace que necesite más energía en estos montajes que en los de toma directa de un canal.

1.7 COMPONENTES DE UN SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN.

Un sistema de riego por aspersion está compuesto por:

- a) Un equipo de bombeo encargado de proporcionar agua a presión. En algunas zonas no resulta necesario este equipo ya que se dispone de presión natural.
- b) Una red de tuberías principales que llevan el agua hasta los hidrantes, que son las tomas de agua en la parcela.

- c) Una red de ramales de riego que conducen el agua hasta los emisores instalados en la parcela que se pretende regar.
- d) Dispositivos de aspersión o emisores, que son los elementos encargados de aplicar el agua en forma de lluvia. Estos dispositivos pueden ser tuberías perforadas, difusores fijos, toberas, boquillas o aspersores, entre otros.

1.7.1 EQUIPO DE BOMBEO.

Las máquinas para el suministro de los líquidos se les denominan bombas, se definen como las máquinas destinadas para desplazar el líquido y aumentar su energía.

Las instalaciones de bombeo pueden ser fijas o móviles. Están movidas por motores diésel, eléctricos o por la toma de fuerza de un tractor. Se debe poner especial cuidado en la elección de la bomba, calcular adecuadamente la altura de elevación de misma y su punto de funcionamiento (caudal y altura de elevación), que debe encontrarse en la zona de máximo rendimiento, porque si se instala de forma incorrecta, se obtendrá el caudal de la bomba con baja eficiencia, y un alto consumo de energía.

Es conveniente que los elementos del bombeo se encuentren protegidos de los factores atmosféricos, para una mayor duración y un funcionamiento óptimo de los mismos.

1.7.2 TUBERÍAS.

Las tuberías maestras o principales generalmente son fijas, aunque en ciertas ocasiones pueden ser móviles. Dichas tuberías por lo general van enterradas y se construyen de diferentes materiales como pueden ser fibrocemento, hierro y otros. En la actualidad se están empleando tuberías de PVC con diámetros menores, lo que facilita su montaje.

Tubería principal: Es la encargada de llevar el agua desde la estación de bombeo hasta la entrada del campo. Los diámetros suelen ser entre 6 y 12 pulgadas.

Tuberías secundarias: Son las encargadas de conducir el agua hasta la entrada en la parcela, generalmente son de aluminio o plásticas con diámetros entre 6 y 8 pulgadas.

Tubería lateral o alas móviles: Es la línea porta aspersores y está constituida por elementos ligeros, aluminio y material plástico principalmente. Son de dos tipos: Tuberías rígidas y tuberías flexibles o mangueras.

No se aconsejan para el diseño diámetros superiores a 4 pulgadas ya que hace más incómodo su manejo y aumentan los tiempos de traslado.

Todas las tuberías y accesorios se caracterizan por su sencillez, ligereza, facilidad de manejo y resistencia a los golpes y a la corrosión.

1.7.3 HIDRANTES.

Las conexiones entre tuberías abastecedoras, las que generalmente están enterradas, y las alas de riego se efectúan mediante hidrantes. Esto puede ser de varios tipos.

Fuera de época de riego, los hidrantes son los únicos elementos que sobresalen del terreno, presentando un obstáculo para las labores y siendo fácilmente deteriorados, aunque generalmente van protegidos.

Su función es la de permitir el paso del agua desde la tubería principal hacia las alas de riego.

1.7.4 ASPERSORES.

Sobre las tuberías van instalados los aspersores que son los aparatos que distribuyen el agua sobre el terreno.

Los aspersores normalmente utilizados son de dos tipos: chorro fijo y chorro rotativo.

Los primeros, poco utilizados tiene un alcance relativamente pequeños, generalmente menor de 12 metros y pluviometrías altas.

Los segundos son los normalmente empleados en la agricultura y se subdividen en dos grandes grupos: aspersores de giro rápido y de giro lento. Los del primer grupo solo se utilizan en jardinería, en invernaderos, pequeñas parcelas, etc. Los del segundo grupo, giro lento, son los más empleados en el

riego agrícola. Según la causa que produce el giro se clasifican en aspersores de reacción, de turbina y de choque.

Los de choque su rotación se realiza por los movimientos alternativos de un brazo, uno de cuyos extremos interrumpe el chorro y el otro, de mayor masa produce el giro, mediante choques. Dicho brazo va provisto de un muelle recuperador, con el fin de alternar su movimiento y provocar sucesivos choques y giros.

1.8 TECNICAS DE RIEGO

Por método de riego se entiende a las técnicas y procedimientos empleados en hacer que el agua moje la zona de raíces.

Dichas técnicas según la forma de aplicación del agua al suelo y su disposición se clasifican en:

Para la elección de un método de riego deben considerarse las condiciones técnicas siguientes: topografía del terreno, pendiente, características físicas del suelo, cultivo y caudal disponible. Pero, principalmente, se tendrá en cuenta el factor económico relacionando los costos de instalación y operación con la eficiencia del riego y el valor de la producción a obtener.

1.8.1 POR ESCURRIMIENTO O GRAVEDAD

El agua se aplica cubriendo parcialmente el terreno y se escurre infiltrándose en los pequeños cauces llamados surcos (riego por surcos, corrugaciones) o bien se desliza sobre el suelo en delgada lámina que se infiltra en su

desplazamiento (riego por inundación). En ambos casos el agua infiltrada moja la zona de raíces del cultivo para que esta pueda aprovecharla.

Se consideran las siguientes variantes: 1) Surcos, 2) Corrugaciones y 3) Inundación o "a manto".

- 1) Surcos: El agua agregada escurre por los cauces (surcos) infiltrándose. Se emplea para cultivos en líneas: viñedos, frutales y hortalizas, donde las labores comunes del cultivo preparan el terreno para el riego. Se adapta a todos los suelos, cuando el caudal que se dispone es pequeño. La eficiencia que se logra con este sistema es media y los costos de instalación y operación no son elevados.

1.8.2 MÉTODOS SIN ESCURRIMIENTO

El agua se aplica por partes y se infiltra directamente en la zona de raíces sin escurrir en superficie. En este grupo se encuentra el riego por aspersion en el cual el agua se asperja semejando una lluvia.

1.8.3 METODOLOGIA DE DISEÑOS DE RIEGOS

El diseño de un sistema de riego se divide en dos partes bien diferenciadas que son: el diseño agronómico y el diseño hidráulico. Con el primero se aborda la adecuación del sistema a todos aquellos aspectos relacionados con los condicionantes del medio (suelo, cultivos, clima, etc.) y con el segundo se realiza el dimensionamiento más económico de la red de tuberías con el objetivos de conseguir un reparto uniforme del agua de riego.

El arte de un diseño de riegos está en:

- Conocer los sistemas que son apropiados para un determinado proyecto.
- Conocer el orden en que estos elementos forman un sistema.

El diseño de un sistema de riego necesita de un conocimiento extenso de la zona para la que se está proyectando. A menudo los profesionales deben realizar diseños para zonas en las que ya hay un sistema de riego funcionando. En este caso, el sistema que se pretende sustituir será una fuente inigualable de información. La técnica analítica que se aplica para obtener información de un sistema de riego es la evaluación del riego. Ésta permite realizar un diagnóstico del sistema, determinar su nivel de calidad, y establecer sus debilidades y ventajas. La evaluación del riego debería ser la base de cualquier proyecto de modernización de regadíos. La evaluación del riego no sólo sirve para el diseño, sino que es una fuente primaria de información para el manejo del riego. En ocasiones, la calidad de un sistema de riego puede ser sustancialmente mejorada por acciones que no modifican las infraestructuras de riego. Si este es el caso, se pueden poner en marcha en zonas regables programas de mejora de la gestión encaminados a mejorar el uso del agua. La relación beneficio-costos de estos programas es generalmente mucho mayor que para los proyectos basados en la mejora del diseño.

1.8.4 DISEÑO AGRONÓMICO.

El diseño agronómico 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.
- Determinación de los parámetros de riego: dosis, frecuencia e intervalo entre, caudal necesario, duración del riego, número de emisores y disposición de los mismos.

1.8.5 DISEÑO HIDRÁULICO.

El diseño hidráulico tiene por finalidad el cálculo de las dimensiones de la red de distribución y del óptimo trazado de la misma.

Los ramales laterales, porta aspersores o alas de riego son los que distribuyen el agua al cultivo por medio de los aspersores acoplados a ellos. Las tuberías portan laterales o de alimentación son aquellos de donde derivan los laterales. Tanto en laterales como en porta laterales se da el caso de una conducción con salidas múltiples distribuidas a lo largo de ella, uniformemente espaciadas y por las que descarga el mismo caudal.

1.9 MARCO LEGAL

El presente proyecto está sujeto bajo las siguientes disposiciones y reglamentaciones:

- Normativa Jurídica e institucional de usos de aguas en el Ecuador
- El "derecho de aprovechamiento de aguas": su concesión, uso, transferencia y extinción
- Ley de Aguas
- Ley de Régimen Municipal. Tít. III De la Administración Municipal; Cap. I De las funciones de la administración Municipal; Sección 2 De las funciones; Servicios públicos.
- Ley de Desarrollo Agrario

1.10 OBJETIVOS.

1.10.1 GENERAL.

- Crear e implantar un sistema de riego por aspersión para mejorar la producción de plátano barraganete por hectárea en la propiedad del Sr. Francisco Ramón Vélez Cedeño

1.10.2 ESPECÍFICOS.

- Analizar el área de plantación para establecer la mejor ruta de riego.
- Diseñar un sistema de riego por aspersión, adecuado a las condiciones agroambientales de la plantación del plátano.

- Evaluar la eficiencia de la aplicación de los sistemas de riego por aspersión
- Elaborar un plan de mantenimiento para precautelar el sistema
- Realizar el análisis financiero de los elementos que configuran el sistema de riego por aspersión.
- Ejecutar el sistema de riego por aspersión dentro de la plantación de plátano barraganete.

1.11 HIPÓTESIS

Con la implantación del sistema de riego en la propiedad del Sr. Vélez Cedeño Francisco Ramón, se mejorara la producción de plátano barraganete por hectárea.

CAPÍTULO II

2.1 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL (CONDICIONES DE LA PROPIEDAD)

2.2 SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE LA PROPIEDAD

En la propiedad del Sr. Francisco Ramón Vélez Cedeño, con cabida de dos hectáreas donde se va a realizar el sistema de riego se encuentra un sembrío de 1500 plantas de plátano barraganete, en la cual se obtiene una producción de 26 cajas semanal, 50 cajas cada quince días, 100 cajas de manera mensual de los dos tipos que existe puesto que la producción está destinada a los mercados internacionales de Europa y Colombia.

2.3 SISTEMA DE PRODUCCIÓN ANTES DE LA IMPLANTACIÓN

A continuación se establecen los siguientes cuadros estadísticos de la producción actual de cajas de barraganete que produce la propiedad del Sr. Vélez antes de la implantación del sistema de riego por aspersión

Tabla 1 Cuadro de producción antes de la implantación del sistema de riego

PRODUCCIÓN DE PLÁTANO BARRAGANETE EN LA PROPIEDAD DEL SR. VÉLEZ (ANTES DE LA IMPLANTACIÓN)								
NÚMERO DE HECTÁREAS	NÚMERO DE PLANTAS/HAS.	TOTAL DE PLANTAS	CAJAS POR HECTÁREA PROMEDIO SEMANAL	PRODUCCIÓN DE CAJAS SEMANALES	PRODUCCIÓN DE CAJAS CADA 15 DÍAS	PRODUCCIÓN DE CAJAS MENSUAL	PRODUCCIÓN DE CAJAS SEMESTRAL	PRODUCCIÓN DE CAJAS ANUAL
2	750	1500	8	16	32	64	384	768

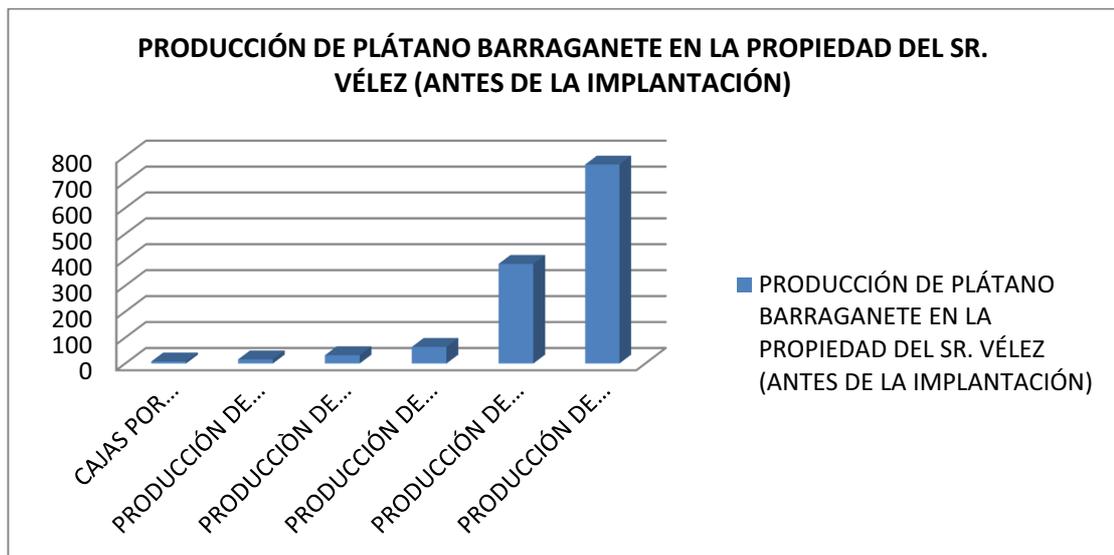


Ilustración 1 Estadística de la Producción de Plátano antes de la implantación del sistema de riego

La presente representación gráfica muestra la producción de plátano barraganete antes de la implantación del sistema de riego por aspersión, el mismo indica que antes las dos hectáreas producían 16 cajas promedio semanalmente, 32 cajas quincenalmente, 64 cajas mensualmente y por último 768 cajas en el año.

2.4 DESCRIPCION DEL SISTEMA DE RIEGO ACTUAL

La plantación se basa en el sistema de riego natural o de los estados climáticos que existen dentro de la zona, esto quiere decir que se da riego a las plantas solo en temporada de invierno.

La falta de inversión y conocimientos técnicos en materia de sistema de riego hicieron que el sistema de irrigación sea de forma natural; es decir aprovechando las lluvias.

2.5 PROBLEMÁTICA DE LA PRODUCCION DEL PLATANO BARRGANETE.

La situación actual de los productores de plátano en El Carmen es crítica, debido a los problemas que se mantiene constantemente por el precio de la caja de plátano (54 libras) que es de \$ 5.50, la gran mayoría de productores no recibe el precio que se estableció en el Consejo Consultivo del Plátano, debido a que los intermediarios no cumplen con las disposiciones de esta ley.

Estos problemas son más frecuentes en épocas de invierno debido a la abundancia que existe del producto, esto da paso a la explotación del pequeño productor, que por vender su fruta y tener un pequeño ingreso económico muchas veces obtienen un precio por debajo del costo de producción.

Solo ciertas compañías exportadoras pagan el precio base de la caja de plátano.

Los problemas que se presentan son principalmente por el precio de la caja de plátano, este precio está bajo la responsabilidad de los ministerios de Comercio Exterior de Agricultura y Ganadería, en función de los costos de producción y de Acuerdos logrados con los miembros del Consejo Consultivo.

Los créditos para los pequeños agricultores de igual manera son muy reducidos con un interés del 5% anual siendo en su mayoría públicos a través del BNF, por lo que considero que es necesario implementar líneas de crédito para impulsar el desarrollo de la actividad platanera.

De igual manera es indispensable que las entidades gubernamentales se preocupen por dar capacitación de asistencia técnica en el manejo de los cultivos de plátano ya que de esto carecen los productores.

La asistencia técnica es limitada y casi exclusivamente privada con 0.08% del total de productores plataneros realizada por el PROMSA (Programa de Modernización de los Servicios Agropecuarios) a través de operadoras con un número de apenas 245 productores, lo cual incide directamente en una baja productividad.

2.6 FACTORES PREDOMINANTES DE LA BAJA PRODUCCION DE PLATANO BARRAGANETE.

Dentro de los factores predominantes que inciden en la baja producción de plátano barraganete se encuentra:

- El tipo de agua que se utiliza para el sistema de riego, y;
- El precio no regido por las autoridades competentes.

CAPÍTULO III

3.1 PROPUESTA DE CREACIÓN E IMPLANTACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN.

La elección del método de riego más adecuado se realiza en función de los siguientes factores:

- **La topografía.** El riego por superficie precisa de una nivelación del terreno. Esta nivelación puede en ocasiones dañar al suelo y ser más costosa que el equipamiento necesario para el riego por aspersión o goteo.
- **Las características físicas del suelo.** Mientras que los sistemas de aspersión y goteo son pocos sensibles a las propiedades del suelo, el riego por superficie necesita de suelos de infiltración media. Es de esta manera como alcanza una eficiencia elevada y no tiene problemas de encharcamiento. En aspersión y goteo, si el suelo tarda en infiltrar el agua, se pueden dar problemas de escorrentía y erosión.
- **El tipo de cultivo.** Hay cultivos que se desempeñan de forma óptima en algunos sistemas de riego. Así, los árboles frutales se desarrollan muy adecuadamente en riego por goteo, y los cultivos hortícolas se suelen asociar al riego por surcos o al riego por goteo.
- **La disponibilidad de agua.** Los sistemas que puedan resultar más eficientes en una determinada situación serán los más adecuados cuando la disponibilidad de agua es baja.

- **La calidad del agua.** Los problemas de calidad de agua pueden presentarse de muchas formas diferentes. En general, una deficiente calidad del agua será más dañina para el cultivo si éste se moja con el agua de riego, por lo que el riego por aspersión no se recomienda en la mayoría de los casos de baja calidad del agua (por ejemplo, cuando la salinidad es elevada).
- **La disponibilidad de mano de obra.** En los días en que vivimos, la disponibilidad de mano de obra se está convirtiendo en uno de los factores más importantes, debido a la emigración creciente de personas hacia las zonas urbanas.
- **El costo de la instalación.** Este es un factor importante, aunque en este momento los costes de implantación de nuevos sistemas de riego por superficie, aspersión y goteo pueden ser muy similares.³

Por todos los factores establecidos anteriormente se eligió el sistema de riego por aspersión, que se adaptan bastante bien a la topografía ligeramente accidentada de la propiedad del Sr. Vélez, por las características del suelo, la disponibilidad y la calidad de agua del agua.

3.2 ESTUDIO TÉCNICO.

El presente capítulo recopila la información técnica del sistema de riego por aspersión para la propiedad del Sr, Vélez.

³ <http://repositorio.utm.edu.ec>

3.3 LOCALIZACIÓN

3.3.1 LOCALIZACIÓN MACRO

La creación e implantación del sistema de riego por aspersión localizada en el Ecuador región costa provincia de Manabí cantón El Carmen a 0 grados, 16 minutos y 11 segundos de latitud sur, y a 79 grados, 25 minutos, 26 segundos de longitud oeste. Con relación a la provincia de Manabí, se encuentra ubicado al noreste de su jurisdicción. El clima es húmedo y está marcado por dos estaciones: lluviosa y seca.

Está limitado Al Norte, con el Río Búa de Esmeraldas; Al Sur, con la provincia del Guayas (confluencia de los ríos Peripa y Daule); Al Este, con la provincia de Pichincha (coordenada que pasa por el kilómetro 27.5 de la carretera Santo Domingo-Chone y el río Peripa); Al Oeste, con los cantones Chone y Bolívar.

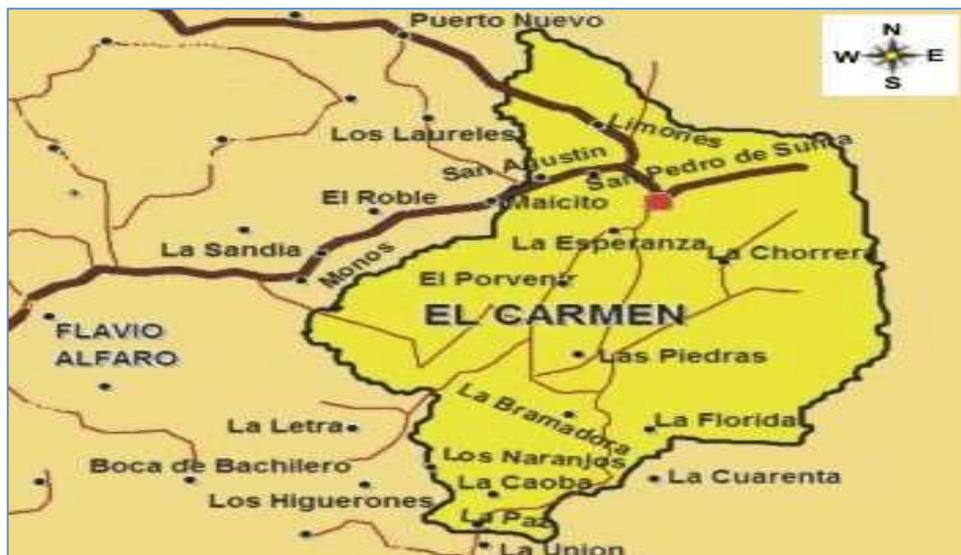


Ilustración 2 Mapa de Manabí

3.3.2 LOCALIZACIÓN MICRO

La creación e implantación del sistema de riego por aspersión estará ubicada en el cantón El Carmen, Vía Pedernales Km 3 del Sector Santa Rosa de Chila. Este lugar es el más adecuado ya que se encuentra la suficiente disponibilidad del recurso hídrico (Río Chila, tigre) y además de las características físicas del suelo.

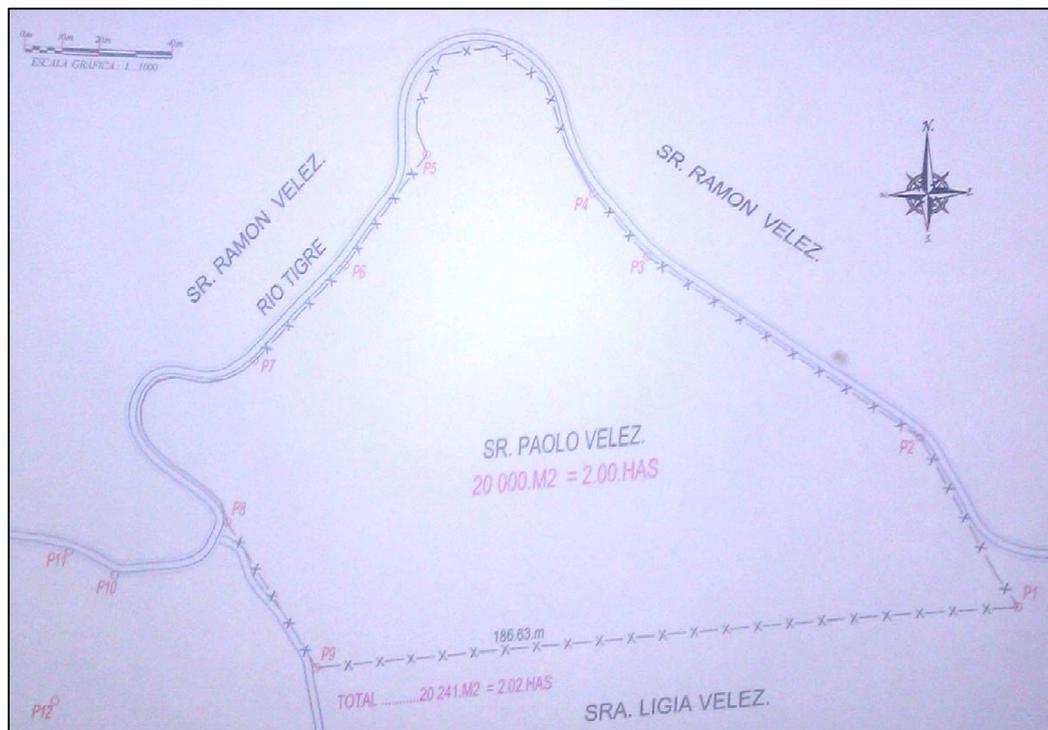


Ilustración 3 Localización Micro del Sistema de Riego

Para determinar el caudal del Río Tigre se utilizó el método del flotador que consiste en medir 4.5 m a lo largo y en qué tiempo el flotador llegara al final al punto de llegada. Este procedimiento se lo repitió por dos ocasiones y se estima el tiempo; luego se mide el ancho del río y la profundidad en 6 puntos diferentes (25, 32, 40, 25, 20 y 18 cm).

Para obtener el resultado se toma en consideración los siguientes datos:

Longitud del río: 4.5m

Tiempo promedio del flotador: 52.5 segundos

Profundidad Total: 26.66 cm

Ancho: 3 m

$$A = 0.02666 \text{ m} * 3 \text{ m}$$

$$A = 0.7998 \text{ m}^2$$

$$V = \frac{4.5 \text{ m}}{52.5 \text{ s}}$$

$$V = 0.09 \text{ m/s}$$

$$Q = V * A$$

$$Q = 0.09 \frac{\text{m}}{\text{s}} * 0.7998 \text{ m}^2$$

$$Q = 0.071982 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} * \frac{1000 \text{ lts}}{1 \text{ m}^3}$$

$$Q = 71.98 \frac{\text{lts}}{\text{s}} * 0.08 \text{ (coeficiente del suelo rocoso)}$$

$$Q = 57.59 \frac{\text{lts}}{\text{s}}$$

3.3.2.1 CUADRO DE PONDERACIÓN DE LA LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DEL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN.

Factor	Peso
Disponibilidad del Recurso Hídrico	0,40
Vías de Acceso	0,15
Características del Suelo	0,20
Acceso al combustible	0.15
Mano de Obra	0,10

Tabla 2 Cuadro de Ponderación

3.3.2.2 ANÁLISIS DEL CUADRO DE PONDERACIÓN

La mano de obra tiene una ponderación baja debido a que el sistema por aspersión no requiere de mano de obra calificada a diferencia que el recurso Hídrico tiene mayor ponderación puesto que el sistema por aspersión es más eficiente cuando existe el recurso hídrico óptimo.

3.3.2.3 VALORACIÓN DE LA LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DEL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN.

▪ Disponibilidad del Recurso Hídrico

Factor	Peso	Calificación		Cal. Ponderada	
		3 Hectáreas	6 Hectáreas	3 Hectáreas	6 Hectáreas
1	0,40	10	8	4,00	3,20
2	0,15	10	10	1,50	1,50
3	0,20	10	9	2,00	1,80
4	0,15	10	8	1,50	1,20
5	0,10	10	10	1,00	1,00
	1,00			10,00	8,70

Con respecto al recurso hídrico se encuentra en gran cantidad puesto que el río Tigre se encuentra a pocos metros de donde se va a ubicar el sistema de riego por aspersión.

✓ **Vías de Acceso**

Para llegar a la propiedad del Sr. Vélez su principal vía de acceso se encuentra en buen estado lo que implica.

✓ **Características del Suelo**

Las características del suelo son las apropiadas para la instalación del sistema de riego por aspersión; puesto que este sistema necesita de un suelo con características firmes y que no esté en proceso de erosión.

✓ **Acceso al combustible**

Al estar cerca del cantón El Carmen el acceso al combustible es rápido y además hay que recalcar que el sistema de riego para su funcionamiento requerirá de diésel lo que implicara una reducción en el costo de operación.

✓ **Mano de Obra**

La instalación del sistema de riego por aspersión no requiere de una mano de obra calificada; lo que implicaría una reducción en el costo primo de operación del sistema de riego.

3.4 CAPACIDAD ÓPTIMA DEL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN.

Para determinar la capacidad óptima de la planta se considerará los siguientes cálculos que a continuación se detallan.

3.4.1 CÁLCULO PARA EL MÓDULO 1

- Datos del Aspersor:
- Diámetro de riego: 12m
- Velocidad normal: 1.4 gal/min

3.4.1.1 DISTRIBUCIÓN CUADRADA

- Longitud del terreno: 72m
- Ancho del terreno: 84m

3.4.1.2 ANCHO DEL TERRENO:

- $S = L * At$
- $S = 72m * 84m$
- $S = 6048m^2$

3.4.1.3 DETERMINACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN MÁXIMA (MM/H)

Se estima el cuadro N°2 "Textura del suelo. Franco arcilloso con cubierta vegetal.

$$P(\text{máx.}) = 5\text{mm/h}$$

3.4.1.4 DETERMINACIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL REFERENCIAL (ETP) (MM/DÍA)

De la tabla de ETP

Altura (msnm)	ETP (mm/día)
1500	4.5
2500	3.5

Extrapolando a 500 msnm

ETP= 8.76 (mm/ día)

3.4.1.5 DETERMINACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE CULTIVO (KE)

Se la obtiene de la tabla FAO

$$K_c=1$$

3.4.1.6 DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA DEL AGUA DEL CULTIVO

$$L_n = ETP * K_c$$

Donde:

- L_n : Lámina neta (mm/día)
- ETP: Evapotranspiración potencial referencial (mm/día)
- K_c = Coeficiente de cultivo promedio de las plantas

$$L_n = 8.76 \text{ mm/día} * 1 = 8.76 \text{ mm/día}$$

3.4.1.7 DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA BRUTA DEL MÓDULO

$$Lb = \frac{Ln * 100}{EFF}$$

Donde:

Lb: Lámina bruta

Ln: Lámina neta

Eff: Eficiencia del sistema (65%)

$$Lb = \frac{8.76 \frac{mm}{día} * 100}{65}$$

$$Lb = 13.48 \text{ mm/día}$$

3.4.1.8 DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE RIEGO

$$Mr = \frac{Lb * 10000}{86400}$$

$$Mr = \frac{13.48 * 10000}{86400}$$

$$Mr = 1.56 \text{ Litros /s Ha}$$

3.4.1.9 DETERMINACIÓN DEL CAUDAL TEÓRICO PARA EL MÓDULO 1

$$A = \frac{Q}{Mr}$$

Donde:

A: Área regable en (Ha)

Q: Caudal (Lts/s)

Mr: Módulo de riego (Lts / S Ha)

$$Q = A * Mr$$

$$A = Lt * At$$

$$A = 72 \text{ m} * 84 \text{ m}$$

$$A = 6048 \text{ m}^2 \text{ (1Ha = 10000 m}^2\text{)}$$

$$A = 0.6048 \text{ Ha}$$

$$Q = 0.6048 \text{ Ha} * 1.56 \text{ Lts/ s Ha}$$

$$Q = 0.94 \text{ Lts / s Ha}$$

Si tenemos un % del 20%

- $Qt = Q + 0.20 Q$

$$Qt = 0.94 \frac{\text{Lts}}{\text{s}} + 0.20 * 0.94 \frac{\text{Lts}}{\text{s}}$$

$$Qt = 1.128 \frac{\text{Lts}}{\text{s}} * \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ Lts}} * \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ hr}}$$

$$Qt = 4.0608 \text{ m}^3 / \text{ hr}$$

3.4.1.10 DETERMINACIÓN DEL CAUDAL TEÓRICO DEL ASPERSOR

$$P = \frac{Q}{D \text{ aspersor} * D \text{ línea}} * 1000$$

Donde:

Q: Caudal del aspersor (m³/hr)

D aspersor: Distancia del aspersor (m)

D línea: Distancia entre líneas (m)

P: Intensidad de precipitación (mm /hr)

- $Q = \frac{P * D \text{ aspersor} * D \text{ línea}}{1000}$

$$Q = \frac{5 \frac{mm}{h} * 12 m * 12m}{1000}$$

$$Q = 0.72 \text{ m}^3 / \text{hr}$$

3.4.1.11 DETERMINACIÓN DE LA LÁMINA DE AGUA ASPIRADAMENTE APROVECHABLE (LARA)

- $LARA = \text{Prof. Raíces} * AA * FARA$

Donde:

LARA: Lámina de agua aspiradamente aprovechable

Prof. Raíces: Profundidad de las raíces. Tabla AA: agua aprovechable (arcilloso 20%)

FARA: Fracción de agua rápidamente aprovechable

$$LARA = 1.05 * 20 * 0.65$$

$$LARA = 13.65 \text{ mm}$$

3.4.1.12 DETERMINACIÓN DEL INTERVALO MÁXIMO DE RIEGO IRMAX

$$IRMAX(\text{día}) = \frac{LARA \text{ (mm)}}{\text{Ln} \left(\frac{\text{mm}}{\text{día}} \right)}$$

$$IRMAX = \frac{13.65 \text{ mm}}{8.76 \text{ mm / día}}$$

$$IRMAX = 1.55 \text{ días}$$

3.4.1.13 DETERMINACIÓN DE LA DOTACIÓN NETA

- $D_n = LARA$

$$D_n = 13.56 \text{ mm}$$

3.4.1.14 DETERMINACIÓN DE LA DOTACIÓN BRUTA

$$D_b = \frac{IR_{max} * 100}{Eff_{ap}}$$

Donde:

D_b : Dotación bruta (mm)

D_n : Dotación neta (mm)

Eff_{ap} : Eficiencia de aplicación (65 – 75%) para riego por aspersión (85 – 90%) para riego por goteo

$$Db = \frac{1.55mm * 100}{70}$$

$$Db = 2.21 \text{ mm}$$

3.4.1.15 DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE RIEGO

$$Tr = \frac{Db}{P}$$

Donde:

Tr: Tiempo de riego (hr)

Db: Dotación bruta

P: Intensidad de precipitación (mm/hr)

$$Tr = \frac{2.21 \text{ mm}}{5 \text{ mm/hr}}$$

$$Tr = 0.442 \text{ hr}$$

3.4.1.16 DETERMINACIÓN DEL CAUDAL PRÁCTICO

Datos:

v= 200 lts.

t= 46 segundos

- $Q = \frac{v}{t}$

$$Q = \frac{200 \text{ Lts}}{46 \text{ segundos}} * \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ Lts}} * \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ hr}}$$

$$Q = 15.56 \text{ m}^3/\text{hr}$$

3.4.1.17 DETERMINACIÓN DEL CAUDAL PRÁCTICO DEL ASPERSOR EN CONDICIONES NORMALES

Datos:

$$\bar{V} = 1.4 \text{ gal/min}$$

$$T = 1 \text{ minuto}$$

$$Q = \frac{V}{t}$$

$$Q = \frac{1.4 \text{ gal/min}}{1 \text{ min}} * \frac{3.785 \text{ lit}}{1 \text{ gal}} * \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ lts}} * \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ hr}}$$

$$Q = 0.3179 \text{ m}^3/\text{hr}$$

3.4.1.18 DETERMINACIÓN DE LA VELOCIDAD TEÓRICO DE LA TUBERÍA PRIMARIA

Datos:

$$L = 60 \text{ m}$$

$$\bar{V} = \text{Velocidad (m/s)}$$

$$A = \text{Área m}^2$$

Diámetro total = 75 mm asumido

$$Q = 2.428 \text{ m}^3/\text{hr}$$

$$\text{Radio} = 3.14$$

$$\bullet \quad Q = \bar{V} * A$$

$$A = \frac{3.14}{4} D^2$$

$$A = \frac{3.14}{4} (0.075\text{m})^2$$

$$A = 0.004418 \text{ m}^2$$

- $\bar{V} = \frac{Q}{A}$

$$\bar{V} = \frac{2.428 \text{ m}^3/\text{hr}}{0.004418 \text{ m}^2} * \frac{1 \text{ hr}}{3600 \text{ s}}$$

$$\bar{V} = 0.1522 \text{ m/s}$$

3.4.1.19 DETERMINACIÓN PRÁCTICA DE LA TUBERÍA PRIMARIA

A = 75 mm (asumido) tubería

Qp = 15.56 m³/hr (E * P)

Con una potencia de 10 hp

- $\bar{V} = \frac{15.56 \text{ m}^3/\text{hr}}{0.004418 \text{ m}^2} * \frac{1 \text{ hr}}{3600 \text{ s}}$

$$\bar{V} = 0.978 \text{ m/s}$$

3.4.1.20 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE ASPERSORES EN EL MÓDULO Nº 1

Datos:

L. Primaria= 72m

Aspersor diámetro de riego= 12 m

3.4.1.21 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE RAMALES DE LA TUBERÍA PRIMARIA EN EL MÓDULO 1

$$\text{Número de ramales} = \frac{\text{Longitud de la tubería}}{\text{Diámetro del riego de aspersor a aspersor}}$$

$$\text{Número de ramales} = \frac{72 \text{ m}}{12 \text{ m}}$$

$$\text{Número de ramales} = 6$$

3.4.1.22 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE ASPERSORES EN EL PRIMER RAMAL – TUBERÍA SECUNDARIA.

$$L_t \text{ secundaria} = 36 \text{ m}$$

$$L. \text{ de alcance de riego} = LT + 0.33 LT$$

$$LR = 36 + 0.33 (36)$$

$$LR = 48 \text{ m}$$

$$\text{Diámetro de Riego de aspersor a aspersor} = 12 \text{ m}$$

$$\text{Número de aspersores} = \frac{LR}{\phi \text{ de riego}}$$

$$\text{Número de aspersores} = \frac{48}{12}$$

$$\text{Número de aspersores} = 4$$

3.4.1.23 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE ASPERSORES EN EL SEGUNDO RAMAL

$$LT = 48 \text{ m}$$

$$L \text{ de alcance de riego} = LT + 0.25 LT$$

$$LR = 48 + 0.25 (48)$$

$$LR = 60 \text{ m}$$

$$\text{Diámetro de Riego de aspersor a aspersor} = 12 \text{ m}$$

$$\text{Número de aspersores} = \frac{60}{12}$$

$$\text{Número de aspersores} = 5$$

3.4.1.24 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE ASPERSORES EN EL TERCER RAMAL

$$LT = 72 \text{ m}$$

$$L \text{ de alcance de riego} = LT + 0.166 LT$$

$$LR = 72 + 0.166 (72)$$

$$LR = 84 \text{ m}$$

$$\text{Diámetro de Riego de aspersor a aspersor} = 12 \text{ m}$$

$$\text{Número de aspersores} = \frac{84}{12}$$

$$\text{Número de aspersores} = 7$$

3.4.1.25 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE ASPERSORES EN EL CUARTO RAMAL

$$LT = 72 \text{ m}$$

$$L \text{ de alcance de riego} = LT + 0.166 LT$$

$$LR = 72 + 0.166 (72)$$

$$LR = 84 \text{ m}$$

$$\text{Diámetro de Riego de aspersor a aspersor} = 12 \text{ m}$$

$$\text{Número de aspersores} = \frac{84}{12}$$

$$\text{Número de aspersores} = 7$$

3.4.1.26 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE ASPERSORES EN EL QUINTO RAMAL

$$LT = 84 \text{ m}$$

$$L \text{ de alcance de riego} = LT + 0.166 LT$$

$$LR = 84 + 0.166 (84)$$

$$LR = 96 \text{ m}$$

$$\text{Diámetro de Riego de aspersor a aspersor} = 12 \text{ m}$$

$$\text{Número de aspersores} = \frac{96}{12}$$

$$\text{Número de aspersores} = 8$$

3.4.1.27 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE ASPERSORES EN EL SEXTO RAMAL

$$LT = 84 \text{ m}$$

$$L \text{ de alcance de riego} = LT + 0.166 LT$$

$$LR = 84 + 0.143 (84)$$

$$LR = 96 \text{ m}$$

$$\text{Número de aspersores} = \frac{96}{12}$$

$$\text{Número de aspersores} = 8$$

3.4.1.28 TOTAL DE ASPERSORES REQUERIDOS PARA EL PRIMER MÓDULO

- Total de aspersores = 4+5+7+7+8+8
- Total de aspersores= 39 aspersores en el primer módulo

3.4.1.29 DETERMINACIÓN DE LA POTENCIA DE LA BOMBA

Datos=

$$Q_t = 3.412 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Densidad H}_2\text{O (22}^\circ\text{C)} = 1000.4 \text{ Kg / m}^3$$

$$\text{Viscosidad H}_2\text{O (22}^\circ\text{C)} = 9.745 * 10^{-4} \text{ kg / m * s}$$

$$Q \text{ total} = Q \text{ teórico} + 0.2 Q \text{ teórica}$$

$$Q \text{ total} = 3.412 + 2 (3.412)$$

$$Q \text{ total} = 10.24 \text{ m}^3/\text{h}$$

Lo que implica que la cantidad de agua requerida = $m = Q * Densidad$

$$m = 10.24 \frac{m^3}{h} * 1000.4 \frac{kg}{m^3}$$

$$m = 10240.1 \text{ Kg/h}$$

3.4.1.30 DETERMINACIÓN DEL DIÁMETRO ECONÓMICO TEÓRICO DE LA TUBERÍA PRIMARIA

$$\Phi_i = 60 \text{ mm} = 6 \text{ cm}$$

3.4.1.31 DETERMINACIÓN DE LA VELOCIDAD PRÁCTICA DEL AGUA

Datos:

$$\text{Entrada de la bomba: } \bar{V}_e = 0.4 + 0.0181 \Phi_i$$

$$\text{Salida de la bomba: } \bar{V}_s = 1.22 + 0.0565 \Phi_i$$

$$\text{Entrada de la bomba: } \bar{V}_e = 0.4 + 0.0181 (6)$$

$$\bar{V}_e = 0.5086 \text{ m/s}$$

$$\text{Salida de la bomba: } \bar{V}_s = 1.22 + 0.0565 (6)$$

$$\bar{V}_s = 1.559 \text{ m/s}$$

3.4.1.32 DETERMINACIÓN DEL DIÁMETRO TEÓRICO DE LA TUBERÍA

3.4.1.32.1 DIÁMETRO DE LA ENTRADA DE LA BOMBA

$$\phi = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi V}}$$

$$\phi = \sqrt{\frac{4 * 10.24 \frac{m^3}{h} * \frac{1h}{3600 s}}{\pi * 0.5086 \frac{m}{s}}}$$

$$\phi = 0.08436 m = 84.36 mm$$

3.4.1.32.2 DIÁMETRO DE LA SALIDA DE LA BOMBA

$$\phi = \sqrt{\frac{4 * 10.24 \frac{m^3}{h} * \frac{1h}{3600 s}}{\pi * 1.559 \frac{m}{s}}}$$

$$\phi = 0.04819 m = 48.19 mm$$

Para el diseño práctico se utilizara el doble del diámetro teórico de la tubería de la salida de la bomba.

$$\phi s \text{ práctico} = 1.2 * 48.188 mm$$

$$\phi s \text{ práctico} = 57.83 mm$$

$$\phi \text{ comercial} = 75 mm$$

$$V \text{ práctica} = \frac{4 Q}{\pi \phi^2}$$

$$V \text{ práctica} = \frac{4 * 10.24 \frac{m^3}{h}}{\pi * 0.075m^2}$$

$$V \text{ práctica} = 2316.96 \frac{m}{h}$$

$$V \text{ práctica} = 0.1636 m/s$$

3.4.1.33 DETERMINACIÓN DEL NÚMEROS DE REYNOLDS

$$Re = \frac{\delta * \bar{V} * \phi}{\nu}$$

Donde:

Re: Número de Reynolds

δ : Densidad del fluido (Kg/m³)

\bar{V} : Velocidad media del fluido en m/s

ϕ : Diámetro de la tubería m

ν : Viscosidad del fluido kg/m * s

$$Re = \frac{\frac{1000.4kg}{m^3} * \frac{0.6436m}{s} * 0.075 m}{\frac{9.745 * 10^{-4}kg}{m * s}}$$

$$Re = 49552.91$$

De acuerdo al número de Reynolds el flujo es turbulento

Para codo de 90°

$$hf = \frac{k * V^2}{2g} * 12$$

$$hf = \frac{1.5 * \left(0.6436 \frac{m}{s}\right)^2}{2 * 9.81 \frac{m}{s^2}} * 12$$

$$hf = 0.38m$$

Para la válvula de compuerta

$$hf = \frac{k * V^2}{2g} * 2$$

$$hf = \frac{0.2 * \left(0.6436 \frac{m}{s}\right)^2}{2 * 9.81 \frac{m}{s^2}} * 2$$

$$hf = 8.44 * 10^{-3} m$$

Cantidad de fricción total en el módulo 1

$$ht = 1.7587 m + 1.06 m + 0.38 m + 8.44 * 10^{-3}$$

$$ht = 3.21 m$$

$$ht \text{ práctico} = ht + 5 h$$

$$ht \text{ práctico} = 3.21 + 5 (3.21)$$

$$ht \text{ práctico} = 19.26 m$$

3.4.1.34 DETERMINACIÓN DE LA CARGA HIDROSTÁTICA

Datos:

$$Z_1 = 0$$

$$P_1 = 1 \text{ atm} = 1.01325 \text{ bar}$$

$$P_2 = 2.7578 \text{ bar}$$

$$V_1 = 0$$

$$V_2 = 0.6436 \text{ m/s}$$

$$ht_f = 19.26 \text{ m}$$

$$Z_2 = 5 \text{ m}$$

$$\frac{P_1}{\delta} + Z_1 + \frac{V_1^2}{2g} + hp = \frac{P_2}{\delta} + Z_2 + \frac{V_2^2}{2g} + hf$$

$$hp = hf + Z_1 + \frac{V_2^2 - V_1^2}{2g} + \frac{P_2 - P_1}{\delta}$$

$$h_p = 19.26 \text{ m} + 5 \text{ m} + \frac{(0.6436 \text{ m/s})^2 - 0^2}{2 * 9.81 \text{ m/s}^2} + \frac{174455 \text{ kg}/(\text{m s})^2}{1000.4 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 9.81 \text{ m/s}^2}$$

$$h_p = 19.26 \text{ m} + 5 \text{ m} + 0.021 \text{ m} + 17.776 \text{ m}$$

$$h_p = 42.057 \text{ m}$$

3.4.1.35 DETERMINACIÓN DE LA PÉRDIDA POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA

Datos:

Lt= 468 m

Número de Te = 2

Número de codos = 12

Número de válvulas de paso = 2

Número de aspersores: 39

$$h_f = f * \frac{L}{D} * \frac{V^2}{2G}$$

De la gráfica de Moody se determinó el valor de f

$$\text{Rugosidad relativa} = \frac{E}{D}$$

$$Rr = \frac{0.000152 \text{ cm}}{7.5 \text{ cm}}$$

$$Rr = 2 * 10^{-5} = 0.00002$$

Lo que implica que f = 0.022

$$h_f = 0.022 * \frac{468 \text{ m}}{0.075 \text{ m}} * \frac{(0.06436 \text{ m/s})^2}{2 * 9.81 \text{ m/s}^2}$$

$$h_f = 2.8982 \text{ m}$$

3.4.1.36 DETERMINACIÓN DE LA PÉRDIDA POR FRICCIÓN EN LOS ACCESORIOS.

$$hf = \frac{K V^2}{2G} * 28$$

$$hf = \frac{1.8 * (0.06436 \text{ m/s})^2}{2 * 9.81 \text{ m/s}^2} * 28$$

$$hf = 1.06 \text{ m}$$

3.4.1.37 DETERMINACIÓN DE LA POTENCIA

$$P = hp * Q * \delta$$

$$P = 42.057 \text{ m} * 10.24 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} * 1000.4 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * \frac{Hp - Hr}{2.737 * 10^5 \text{ kg m}}$$

$$P = 1.5735 \text{ hp}$$

3.4.1.38 EFICIENCIA DE LA BOMBA

Eficiencia de la bomba 80%

$$Pt = \frac{P * 100}{E}$$

$$P = \frac{1.5735 * 100}{80\%}$$

$$P = 1.966 \text{ Hp}$$

$$P = 2 \text{ Hp}$$

3.4.1.39 POTENCIA DEL DISEÑO DE LA BOMBA

$$P \text{ diseño} = 2.5 Pt$$

$$P \text{ diseño} = 2.5 * (2Hp)$$

$$P \text{ diseño} = 5 \text{ Hp}$$

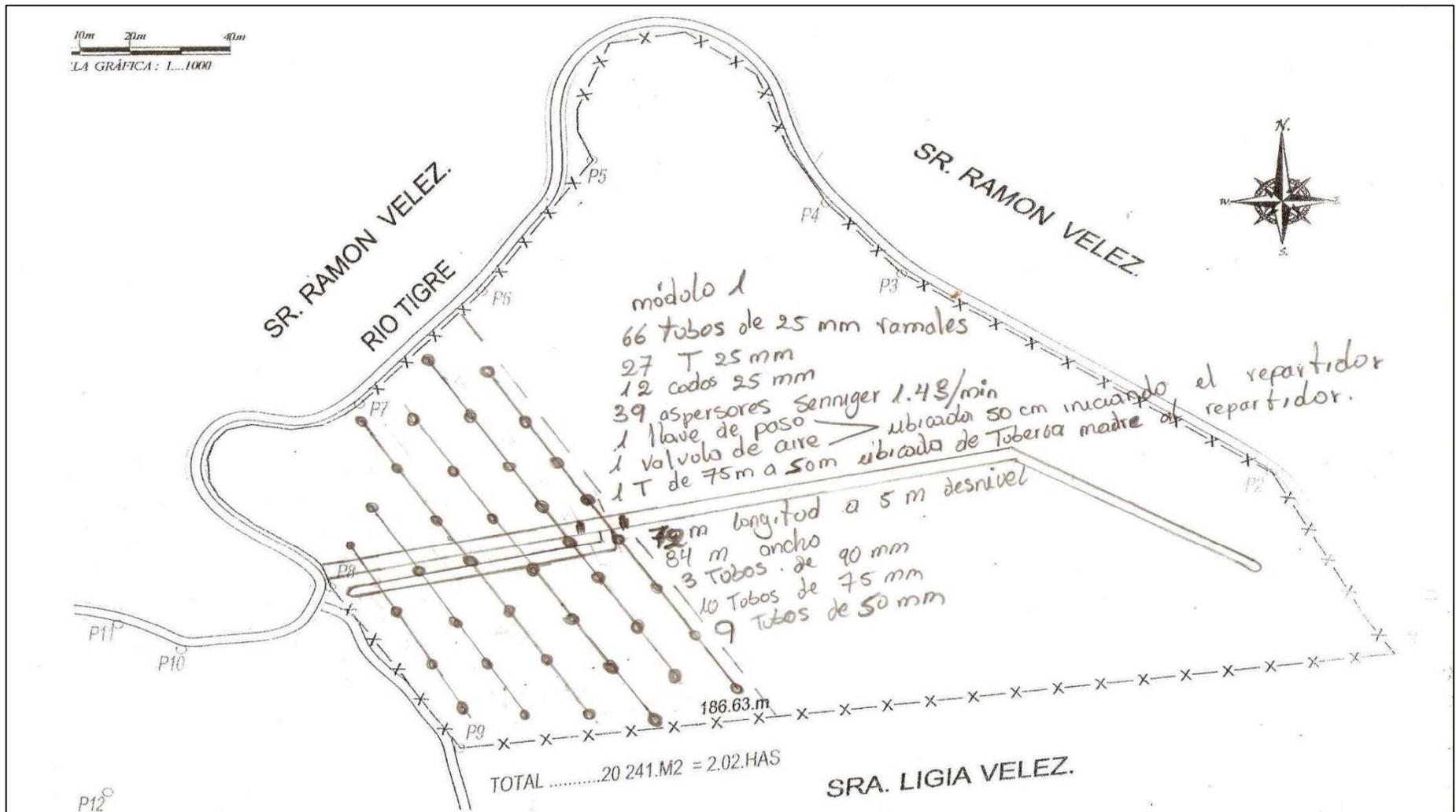


Ilustración 4 Módulo 1

3.4.2 CÁLCULO PARA EL MÓDULO 2

Datos del Aspersor:

Diámetro de riego: 12m

Velocidad normal: 1.4 gal/min

3.4.2.1 DISTRIBUCIÓN CUADRADA

- Longitud del terreno: 72m
- Ancho del terreno: 84m

3.4.2.2 ANCHO DEL TERRENO:

- $S = L * At$
 $S = 72m * 84m$
 $S = 6048m^2$

3.4.2.3 DETERMINACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN MÁXIMA (MM/H)

Se estima el cuadro N°2 "Textura del suelo. Franco arcilloso con cubierta vegetal.

$$P \text{ (máx.)} = 5\text{mm/h}$$

3.4.2.4 DETERMINACIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL REFERENCIAL (ETP) (MM/DÍA)

De la tabla de ETP

Altura (msnm)	ETP (mm/día)
1500	4.5
2500	3.5

Extrapolando a 500 msnm

ETP= 8.76 (mm/ día)

3.4.2.5 DETERMINACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE CULTIVO (KE)

Se la obtiene de la tabla FAO

$K_c=1$

3.4.2.6 DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA DEL AGUA DEL CULTIVO

$$L_n = ETP * K_c$$

Donde:

- L_n : Lámina neta (mm/día)
- ETP: Evapotranspiración potencial referencial (mm/día)
- K_c = Coeficiente de cultivo promedio de las plantas

$$L_n = 8.76 \text{ mm/día} * 1 = 8.76 \text{ mm/día}$$

3.4.2.7 DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA BRUTA DEL MÓDULO

$$Lb = \frac{Ln * 100}{EFF}$$

Donde:

Lb: Lámina bruta

Ln: Lámina neta

Eff: Eficiencia del sistema (65%)

$$Lb = \frac{8.76 \frac{mm}{día} * 100}{65}$$

$$Lb = 13.48 \text{ mm/día}$$

3.4.2.8 DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE RIEGO

$$Mr = \frac{Lb * 10000}{86400}$$

$$Mr = \frac{13.48 * 10000}{86400}$$

$$Mr = 1.56 \text{ Litros /s Ha}$$

3.4.2.9 DETERMINACIÓN DEL CAUDAL TEÓRICO PARA EL MÓDULO 2

$$A = \frac{Q}{Mr}$$

Donde:

A: Área regable en (Ha)

Q: Caudal (Lts/s)

Mr: Módulo de riego (Lts / S Ha)

$$Q = A * Mr$$

$$A = Lt * At$$

$$A = 72 \text{ m} * 84 \text{ m}$$

$$A = 6048 \text{ m}^2 \text{ (1Ha = 10000 m}^2\text{)}$$

$$A = 0.604 \text{ Ha}$$

$$Q = 0.604 \text{ Ha} * 1.56 \text{ Lts / s Ha}$$

$$Q = 0.94 \text{ Lts / s Ha}$$

Si tenemos un % del 20%

- $Q_t = Q + 0.20 Q$

$$Q_t = 0.94 \frac{\text{Lts}}{\text{s}} + 0.20 * 0.94 \frac{\text{Lts}}{\text{s}}$$

$$Q_t = 1.13 \frac{\text{Lts}}{\text{s}} * \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ Lts}} * \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ hr}}$$

$$Q_t = 4.07 \text{ m}^3 / \text{hr}$$

3.4.2.10 DETERMINACIÓN DEL CAUDAL TEÓRICO DEL ASPERSOR

$$P = \frac{Q}{D \text{ aspersor} * D \text{ línea}} * 1000$$

Donde:

Q: Caudal del aspersor (m³/hr)

D aspersor: Distancia del aspersor (m)

D línea: Distancia entre líneas (m)

P: Intensidad de precipitación (mm /hr)

- $$Q = \frac{P * D \text{ aspersor} * D \text{ linea}}{1000}$$
$$Q = \frac{5 \frac{mm}{h} * 12 m * 12m}{1000}$$

$$Q = 0.72 \text{ m}^3 / \text{hr}$$

3.4.2.11 DETERMINACIÓN DE LA LÁMINA DE AGUA RÁPIDAMENTE APROVECHABLE (LARA)

- $$LARA = \text{Prof. Raíces} * AA * FARA$$

Donde:

LARA: Lámina de agua aspiradamente aprovechable

Prof. Raíces: Profundidad de las raíces. Tabla AA: agua aprovechable (arcilloso 20%)

FARA: Fracción de agua rápidamente aprovechable

$$LARA = 1.05 * 20 * 0.65$$

$$LARA = 13.65 \text{ mm}$$

3.4.2.12 DETERMINACIÓN DEL INTERVALO MÁXIMO DE RIEGO IRMAX

$$IRMAX(\text{día}) = \frac{LARA (\text{mm})}{Ln \left(\frac{mm}{\text{día}} \right)}$$

$$IRMAX = \frac{13.65 \text{ mm}}{8.76 \text{ mm / día}}$$

$$IRMAX = 1.55 \text{ días}$$

3.4.2.13 DETERMINACIÓN DE LA DOTACIÓN NETA

- $D_n = \text{LARA}$

$$D_n = 13.65 \text{ mm}$$

3.4.2.14 DETERMINACIÓN DE LA DOTACIÓN BRUTA

$$D_b = \frac{IR_{max} * 100}{Eff_{ap}}$$

Donde:

D_b : Dotación bruta (mm)

D_n : Dotación neta (mm)

Eff_{ap} : Eficiencia de aplicación (65 – 75%) para riego por aspersión (85

– 90%) para riego por goteo

$$D_b = \frac{1.55 \text{ mm} * 100}{70}$$

$$D_b = 2.21 \text{ mm}$$

3.4.2.15 DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE RIEGO

$$T_r = \frac{D_b}{P}$$

Donde:

T_r : Tiempo de riego (hr)

D_b : Dotación bruta

P : Intensidad de precipitación (mm/hr)

$$T_r = \frac{2.21 \text{ mm}}{5 \text{ mm/hr}}$$

$$T_r = 0.442 \text{ hr}$$

3.4.2.16 DETERMINACIÓN DEL CAUDAL PRÁCTICO

Datos:

v= 200 lts.

t= 46 segundos

- $Q = \frac{V}{t}$

$$Q = \frac{200 \text{ Lts}}{46 \text{ segundos}} * \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ Lts}} * \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ hr}}$$

$$Q = 15.56 \text{ m}^3/\text{hr}$$

3.4.2.17 DETERMINACIÓN DEL CAUDAL PRÁCTICO DEL ASPERSOR EN CONDICIONES NORMALES

Datos:

$\bar{V} = 1.4 \text{ gal}/\text{min}$

T = 1 minuto

$$Q = \frac{V}{t}$$

$$Q = \frac{1.4 \text{ gal} / \text{min}}{1 \text{ min}} * \frac{3.785 \text{ lit}}{1 \text{ gal}} * \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ lts}} * \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ hr}}$$

$$Q = 0.3179 \text{ m}^3/\text{hr}$$

3.4.2.18 DETERMINACIÓN DE LA VELOCIDAD TEÓRICA DE LA TUBERÍA PRIMARIA

Datos:

$$L = 60 \text{ m}$$

$$\bar{V} = \text{Velocidad (m/s)}$$

$$A = \text{Área m}^2$$

Diámetro total = 75 mm asumido tubería

$$Q = 2.428 \text{ m}^3/\text{hr}$$

$$\text{Radio} = 3.14$$

$$Q = \bar{V} * A$$

$$A = \frac{3.14}{4} D^2$$

$$A = \frac{3.14}{4} (0.075\text{m})^2$$

$$A = 0.004418\text{m}^2$$

$$\bar{V} = \frac{Q}{A}$$

$$\bar{V} = \frac{2.428 \text{ m}^3/\text{hr}}{0.004418 \text{ m}^2} * \frac{1 \text{ hr}}{3600 \text{ s}}$$

$$\bar{V} = 0.1522 \text{ m/s}$$

3.4.2.19 DETERMINACIÓN PRÁCTICA DE LA TUBERÍA PRIMARIA

A = 75 mm (asumido)

Qp = 15.56 m³/hr (E * P)

- $$\bar{V} = \frac{15.56 \text{ m}^3 / \text{hr}}{0.004418 \text{ m}^2} * \frac{1 \text{ hr}}{3600 \text{ s}}$$

$$\bar{V} = 0.978 \text{ m/s}$$

3.4.2.20 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE ASPERSORES EN EL MÓDULO Nº 2

Datos:

L. Primaria= 72m

Aspersor diámetro de riego= 12 m

3.4.2.21 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE RAMALES DE LA TUBERÍA PRIMARIA EN EL MÓDULO 2

$$\text{Número de ramales} = \frac{\text{Longitud de la tubería}}{\text{Diámetro del riego}}$$

$$\text{Número de ramales} = \frac{84 \text{ m}}{12 \text{ m}}$$

$$\text{Número de ramales} = 7$$

3.4.2.2 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE ASPERSORES EN EL PRIMER RAMAL – TUBERÍA SECUNDARIA.

Lt secundaria = 36 m

L. de alcance de riego = LT + 0.33 LT

LR = 36 + 0.33 (36)

LR = 48 m

$$\text{Número de aspersores} = \frac{LR}{\phi \text{ de riego}}$$

$$\text{Número de aspersores} = \frac{48}{12}$$

Número de aspersores = 4

3.4.2.23 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE ASPERSORES EN EL SEGUNDO RAMAL

LT = 48 m

L de alcance de riego = LT + 0.25 LT

LR= 48 + 0.25 (48)

LR = 60 m

$$\text{Número de aspersores} = \frac{60}{12}$$

Número de aspersores = 5

3.4.2.24 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE ASPERSORES EN EL TERCER RAMAL

$$LT = 60 \text{ m}$$

$$L \text{ de alcance de riego} = LT + 0.166 LT$$

$$LR = 60 + 0.166 (60)$$

$$LR = 70 \text{ m}$$

$$\text{Número de aspersores} = \frac{70}{12}$$

$$\text{Número de aspersores} = 6$$

3.4.2.25 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE ASPERSORES EN EL CUARTO RAMAL

$$LT = 84 \text{ m}$$

$$L \text{ de alcance de riego} = LT + 0.166 LT$$

$$LR = 84 + 0.166 (84)$$

$$LR = 98 \text{ m}$$

$$\text{Número de aspersores} = \frac{98}{12}$$

$$\text{Número de aspersores} = 8$$

3.4.2.26 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE ASPERSORES EN EL QUINTO RAMAL

$$LT = 60 \text{ m}$$

$$L \text{ de alcance de riego} = LT + 0.166 LT$$

$$LR = 60 + 0.166 (60)$$

$$LR = 70 \text{ m}$$

$$\text{Número de aspersores} = \frac{70}{12}$$

$$\text{Número de aspersores} = 6$$

3.4.2.27 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE ASPERSORES EN EL SEXTO RAMAL

$$LT = 48 \text{ m}$$

$$L \text{ de alcance de riego} = LT + 0.0.143 LT$$

$$LR = 48 + 0.143 (48)$$

$$LR = 55 \text{ m}$$

$$\text{Número de aspersores} = \frac{55}{12}$$

$$\text{Número de aspersores} = 5$$

3.4.2.28 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE ASPERSORES EN EL SEPTIMO RAMAL

$$LT = 24 \text{ m}$$

$$L \text{ de alcance de riego} = LT + 0.25 LT$$

$$LR = 24 + 0.25 (24)$$

$$LR = 30 \text{ m}$$

$$\text{Número de aspersores} = \frac{30}{12}$$

$$\text{Número de aspersores} = 3$$

3.4.2.29 TOTAL DE ASPERSORES REQUERIDOS PARA EL SEGUNDO MÓDULO

- Total de aspersores = 4+5+6+8+6+5+3
- Total de aspersores= 37. aspersores en el primer módulo

3.4.2.30 DETERMINACIÓN DE LA POTENCIA DE LA BOMBA

Datos=

$$Q_t = 3.412 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Densidad H}_2\text{O (22}^\circ\text{C)} = 1000.4 \text{ Kg / m}^3$$

$$\text{Viscosidad H}_2\text{O (22}^\circ\text{C)} = 9.745 * 10^{-4} \text{ kg / m * s}$$

$$Q \text{ total} = Q \text{ teórico} + 0.2 Q \text{ teórica}$$

$$Q \text{ total} = 3.412 + 2 (3.412)$$

$$Q \text{ total} = 10.24 \text{ m}^3/\text{h}$$

Lo que implica que la cantidad de agua requerida = $m = Q * \text{Densidad}$

$$m = 10.24 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} * 1000.4 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$m = 10240.1 \text{ Kg/h}$$

3.4.2.31 DETERMINACIÓN DEL DIÁMETRO ECONÓMICO TEÓRICO DE LA TUBERÍA PRIMARIA

$$\Phi_i = 60 \text{ mm} = 6 \text{ cm}$$

3.4.2.32 DETERMINACIÓN DE LA VELOCIDAD PRÁCTICA DEL AGUA

Datos:

$$\text{Entrada de la bomba: } \bar{V}_e = 0.4 + 0.0181 \Phi_i$$

$$\text{Salida de la bomba: } \bar{V}_s = 1.22 + 0.0565 \Phi_i$$

$$\text{Entrada de la bomba: } \bar{V}_e = 0.4 + 0.0181 (6)$$

$$\bar{V}_e = 0.5086 \text{ m/s}$$

$$\text{Salida de la bomba: } \bar{V}_s = 1.22 + 0.0565 (6)$$

$$\bar{V}_s = 1.559 \text{ m/s}$$

3.4.2.33 DETERMINACIÓN DEL DIÁMETRO TEÓRICO DE LA TUBERÍA

3.4.2.33.1 DIÁMETRO DE LA ENTRADA DE LA BOMBA

$$\phi = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi V}}$$

$$\phi = \sqrt{\frac{4 * 10.24 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} * \frac{1\text{h}}{3600 \text{ s}}}{\pi * 0.5086 \frac{\text{m}}{\text{s}}}}$$

$$\phi = 0.08436 \text{ m} = 84.36 \text{ mm}$$

3.4.2.33.2 DIÁMETRO DE LA SALIDA DE LA BOMBA

$$\phi = \sqrt{\frac{4 * 10.24 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} * \frac{1\text{h}}{3600 \text{ s}}}{\pi * 1.559 \frac{\text{m}}{\text{s}}}}$$

$$\phi = 0.04819 \text{ m} = 48.19 \text{ mm}$$

Para el diseño práctico se utilizara el doble del diámetro teórico de la tubería de la salida de la bomba.

$$\phi \text{ s práctico} = 1.2 * 48.188 \text{ mm}$$

$$\phi \text{ s práctico} = 57.83 \text{ mm}$$

$$\phi \text{ comercial} = 75 \text{ mm}$$

$$V \text{ práctica} = \frac{4 Q}{\pi \phi^2}$$

$$V \text{ práctica} = \frac{4 * 10.24 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}}{\pi * 0.075 \text{m}^2}$$

$$V \text{ práctica} = 2316.96 \frac{\text{m}}{\text{h}}$$

$$V \text{ práctica} = 0.1636 \text{ m/s}$$

3.4.2.34 DETERMINACIÓN DEL NÚMEROS DE REYNOLDS

$$Re = \frac{\delta * \bar{V} * \phi}{\nu}$$

Donde:

Re: Número de Reynolds

δ : Densidad del fluido (Kg/m^3)

\bar{V} : Velocidad media del fluido en m/s

ϕ : Diámetro de la tubería m

ν : Viscosidad del fluido $\text{kg/m} * \text{s}$

$$Re = \frac{\frac{1000.4 \text{kg}}{\text{m}^3} * \frac{0.6436 \text{m}}{\text{s}} * 0.075 \text{ m}}{\frac{9.745 * 10^{-4} \text{kg}}{\text{m} * \text{s}}}$$

$$Re = 49552.91$$

De acuerdo al número de Reynolds el flujo es turbulento

Para codo de 90°

$$hf = \frac{k * V^2}{2 g} * 12$$

$$hf = \frac{1.5 * \left(0.6436 \frac{m}{s}\right)^2}{2 * 9.81 \frac{m}{s^2}} * 12$$

$$hf = 0.38m$$

Para la válvula de compuerta

$$hf = \frac{k * V^2}{2 g} * 2$$

$$hf = \frac{0.2 * \left(0.6436 \frac{m}{s}\right)^2}{2 * 9.81 \frac{m}{s^2}} * 2$$

$$hf = 8.44 * 10^{-3}m$$

Cantidad de fricción total en el módulo 2

$$ht = 1.7587 m + 1.06 m + 0.38 m + 8.44 * 10^{-3}$$

$$ht = 3.21 m$$

$$ht \text{ práctico} = ht + 5 h$$

$$ht \text{ práctico} = 3.21 + 5 (3.21)$$

$$ht \text{ práctico} = 19.26 m$$

3.4.2.35 DETERMINACIÓN DE LA CARGA HIDROSTÁTICA

Datos:

$$Z_1 = 0$$

$$P_1 = 1 \text{ atm} = 1.01325 \text{ bar}$$

$$P_2 = 2.7578 \text{ bar}$$

$$V_1 = 0$$

$$V_2 = 0.6436 \text{ m/s}$$

$$h_{t_f} = 19.26 \text{ m}$$

$$Z_2 = 5 \text{ m}$$

$$\frac{P_1}{\delta} + Z_1 + \frac{V_1^2}{2g} + h_p = \frac{P_2}{\delta} + Z_2 + \frac{V_2^2}{2g} + h_f$$

$$h_p = h_f + Z_1 + \frac{V_2^2 - V_1^2}{2g} + \frac{P_2 - P_1}{\delta}$$

$$h_p = 19.26 \text{ m} + 5 \text{ m} + \frac{(0.6436 \text{ m/s})^2 - 0^2}{2 * 9.81 \text{ m/s}^2} + \frac{174455 \text{ kg}/(\text{m s})^2}{1000.4 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 9.81 \text{ m/s}^2}$$

$$h_p = 19.26 \text{ m} + 5 \text{ m} + 0.021 \text{ m} + 17.776 \text{ m}$$

$$h_p = 42.057 \text{ m}$$

3.4.2.36 DETERMINACIÓN DE LA PÉRDIDA POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA

Datos:

$$L_t = 432 \text{ m}$$

$$\text{Número de Te} = 24$$

$$\text{Número de codos} = 14$$

$$\text{Número de válvulas de paso} = 2$$

$$\text{Número de aspersores} = 37$$

$$h_f = f * \frac{L}{D} * \frac{V^2}{2G}$$

De la gráfica de Moody se determinó el valor de f

$$\text{Rugosidad relativa} = \frac{E}{D}$$

$$Rr = \frac{0.000152 \text{ cm}}{7.5 \text{ cm}}$$

$$Rr = 2 * 10^{-5} = 0.00002$$

Lo que implica que $f = 0.022$

$$hf = 0.022 * \frac{432 \text{ m}}{0.075 \text{ m}} * \frac{(0.06436 \text{ m/s})^2}{2 * 9.81 \text{ m/s}^2}$$

$$hf = 2.6753 \text{ m}$$

3.4.2.37 DETERMINACIÓN DE LA PÉRDIDA POR FRICCIÓN EN LOS ACCESORIOS.

$$hf = \frac{K V^2}{2G} * 28$$

$$hf = \frac{1.8 * (0.06436 \text{ m/s})^2}{2 * 9.81 \text{ m/s}^2} * 28$$

$$hf = 1.06 \text{ m}$$

3.4.2.38 DETERMINACIÓN DE LA POTENCIA

$$P = hp * Q * \delta$$

$$P = 42.057 \text{ m} * 10.24 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} * 1000.4 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * \frac{Hp - Hr}{2.737 * 10^5 \text{ kg m}}$$

$$P = 1.5735 \text{ hp}$$

3.4.2.39 EFICIENCIA DE LA BOMBA

Eficiencia de la bomba 80%

$$Pt = \frac{P * 100}{E}$$

$$P = \frac{1.5735 * 100}{80\%}$$

$$P = 1.966 \text{ Hp}$$

$$P = 2 \text{ Hp}$$

3.4.2.40 POTENCIA DEL DISEÑO DE LA BOMBA

$$P \text{ diseño} = 2.5 \text{ Pt}$$

$$P \text{ diseño} = 2.5 * (2\text{Hp})$$

$$P \text{ diseño} = 5 \text{ Hp}$$

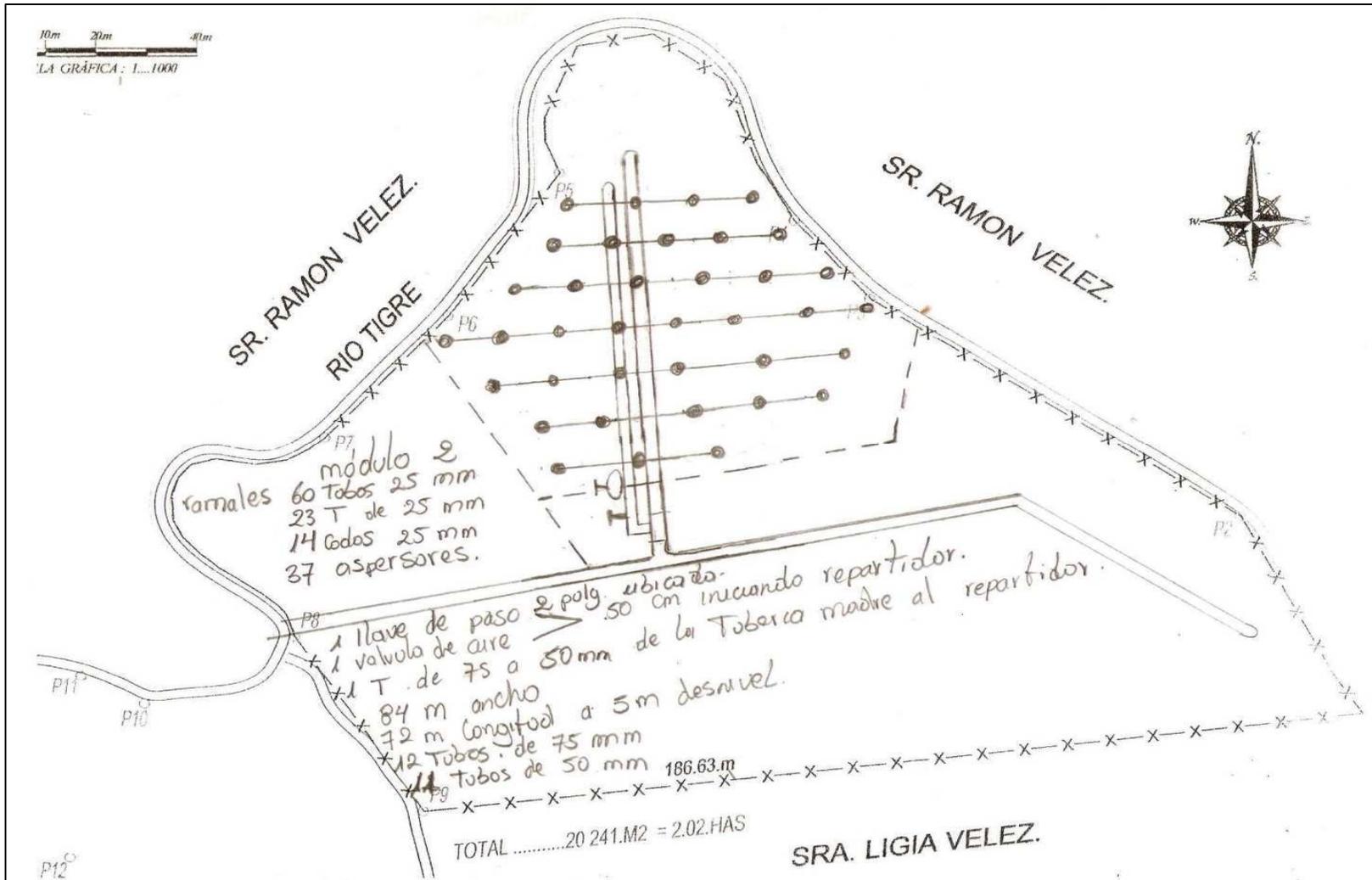


Ilustración 5 Módulo 2

3.4.3 CÁLCULO PARA EL MÓDULO 3

Datos del Aspersor:

Diámetro de riego: 12m

Velocidad normal: 1.4 gal/min

3.4.3.1 DISTRIBUCIÓN CUADRADA

- Longitud del terreno: 60m
- Ancho del terreno: 72m

3.4.3.2 ANCHO DEL TERRENO:

- $S = L * At$

$$S = 60m * 72m$$

$$S = 4320m^2$$

3.4.3.3 DETERMINACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN MÁXIMA (MM/H)

Se estima el cuadro N°2 "Textura del suelo. Franco arcilloso con cubierta vegetal.

$$P \text{ (máx.)} = 5\text{mm/h}$$

3.4.3.4 DETERMINACIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL REFERENCIAL (ETP) (MM/DÍA)

De la tabla de ETP

Altura (msnm)	ETP (mm/día)
1500	4.5
2500	3.5

Extrapolando a 500 msnm

ETP= 8.76 (mm/ día)

3.4.3.5 DETERMINACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE CULTIVO (Kc)

Se la obtiene de la tabla FAO

Kc=1

3.4.3.6 DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA DEL AGUA DEL CULTIVO

$$L_n = ETP * K_c$$

Donde:

- Ln: Lámina neta (mm/día)
- ETP: Evapotranspiración potencial referencial (mm/día)
- Kc= Coeficiente de cultivo promedio de las plantas

$$L_n = 8.76 \text{ mm/día} * 1 = 8.76 \text{ mm/día}$$

3.4.3.7 DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA BRUTA DEL MÓDULO

$$Lb = \frac{Ln * 100}{EFF}$$

Donde:

Lb: Lámina bruta

Ln: Lámina neta

Eff: Eficiencia del sistema (65%)

$$Lb = \frac{8.76 \frac{mm}{día} * 100}{65}$$

$$Lb = 13.48 \text{ mm/día}$$

3.4.3.8 DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE RIEGO

$$Mr = \frac{Lb * 10000}{86400}$$

$$Mr = \frac{13.48 * 10000}{86400}$$

$$Mr = 1.56 \text{ Litros /s Ha}$$

3.4.3.9 DETERMINACIÓN DEL CAUDAL TEÓRICO PARA EL MÓDULO 3

$$A = \frac{Q}{Mr}$$

Donde:

A: Área regable en (Ha)

Q: Caudal (Lts/s)

Mr: Módulo de riego (Lts / S Ha)

$$Q = A * Mr$$

$$A = Lt * At$$

$$A = 60 \text{ m} * 72 \text{ m}$$

$$A = 4320\text{m}^2 (1\text{Ha} = 10000 \text{ m}^2)$$

$$A = 0.432 \text{ Ha}$$

$$Q = 0.432 \text{ Ha} * 1.56 \text{ Lts / s Ha}$$

$$Q = 0.673 \text{ Lts / s Ha}$$

Si tenemos un % del 20%

- $Q_t = Q + 0.20 Q$

$$Q_t = 0.67 \frac{\text{Lts}}{\text{s}} + 0.20 * 0.67 \frac{\text{Lts}}{\text{s}}$$

$$Q_t = 0.58 \frac{\text{Lts}}{\text{s}} * \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ Lts}} * \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ hr}}$$

$$Q_t = 2.08 \text{ m}^3 / \text{hr}$$

3.4.3.10 DETERMINACIÓN DEL CAUDAL TEÓRICO DEL ASPERSOR

$$P = \frac{Q}{D \text{ aspersor} * D \text{ línea}} * 1000$$

Donde:

Q: Caudal del aspersor (m3/hr)

D aspersor: Distancia del aspersor (m)

D línea: Distancia entre líneas (m)

P: Intensidad de precipitación (mm /hr)

- $$Q = \frac{P * D \text{ aspersor} * D \text{ línea}}{1000}$$

$$Q = \frac{5 \frac{mm}{h} * 12 m * 12m}{1000}$$

$$Q = 0.72 \text{ m}^3 / \text{hr}$$

3.4.3.11 DETERMINACIÓN DE LA LÁMINA DE AGUA RÁPIDAMENTE

APROVECHABLE (LARA)

- $LARA = \text{Prof. Raíces} * AA * FARA$

Donde:

LARA: Lámina de agua aspiradamente aprovechable

Prof. Raíces: Profundidad de las raíces. Tabla AA: agua aprovechable (arcilloso 20%)

FARA: Fracción de agua rápidamente aprovechable

$$LARA = 1.05 * 20 * 0.65$$

$$LARA = 13.65 \text{ mm}$$

3.4.3.12 DETERMINACIÓN DEL INTERVALO MÁXIMO DE RIEGO IRMAX

$$IRMAX(\text{día}) = \frac{LARA (\text{mm})}{Ln \left(\frac{mm}{\text{día}} \right)}$$

$$IRMAX = \frac{13.65 \text{ mm}}{8.76 \text{ mm /día}}$$

$$IRMAX = 1.55 \text{ días}$$

3.4.3.13 DETERMINACIÓN DE LA DOTACIÓN NETA

- Dn = LARA

$$Dn = 13.65 \text{ mm}$$

3.4.3.14 DETERMINACIÓN DE LA DOTACIÓN BRUTA

$$Db = \frac{IRmax * 100}{Effap}$$

Donde:

Db: Dotación bruta (mm)

Dn: Dotación neta (mm)

Effap: Eficiencia de aplicación (65 – 75%) para riego por aspersión (85 – 90%) para riego por goteo

$$Db = \frac{1.55 \text{ mm} * 100}{70}$$

$$Db = 2.21 \text{ mm}$$

3.4.3.15 DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE RIEGO

$$Tr = \frac{Db}{P}$$

Donde:

Tr: Tiempo de riego (hr)

Db: Dotación bruta

P: Intensidad de precipitación (mm/hr)

$$Tr = \frac{2.21 \text{ mm}}{5 \text{ mm/hr}}$$

$$Tr = 0.442 \text{ hr}$$

3.4.3.16 DETERMINACIÓN DEL CAUDAL PRÁCTICO

Datos:

$$v = 200 \text{ lts.}$$

$$t = 46 \text{ segundos}$$

- $Q = \frac{v}{t}$

$$Q = \frac{200 \text{ Lts}}{46 \text{ segundos}} * \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ Lts}} * \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ hr}}$$

$$Q = 15.56 \text{ m}^3/\text{hr}$$

3.4.3.17 DETERMINACIÓN DEL CAUDAL PRÁCTICO DEL ASPERSOR EN CONDICIONES NORMALES

Datos:

$$\bar{V} = 1.4 \text{ gal/min}$$

$$T = 1 \text{ minuto}$$

$$Q = \frac{V}{t}$$

$$Q = \frac{1.4 \text{ gal /min}}{1 \text{ min}} * \frac{3.785 \text{ lit}}{1 \text{ gal}} * \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ lts}} * \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ hr}}$$

$$Q = 0.3179 \text{ m}^3/\text{hr}$$

3.4.3.18 DETERMINACIÓN DE LA VELOCIDAD TEÓRICA DE LA TUBERÍA PRIMARIA

Datos:

$$L = 60 \text{ m}$$

$$\bar{V} = \text{Velocidad (m/s)}$$

$$A = \text{Área m}^2$$

Diámetro total = 75 mm asumido tubería

$$Q = 2.428 \text{ m}^3/\text{hr}$$

$$\text{Radio} = 3.14$$

$$Q = \bar{V} * A$$

$$A = \frac{3.14}{4} D^2$$

$$A = \frac{3.14}{4} (0.075\text{m})^2$$

$$A = 0.004418\text{m}^2$$

$$\bar{V} = \frac{Q}{A}$$

$$\bar{V} = \frac{2.428 \text{ m}^3/\text{hr}}{0.004418 \text{ m}^2} * \frac{1 \text{ hr}}{3600 \text{ s}}$$

$$\bar{V} = 0.1522 \text{ m/s}$$

3.4.3.19 DETERMINACIÓN PRÁCTICA DE LA TUBERÍA PRIMARIA

A = 75 mm (asumido)

Qp = 15.56 m³/hr (E * P)

$$\bar{V} = \frac{15.56 \text{ m}^3 / \text{hr}}{0.004418 \text{ m}^2} * \frac{1 \text{ hr}}{3600 \text{ s}}$$

$$\bar{V} = 0.978 \text{ m/s}$$

3.4.3.20 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE ASPERSORES EN EL MÓDULO Nº 3

Datos:

L. Primaria= 72m

Aspersor diámetro de riego= 12 m

3.4.3.21 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE RAMALES DE LA TUBERÍA PRIMARIA EN EL MÓDULO 3

$$\text{Número de ramales} = \frac{\text{Longitud de la tubería}}{\text{Diámetro del riego}}$$

$$\text{Número de ramales} = \frac{60 \text{ m}}{12 \text{ m}}$$

$$\text{Número de ramales} = 5$$

3.4.3.22 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE ASPERSORES EN EL PRIMER RAMAL – TUBERÍA SECUNDARIA.

Lt secundaria = 60 m

L. de alcance de riego = LT + 0.25 LT

$$LR = 60 + 0.25 (60)$$

$$LR = 75 \text{ m}$$

$$\text{Número de aspersores} = \frac{LR}{\phi \text{ de riego}}$$

$$\text{Número de aspersores} = \frac{75}{12}$$

$$\text{Número de aspersores} = 6$$

3.4.3.23 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE ASPERSORES EN EL SEGUNDO RAMAL

$$LT = 48 \text{ m}$$

$$L \text{ de alcance de riego} = LT + 0.25 LT$$

$$LR = 48 + 0.25 (48)$$

$$LR = 60 \text{ m}$$

$$\text{Número de aspersores} = \frac{60}{12}$$

$$\text{Número de aspersores} = 5$$

3.4.3.24 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE ASPERSORES EN EL TERCER RAMAL

$$LT = 48 \text{ m}$$

$$L \text{ de alcance de riego} = LT + 0.166 LT$$

$$LR = 48 + 0.166 (48)$$

$$LR = 56 \text{ m}$$

$$\text{Número de aspersores} = \frac{56}{12}$$

$$\text{Número de aspersores} = 5$$

3.4.3.25 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE ASPERSORES EN EL CUARTO RAMAL

$$LT = 72 \text{ m}$$

$$L \text{ de alcance de riego} = LT + 0.166 LT$$

$$LR = 72 + 0.166 (72)$$

$$LR = 84 \text{ m}$$

$$\text{Número de aspersores} = \frac{84}{12}$$

$$\text{Número de aspersores} = 7$$

3.4.3.26 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE ASPERSORES EN EL QUINTO RAMAL

$$LT = 72 \text{ m}$$

$$L \text{ de alcance de riego} = LT + 0.166 LT$$

$$LR = 72 + 0.166 (72)$$

$$LR = 84 \text{ m}$$

$$\text{Número de aspersores} = \frac{84}{12}$$

$$\text{Número de aspersores} = 7$$

3.4.3.27 TOTAL DE ASPERSORES REQUERIDOS PARA EL TERCER MÓDULO

- Total de aspersores = 6+5+5+7+7
- Total de aspersores= 30 aspersores en el primer módulo

3.4.3.28 DETERMINACIÓN DE LA POTENCIA DE LA BOMBA

Datos=

$$Q_t = 3.412 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Densidad H}_2\text{O (22}^\circ\text{C)} = 1000.4 \text{ Kg / m}^3$$

$$\text{Viscosidad H}_2\text{O (22}^\circ\text{C)} = 9.745 \cdot 10^{-4} \text{ kg / m} \cdot \text{s}$$

$$Q \text{ total} = Q \text{ teórico} + 0.2 Q \text{ teórica}$$

$$Q \text{ total} = 3.412 + 2 (3.412)$$

$$Q \text{ total} = 10.24 \text{ m}^3/\text{h}$$

Lo que implica que la cantidad de agua requerida = $m = Q \cdot \text{Densidad}$

$$m = 10.24 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \cdot 1000.4 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$m = 10240.1 \text{ Kg/h}$$

3.4.3.29 DETERMINACIÓN DEL DIÁMETRO ECONÓMICO TEÓRICO DE LA TUBERÍA PRIMARIA

$$\Phi_i = 60 \text{ mm} = 6 \text{ cm}$$

3.4.3.30 DETERMINACIÓN DE LA VELOCIDAD PRÁCTICA DEL AGUA

Datos:

$$\text{Entrada de la bomba: } \bar{V}_e = 0.4 + 0.0181 \Phi_i$$

$$\text{Salida de la bomba: } \bar{V}_s = 1.22 + 0.0565 \Phi_i$$

$$\text{Entrada de la bomba: } \bar{V}_e = 0.4 + 0.0181 (6)$$

$$\bar{V}_e = 0.5086 \text{ m/s}$$

$$\text{Salida de la bomba: } \bar{V}_s = 1.22 + 0.0565 (6)$$

$$\bar{V}_s = 1.559 \text{ m/s}$$

3.4.3.31 DETERMINACIÓN DEL DIÁMETRO TEÓRICO DE LA TUBERÍA

3.4.3.31.1 DIÁMETRO DE LA ENTRADA DE LA BOMBA

$$\phi = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi V}}$$

$$\phi = \sqrt{\frac{4 * 10.24 \frac{m^3}{h} * \frac{1h}{3600 s}}{\pi * 0.5086 \frac{m}{s}}}$$

$$\phi = 0.08436 m = 84.36 mm$$

3.4.3.31.2 DIÁMETRO DE LA SALIDA DE LA BOMBA

$$\phi = \sqrt{\frac{4 * 10.24 \frac{m^3}{h} * \frac{1h}{3600 s}}{\pi * 1.559 \frac{m}{s}}}$$

$$\phi = 0.04819 m = 48.19 mm$$

Para el diseño práctico se utilizara el doble del diámetro teórico de la tubería de la salida de la bomba.

$$\phi s \text{ práctico} = 1.2 * 48.188 mm$$

$$\phi s \text{ práctico} = 57.83 mm$$

$$\phi \text{ comercial} = 75 mm$$

$$V \text{ práctica} = \frac{4 Q}{\pi \phi^2}$$

$$V \text{ práctica} = \frac{4 * 10.24 \frac{m^3}{h}}{\pi * 0.075 m^2}$$

$$V_{pr\acute{a}ctica} = 2316.96 \frac{m}{h}$$

$$V_{pr\acute{a}ctica} = 0.1636 \text{ m/s}$$

3.4.3.32 DETERMINACIÓN DEL NÚMEROS DE REYNOLDS

$$Re = \frac{\delta * \bar{V} * \phi}{\nu}$$

Donde:

Re: Número de Reynolds

δ : Densidad del fluido (Kg/m³)

\bar{V} : Velocidad media del fluido en m/s

ϕ : Diámetro de la tubería m

ν : Viscosidad del fluido kg/m * s

$$Re = \frac{\frac{1000.4 \text{ kg}}{\text{m}^3} * \frac{0.6436 \text{ m}}{\text{s}} * 0.075 \text{ m}}{\frac{9.745 * 10^{-4} \text{ kg}}{\text{m} * \text{s}}}$$

$$Re = 49552.91$$

De acuerdo al número de Reynolds el flujo es turbulento

Para codo de 90°

$$hf = \frac{k * V^2}{2g} * 12$$

$$hf = \frac{1.5 * \left(0.6436 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2}{2 * 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} * 12$$

$$hf = 0.38 \text{ m}$$

Para la válvula de compuerta

$$hf = \frac{k * V^2}{2 g} * 2$$

$$hf = \frac{0.2 * \left(0.6436 \frac{m}{s}\right)^2}{2 * 9.81 \frac{m}{s^2}} * 2$$

$$hf = 8.44 * 10^{-3} m$$

Cantidad de fricción total en el módulo 3

$$ht = 1.7587 m + 1.06 m + 0.38 m + 8.44 * 10^{-3}$$

$$ht = 3.21 m$$

$$ht \text{ práctico} = ht + 5 h$$

$$ht \text{ práctico} = 3.21 + 5 (3.21)$$

$$ht \text{ práctico} = 19.26 m$$

3.4.3.33 DETERMINACIÓN DE LA CARGA HIDROSTÁTICA

Datos:

$$Z_1 = 0$$

$$P_1 = 1 \text{ atm} = 1.01325 \text{ bar}$$

$$P_2 = 2.7578 \text{ bar}$$

$$V_1 = 0$$

$$V_2 = 0.6436 \text{ m/s}$$

$$ht_f = 19.26 \text{ m}$$

$$Z_2 = 5 \text{ m}$$

$$\frac{P_1}{\delta} + Z_1 + \frac{V_1^2}{2 g} + hp = \frac{P_2}{\delta} + Z_2 + \frac{V_2^2}{2 g} + hf$$

$$hp = hf + Z_1 + \frac{V_2^2 - V_1^2}{2 g} + \frac{P_2 - P_1}{\delta}$$

$$h_p = 19.26 \text{ m} + 5 \text{ m} + \frac{(0.6436 \text{ m/s})^2 - 0^2}{2 * 9.81 \text{ m/s}^2} + \frac{174455 \text{ kg}/(\text{m s})^2}{1000.4 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 9.81 \text{ m/s}^2}$$

$$h_p = 19.26 \text{ m} + 5 \text{ m} + 0.021 \text{ m} + 17.776 \text{ m}$$

$$h_p = 42.057 \text{ m}$$

3.4.3.34 DETERMINACIÓN DE LA PÉRDIDA POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA

Datos:

Lt= 360 m

Número de Te = 20

Número de codos = 10

Número de válvulas de paso = 2

Número de aspersores: 30

$$h_f = f * \frac{L}{D} * \frac{V^2}{2G}$$

De la gráfica de Moody se determinó el valor de f

$$\text{Rugosidad relativa} = \frac{E}{D}$$

$$Rr = \frac{0.000152 \text{ cm}}{7.5 \text{ cm}}$$

$$Rr = 2 * 10^{-5} = 0.00002$$

Lo que implica que f = 0.022

$$h_f = 0.022 * \frac{360 \text{ m}}{0.075 \text{ m}} * \frac{(0.06436 \text{ m/s})^2}{2 * 9.81 \text{ m/s}^2}$$

$$h_f = 2.2294 \text{ m}$$

3.4.3.35 DETERMINACIÓN DE LA PÉRDIDA POR FRICCIÓN EN LOS ACCESORIOS.

$$hf = \frac{K V^2}{2G} * 28$$

$$hf = \frac{1.8 * (0.06436 \text{ m/s})^2}{2 * 9.81 \text{ m/s}^2} * 28$$

$$hf = 1.06 \text{ m}$$

3.4.3.36 DETERMINACIÓN DE LA POTENCIA

$$P = hp * Q * \delta$$

$$P = 42.057 \text{ m} * 10.24 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} * 1000.4 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * \frac{Hp - Hr}{2.737 * 10^5 \text{ kg m}}$$

$$P = 1.5735 \text{ hp}$$

3.4.3.37 EFICIENCIA DE LA BOMBA

Eficiencia de la bomba 80%

$$Pt = \frac{P * 100}{E}$$

$$P = \frac{1.5735 * 100}{80\%}$$

$$P = 1.966 \text{ Hp}$$

$$P = 2 \text{ Hp}$$

3.4.3.38 POTENCIA DEL DISEÑO DE LA BOMBA

$$P \text{ diseño} = 2.5 Pt$$

$$P \text{ diseño} = 2.5 * (2Hp)$$

$$P \text{ diseño} = 5 \text{ Hp}$$

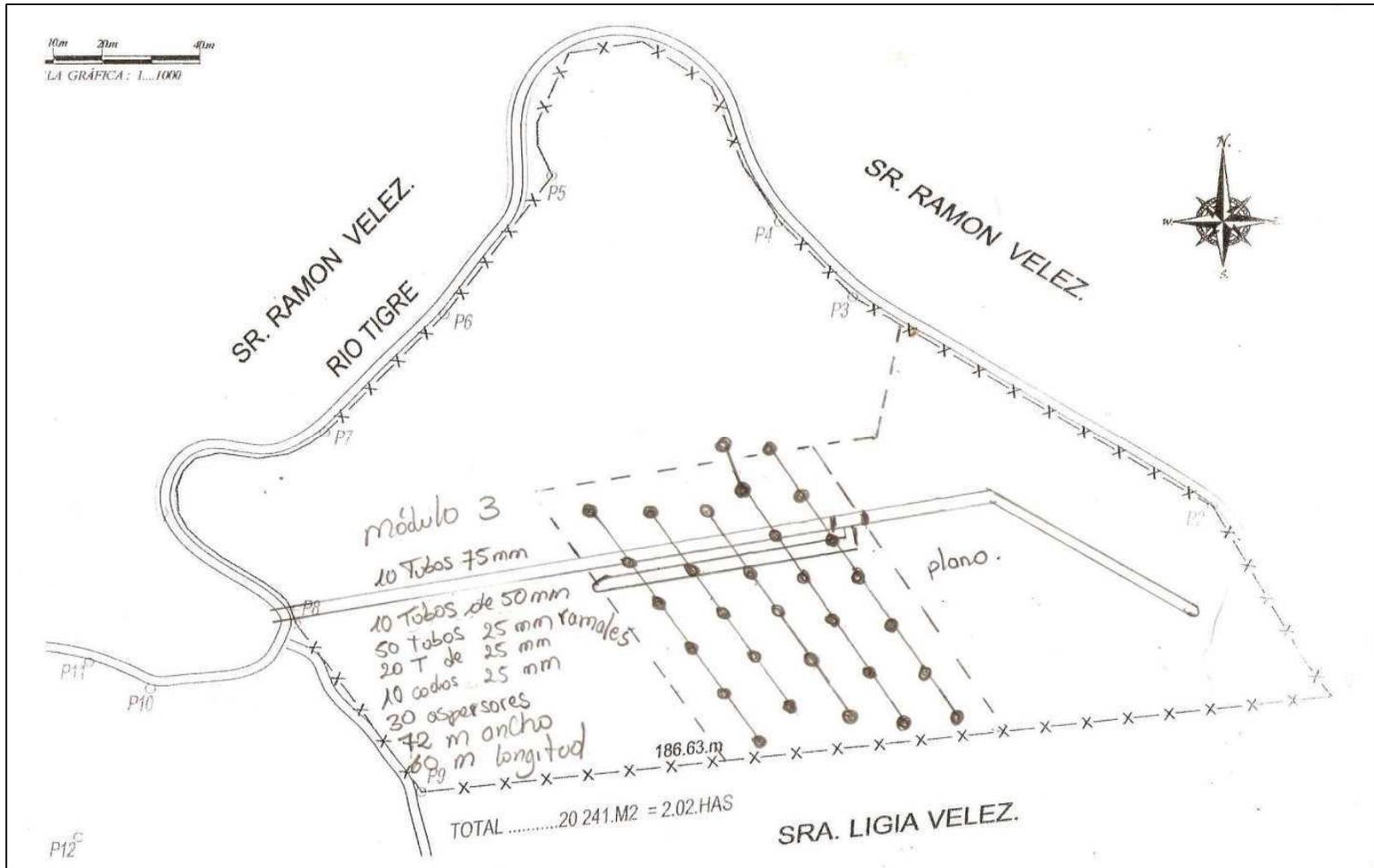


Ilustración 6 Módulo 3

3.4.4 CÁLCULO PARA EL MÓDULO 4

Datos del Aspersor:

Diámetro de riego: 12m

Velocidad normal: 1.4 gal/min

3.4.4.1 DISTRIBUCIÓN CUADRADA

- Longitud del terreno: 72m
- Ancho del terreno: 60m

3.4.4.2 ANCHO DEL TERRENO:

- $S = L * At$
 $S = 72m * 60m$
 $S = 4320m^2$

3.4.4.3 DETERMINACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN MÁXIMA (MM/H)

Se estima el cuadro N°2 "Textura del suelo. Franco arcilloso con cubierta vegetal.

$$P \text{ (máx.)} = 5\text{mm/h}$$

3.4.4.4 DETERMINACIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL REFERENCIAL (ETP) (MM/DÍA)

De la tabla de ETP

Altura (msnm)	ETP (mm/día)
1500	4.5
2500	3.5

Extrapolando a 500 msnm

ETP= 8.76 (mm/ día)

3.4.4.5 DETERMINACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE CULTIVO (KE)

Se la obtiene de la tabla FAO

$K_c=1$

3.4.4.6 DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA DEL AGUA DEL CULTIVO

$$L_n = ETP * K_c$$

Donde:

- L_n : Lámina neta (mm/día)
- ETP: Evapotranspiración potencial referencial (mm/día)
- K_c = Coeficiente de cultivo promedio de las plantas

$$L_n = 8.76 \text{ mm/día} * 1 = 8.76 \text{ mm/día}$$

3.4.4.7 DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA BRUTA DEL MÓDULO

$$L_b = \frac{L_n * 100}{EFF}$$

Donde:

Lb: Lámina bruta

Ln: Lámina neta

Eff: Eficiencia del sistema (65%)

$$Lb = \frac{8.76 \frac{mm}{día} * 100}{65}$$

$$Lb = 13.48 \text{ mm/día}$$

3.4.4.8 DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE RIEGO

$$Mr = \frac{Lb * 10000}{86400}$$

$$Mr = \frac{13.48 * 10000}{86400}$$

$$Mr = 1.56 \text{ Litros /s Ha}$$

3.4.4.9 DETERMINACIÓN DEL CAUDAL TEÓRICO PARA EL MÓDULO

$$A = \frac{Q}{Mr}$$

Donde:

A: Área regable en (Ha)

Q: Caudal (Lts/s)

Mr: Módulo de riego (Lts / S Ha)

$$Q = A * Mr$$

$$A = Lt * At$$

$$A = 72 \text{ m} * 60 \text{ m}$$

$$A = 4320 \text{ m}^2 \text{ (1Ha = 10000 m}^2\text{)}$$

$$A = 0.432 \text{ Ha}$$

$$Q = 0.432 \text{ Ha} * 1.56 \text{ Lts / s Ha}$$

$$Q = 0.673 \text{ Lts / s Ha}$$

Si tenemos un % del 20%

- $Q_t = Q + 0.20 Q$

$$Q_t = 0.67 \frac{\text{Lts}}{\text{s}} + 0.20 * 0.67 \frac{\text{Lts}}{\text{s}}$$

$$Q_t = 0.58 \frac{\text{Lts}}{\text{s}} * \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ Lts}} * \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ hr}}$$

$$Q_t = 2.08 \text{ m}^3 / \text{hr}$$

3.4.4.10 DETERMINACIÓN DEL CAUDAL TEÓRICO DEL ASPERSOR

$$P = \frac{Q}{D \text{ aspersor} * D \text{ línea}} * 1000$$

Donde:

Q: Caudal del aspersor (m³/hr)

D aspersor: Distancia del aspersor (m)

D línea: Distancia entre líneas (m)

P: Intensidad de precipitación (mm /hr)

- $Q = \frac{P * D \text{ aspersor} * D \text{ línea}}{1000}$

$$Q = \frac{5 \frac{mm}{h} * 12 m * 12m}{1000}$$

$$Q = 0.72 \text{ m}^3 / \text{hr}$$

3.4.4.11 DETERMINACIÓN DE LA LÁMINA DE AGUA RÁPIDAMENTE APROVECHABLE (LARA)

- $LARA = \text{Prof. Raíces} * AA * FARA$

Donde:

LARA: Lámina de agua aspiradamente aprovechable

Prof. Raíces: Profundidad de las raíces.

Tabla AA: agua aprovechable (arcilloso 20%)

FARA: Fracción de agua rápidamente aprovechable

$$LARA = 1.05 * 20 * 0.65$$

$$LARA = 13.65 \text{ mm}$$

3.4.4.12 DETERMINACIÓN DEL INTERVALO MÁXIMO DE RIEGO IRMAX

$$IRMAX(\text{día}) = \frac{LARA \text{ (mm)}}{\text{Ln} \left(\frac{\text{mm}}{\text{día}} \right)}$$

$$IRMAX = \frac{13.65 \text{ mm}}{8.76 \text{ mm / día}}$$

$$IRMAX = 1.55 \text{ días}$$

3.4.4.13 DETERMINACIÓN DE LA DOTACIÓN NETA

- $D_n = LARA$

$$D_n = 13.65 \text{ mm}$$

3.4.4.14 DETERMINACIÓN DE LA DOTACIÓN BRUTA

$$D_b = \frac{IR_{max} * 100}{Eff_{ap}}$$

Donde:

Db: Dotación bruta (mm)

Dn: Dotación neta (mm)

Effap: Eficiencia de aplicación (65 – 75%) para riego por aspersión (85 – 90%) para riego por goteo

$$Db = \frac{1.55 \text{ mm} * 100}{70}$$

$$Db = 2.21 \text{ mm}$$

3.4.4.15 DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE RIEGO

$$Tr = \frac{Db}{P}$$

Donde:

Tr: Tiempo de riego (hr)

Db: Dotación bruta

P: Intensidad de precipitación (mm/hr)

$$Tr = \frac{2.21 \text{ mm}}{5 \text{ mm/hr}}$$

$$Tr = 0.442 \text{ hr}$$

3.4.4.16 DETERMINACIÓN DEL CAUDAL PRÁCTICO

Datos:

v= 200 lts.

t= 46 segundos

- $Q = \frac{V}{t}$

$$Q = \frac{200 \text{ Lts}}{46 \text{ segundos}} * \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ Lts}} * \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ hr}}$$

$$Q = 15.56 \text{ m}^3/\text{hr}$$

3.4.4.17 DETERMINACIÓN DEL CAUDAL PRÁCTICO DEL ASPERSOR EN CONDICIONES NORMALES

Datos:

$$\bar{V} = 1.4 \text{ gal/min}$$

$$T = 1 \text{ minuto}$$

$$Q = \frac{V}{t}$$

$$Q = \frac{1.4 \text{ gal/min}}{1 \text{ min}} * \frac{3.785 \text{ lit}}{1 \text{ gal}} * \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ lts}} * \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ hr}}$$

$$Q = 0.3179 \text{ m}^3/\text{hr}$$

3.4.4.18 DETERMINACIÓN DE LA VELOCIDAD TEÓRICA DE LA TUBERÍA PRIMARIA

Datos:

$$L = 60 \text{ m}$$

$$\bar{V} = \text{Velocidad (m/s)}$$

$$A = \text{Área m}^2$$

Diámetro total = 75 mm asumido tubería

$$Q = 2.428 \text{ m}^3/\text{hr}$$

$$\text{Radio} = 3.14$$

$$Q = \bar{V} * A$$

$$A = \frac{3.14}{4} D^2$$

$$A = \frac{3.14}{4} (0.075m)^2$$

$$A = 0.004418m^2$$

$$\bar{V} = \frac{Q}{A}$$

$$\bar{V} = \frac{2.428 m^3/hr}{0.004418 m^2} * \frac{1 hr}{3600 s}$$

$$\bar{V} = 0.1522 m/s$$

3.4.4.19 DETERMINACIÓN PRÁCTICA DE LA TUBERÍA PRIMARIA

$$A = 75 \text{ mm (asumido)}$$

$$Q_p = 15.56 m^3/hr (E * P)$$

- $$\bar{V} = \frac{15.56 m^3/hr}{0.004418 m^2} * \frac{1 hr}{3600 s}$$

$$\bar{V} = 0.978 m/s$$

3.4.4.20 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE ASPERSORES EN EL MÓDULO N° 4

Datos:

L. Primaria= 72m

Aspersor diámetro de riego= 12 m

3.4.4.21 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE RAMALES DE LA TUBERÍA PRIMARIA EN EL MÓDULO 4

$$\text{Número de ramales} = \frac{\text{Longitud de la tubería}}{\text{Diámetro del riego}}$$

$$\text{Número de ramales} = \frac{72 \text{ m}}{12 \text{ m}}$$

$$\text{Número de ramales} = 6$$

3.4.4.22 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE ASPERSORES EN EL PRIMER RAMAL – TUBERÍA SECUNDARIA.

$$L_t \text{ secundaria} = 84 \text{ m}$$

$$L. \text{ de alcance de riego} = LT + 0.20 LT$$

$$LR = 84 + 0.20 (84)$$

$$LR = 101 \text{ m}$$

$$\text{Número de aspersores} = \frac{LR}{\phi \text{ de riego}}$$

$$\text{Número de aspersores} = \frac{101}{12}$$

$$\text{Número de aspersores} = 8$$

3.4.4.23 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE ASPERSORES EN EL SEGUNDO RAMAL

$$LT = 84 \text{ m}$$

$$L \text{ de alcance de riego} = LT + 0.20 LT$$

$$LR = 84 + 0.25 (84)$$

$$LR = 101 \text{ m}$$

$$\text{Número de aspersores} = \frac{101}{12}$$

$$\text{Número de aspersores} = 8$$

3.4.4.24 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE ASPERSORES EN EL TERCER RAMAL

$$LT = 72 \text{ m}$$

$$L \text{ de alcance de riego} = LT + 0.166 LT$$

$$LR = 72 + 0.166 (72)$$

$$LR = 84 \text{ m}$$

$$\text{Número de aspersores} = \frac{84}{12}$$

$$\text{Número de aspersores} = 7$$

3.4.4.25 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE ASPERSORES EN EL CUARTO RAMAL

$$LT = 60 \text{ m}$$

$$L \text{ de alcance de riego} = LT + 0.166 LT$$

$$LR = 60 + 0.166 (60)$$

$$LR = 70 \text{ m}$$

$$\text{Número de aspersores} = \frac{70}{12}$$

$$\text{Número de aspersores} = 6$$

3.4.4.26 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE ASPERSORES EN EL QUINTO RAMAL

$$LT = 48 \text{ m}$$

$$L \text{ de alcance de riego} = LT + 0.166 LT$$

$$LR = 48 + 0.166 (48)$$

$$LR = 56 \text{ m}$$

$$\text{Número de aspersores} = \frac{56}{12}$$

$$\text{Número de aspersores} = 5$$

3.4.4.27 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE ASPERSORES EN EL SEXTO RAMAL

$$LT = 12 \text{ m}$$

$$L \text{ de alcance de riego} = LT + 0.143 LT$$

$$LR = 12 + 0.143(12)$$

$$LR = 14 \text{ m}$$

$$\text{Número de aspersores} = \frac{14}{12}$$

$$\text{Número de aspersores} = 1$$

3.4.4.28 TOTAL DE ASPERSORES REQUERIDOS PARA EL CUARTO MÓDULO

- Total de aspersores = 8+8+7+6+5+1
- Total de aspersores= 35 aspersores en el primer módulo

3.4.4.29 DETERMINACIÓN DE LA POTENCIA DE LA BOMBA

Datos=

$$Q_t = 3.412 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Densidad H}_2\text{O (22}^\circ\text{C)} = 1000.4 \text{ Kg / m}^3$$

$$\text{Viscosidad H}_2\text{O (22}^\circ\text{C)} = 9.745 \cdot 10^{-4} \text{ kg / m} \cdot \text{s}$$

$$Q \text{ total} = Q \text{ teórico} + 0.2 Q \text{ teórica}$$

$$Q \text{ total} = 3.412 + 2 (3.412)$$

$$Q \text{ total} = 10.24 \text{ m}^3/\text{h}$$

Lo que implica que la cantidad de agua requerida = $m = Q \cdot \text{Densidad}$

$$m = 10.24 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \cdot 1000.4 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$m = 10240.1 \text{ Kg/h}$$

3.4.4.30 DETERMINACIÓN DEL DIÁMETRO ECONÓMICO TEÓRICO DE LA TUBERÍA PRIMARIA

$$\Phi_i = 60 \text{ mm} = 6 \text{ cm}$$

3.4.4.31 DETERMINACIÓN DE LA VELOCIDAD PRÁCTICA DEL AGUA

Datos:

$$\text{Entrada de la bomba: } \bar{V}_e = 0.4 + 0.0181 \Phi_i$$

$$\text{Salida de la bomba: } \bar{V}_s = 1.22 + 0.0565 \Phi_i$$

$$\text{Entrada de la bomba: } \bar{V}_e = 0.4 + 0.0181 (6)$$

$$\bar{V}_e = 0.5086 \text{ m/s}$$

$$\text{Salida de la bomba: } \bar{V}_s = 1.22 + 0.0565 (6)$$

$$\bar{V}_s = 1.559 \text{ m/s}$$

3.4.4.32 DETERMINACIÓN DEL DIÁMETRO TEÓRICO DE LA TUBERÍA

3.4.4.32.1 DIÁMETRO DE LA ENTRADA DE LA BOMBA

$$\phi = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi V}}$$

$$\phi = \sqrt{\frac{4 * 10.24 \frac{m^3}{h} * \frac{1h}{3600 s}}{\pi * 0.5086 \frac{m}{s}}}$$

$$\phi = 0.08436 m = 84.36 mm$$

3.4.4.32.2 DIÁMETRO DE LA SALIDA DE LA BOMBA

$$\phi = \sqrt{\frac{4 * 10.24 \frac{m^3}{h} * \frac{1h}{3600 s}}{\pi * 1.559 \frac{m}{s}}}$$

$$\phi = 0.04819 m = 48.19 mm$$

Para el diseño práctico se utilizara el doble del diámetro teórico de la tubería de la salida de la bomba.

$$\phi s \text{ práctico} = 1.2 * 48.188 mm$$

$$\phi s \text{ práctico} = 57.83 mm$$

$$\phi \text{ comercial} = 75 mm$$

$$V \text{ práctica} = \frac{4 Q}{\pi \phi^2}$$

$$V \text{ práctica} = \frac{4 * 10.24 \frac{m^3}{h}}{\pi * 0.075m^2}$$

$$V \text{ práctica} = 2316.96 \frac{m}{h}$$

$$V \text{ práctica} = 0.1636 m/s$$

3.4.4.33 DETERMINACIÓN DEL NÚMEROS DE REYNOLDS

$$Re = \frac{\delta * \bar{V} * \phi}{\nu}$$

Donde:

Re: Número de Reynolds

δ : Densidad del fluido (Kg/m³)

\bar{V} : Velocidad media del fluido en m/s

ϕ : Diámetro de la tubería m

ν : Viscosidad del fluido kg/m * s

$$Re = \frac{\frac{1000.4kg}{m^3} * \frac{0.6436m}{s} * 0.075 m}{\frac{9.745 * 10^{-4}kg}{m * s}}$$

$$Re = 49552.91$$

De acuerdo al número de Reynolds el flujo es turbulento

Para codo de 90°

$$hf = \frac{k * V^2}{2g} * 12$$

$$hf = \frac{1.5 * \left(0.6436 \frac{m}{s}\right)^2}{2 * 9.81 \frac{m}{s^2}} * 12$$

$$hf = 0.38m$$

Para la válvula de compuerta

$$hf = \frac{k * V^2}{2g} * 2$$

$$hf = \frac{0.2 * \left(0.6436 \frac{m}{s}\right)^2}{2 * 9.81 \frac{m}{s^2}} * 2$$

$$hf = 8.44 * 10^{-3} m$$

Cantidad de fricción total en el módulo 4

$$ht = 1.7587 m + 1.06 m + 0.38 m + 8.44 * 10^{-3}$$

$$ht = 3.21 m$$

$$ht \text{ práctico} = ht + 5 h$$

$$ht \text{ práctico} = 3.21 + 5 (3.21)$$

$$ht \text{ práctico} = 19.26 m$$

3.4.4.34 DETERMINACIÓN DE LA CARGA HIDROSTÁTICA

Datos:

$$Z_1 = 0$$

$$P_1 = 1 \text{ atm} = 1.01325 \text{ bar}$$

$$P_2 = 2.7578 \text{ bar}$$

$$V_1 = 0$$

$$V_2 = 0.6436 \text{ m/s}$$

$$ht_f = 19.26 \text{ m}$$

$$Z_2 = 5 \text{ m}$$

$$\frac{P_1}{\delta} + Z_1 + \frac{V_1^2}{2g} + hp = \frac{P_2}{\delta} + Z_2 + \frac{V_2^2}{2g} + hf$$

$$hp = hf + Z_1 + \frac{V_2^2 - V_1^2}{2g} + \frac{P_2 - P_1}{\delta}$$

$$hp = 19.26 m + 5m + \frac{(0.6436 m/s)^2 - 0^2}{2 * 9.81 m/s^2} + \frac{174455 kg/(m s)^2}{1000.4 \frac{kg}{m^3} * 9.81 m/s^2}$$

$$h_p = 19.26 \text{ m} + 5 \text{ m} + 0.021 \text{ m} + 17.776 \text{ m}$$

$$h_p = 42.057 \text{ m}$$

3.4.4.35 DETERMINACIÓN DE LA PÉRDIDA POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA

Datos:

Lt= 432 m

Número de Te = 23

Número de codos = 12

Número de válvulas de paso = 2

Número de aspersores: 35

$$h_f = f * \frac{L}{D} * \frac{V^2}{2G}$$

De la gráfica de Moody se determinó el valor de f

$$\text{Rugosidad relativa} = \frac{E}{D}$$

$$Rr = \frac{0.000152 \text{ cm}}{7.5 \text{ cm}}$$

$$Rr = 2 * 10^{-5} = 0.00002$$

Lo que implica que f = 0.022

$$h_f = 0.022 * \frac{432 \text{ m}}{0.075 \text{ m}} * \frac{(0.06436 \text{ m/s})^2}{2 * 9.81 \text{ m/s}^2}$$

$$h_f = 2.6753 \text{ m}$$

3.4.4.36 DETERMINACIÓN DE LA PÉRDIDA POR FRICCIÓN EN LOS ACCESORIOS.

$$h_f = \frac{K V^2}{2G} * 28$$

$$hf = \frac{1.8 * (0.06436 \text{ m/s})^2}{2 * 9.81 \text{ m/s}^2} * 28$$

$$hf = 1.06 \text{ m}$$

3.4.4.37 DETERMINACIÓN DE LA POTENCIA

$$P = hp * Q * \delta$$

$$P = 42.057 \text{ m} * 10.24 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} * 1000.4 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * \frac{Hp - Hr}{2.737 * 10^5 \text{ kg m}}$$

$$P = 1.5735 \text{ hp}$$

3.4.4.38 EFICIENCIA DE LA BOMBA

Eficiencia de la bomba 80%

$$Pt = \frac{P * 100}{E}$$

$$P = \frac{1.5735 * 100}{80\%}$$

$$P = 1.966 \text{ Hp}$$

$$P = 2 \text{ Hp}$$

3.4.4.39 POTENCIA DEL DISEÑO DE LA BOMBA

$$P \text{ diseño} = 2.5 Pt$$

$$P \text{ diseño} = 2.5 * (2Hp)$$

$$P \text{ diseño} = 5 \text{ Hp}$$

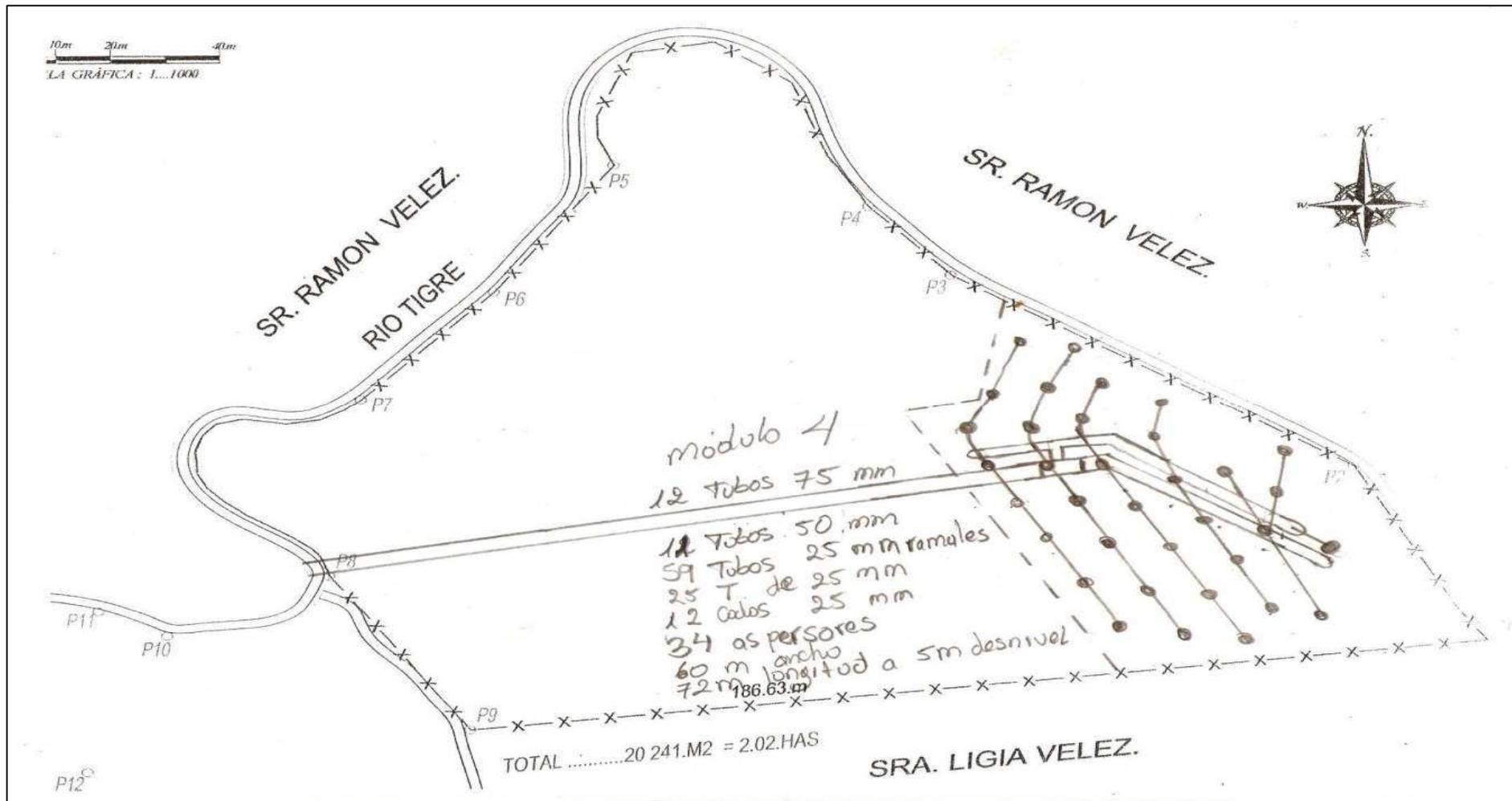


Ilustración 7 Módulo 4

3.5 DIAGRAMA DE PROCESO DEL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO.

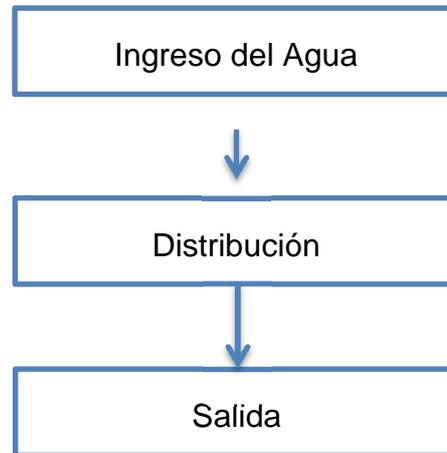


Ilustración 8 Diagrama del proceso de Funcionamiento del Sistema de Riego por Aspersión

3.6 MAQUINARIAS Y LOS EQUIPOS.

Para la implantación del sistema de riego por aspersión se utilizaran los siguientes equipos y accesorios para su correcto funcionamiento.

- Moto bomba
- Aspersores
 - Tubos para la distribución
- Manguera para la succión
- Acopladores (T, codos, reductores)
- Llaves de paso
- Válvulas (de paso, de aire)
- Tapas

3.6.1 DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LOS EQUIPOS Y MAQUINARIAS.

3.6.1.1 MOTOBOMBA

Se utilizara una motobomba marca JD. JIANG DONG con las siguientes especificaciones técnicas:



Ilustración 9 Motobomba JD JIANG DONG

Specifications	
Engine Model	JF30
Engine Type	4-stroke
Continuous operating hours(h)	1.8
Inlet and outlet inside diameter(mm)	25(1 inch)
Pump lift(m)	30
Suction height(m)	5
Output height(L/min)	100
Fuel tank capacity(L)	0.65
Dimensions(L*W*H)(mm)	450*280*335
Net weight(kg)	11

Tabla 3 Especificaciones Técnicas de la Bomba

Se escogió este tipo de equipo por cumplir con las características técnicas en función de donde va estar localizada y además para alargar su vida útil y su correcto funcionamiento

3.6.1.2 ASPERSORES

Se utilizarán aspersores de marca Senninger 2014 de 1.4 galones por minuto cubriendo un radio de 6 m con boquillas ajustables a la dirección a la que uno desea el chorro, para un mejor control y mayor eficiencia, concentrando el riego en la zona donde se desarrolla la mayor área radicular del plátano

Dentro de sus características se encuentran:

- Diseño de una sola boquilla, para máximo alcance
- Amplia gama de combinaciones de boquillas y venas para una excelente distribución a todas las presiones
- Llave hexagonal incorporada para fácil mantenimiento a campo.
- Rosca estándar de tubería de cojinete inferior: M de 1/2"
- Caudales: 1.34 a 3.98 gpm (304 a 904 L/hr)
- Garantía de dos años en materiales, mano de obra y desempeño
- Boquillas codificadas por color para fácil identificación de tamaño y con garantía de mantener el diámetro correcto de orificio por cinco años Es la opción rápida para cambiar del sistema tradicional ya instalados de riego por aspersión de círculo completo a un sistema de riego localizado.



Ilustración 10 Aspersor Senninger 2014

3.6.1.3 TUBOS DE DISTRIBUCIÓN

Se utilizarán tubos de plastigama de 90, 75, 63, 50 y 25 mm para la distribución en todo el terreno lo mismo que serán para el esqueleto del sistema de riego



Ilustración 11 Tubos de Plastigama con diámetros de 90, 75, 63, 50 y 25 mm

3.6.1.4 MANGUERA DE SUCCIÓN

La manguera de succión se la utilizara desde la fuente (río) a la bomba. Esta manguera posee un diámetro de 3 pulgadas



Ilustración 12 Manguera para la succión

3.6.1.5 ACCESORIOS DE PVC

Se necesitarán varios accesorios de diferente índole y tamaño (en forma de T, uniones, válvulas reductores y codos).



Ilustración 13 T de 90 x 75 mm



Ilustración 14 Reductores de 75 x 50 mm



Ilustración 15 Codo de 50 x 50 mm



Ilustración 16 Reductor enroscable 75 x 50 mm



Ilustración 17 Válvula de paso



Ilustración 18 Anillo de Presión



Ilustración 19 Acoplador de aluminio de 90 mm



Ilustración 20 Tapa modelo macho 1 ½ in



Ilustración 21 Pegamento Kalipega



Ilustración 22 Válvula de aire

3.7 MANTENIMIENTO PROGRAMADO.

El mantenimiento una vez implantado el sistema de riego por aspersión se lo realizara en dos secciones:

- En la bomba se utilizara el mantenimiento preventivo para alargar la vida útil del equipo; y,
- En el caso de las mangueras y los acopladores se utilizara el mantenimiento correctivo; ya que al estar sepultados se produce el deterioro del material lo que implica que hay que cambiarlos directamente.

3.7.1 INSPECCIÓN DE LOS EQUIPOS.

Para la inspección de los equipos se utilizara una ficha de inspección que se llevara a cabo semana o en cada quincena

3.7.2 INSPECCIÓN DE LAS INSTALACIONES (TUBERÍAS)

Con respecto a la inspección de las tuberías solo se realizara en la manguera de succión a través de la ficha de inspección.

3.7.3 PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El mantenimiento preventivo estará sujeto a una ficha de inspección pero solo se la utilizara en la Motobomba (Ver anexos)

3.7.4 PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO CORRECTIVO.

Para el mantenimiento correctivo se utilizara una ficha de inspección; pero solo se la utilizara en las tuberías secundarias y los acopladores

3.7.5 PLANO DE LA DISTRIBUCIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO EN LA PROPIEDAD DEL SR. VÉLEZ.

A continuación se establece los planos de distribución de los accesorios para el riego (ver ilustración 21) y el de los aspersores (ver ilustración 22)

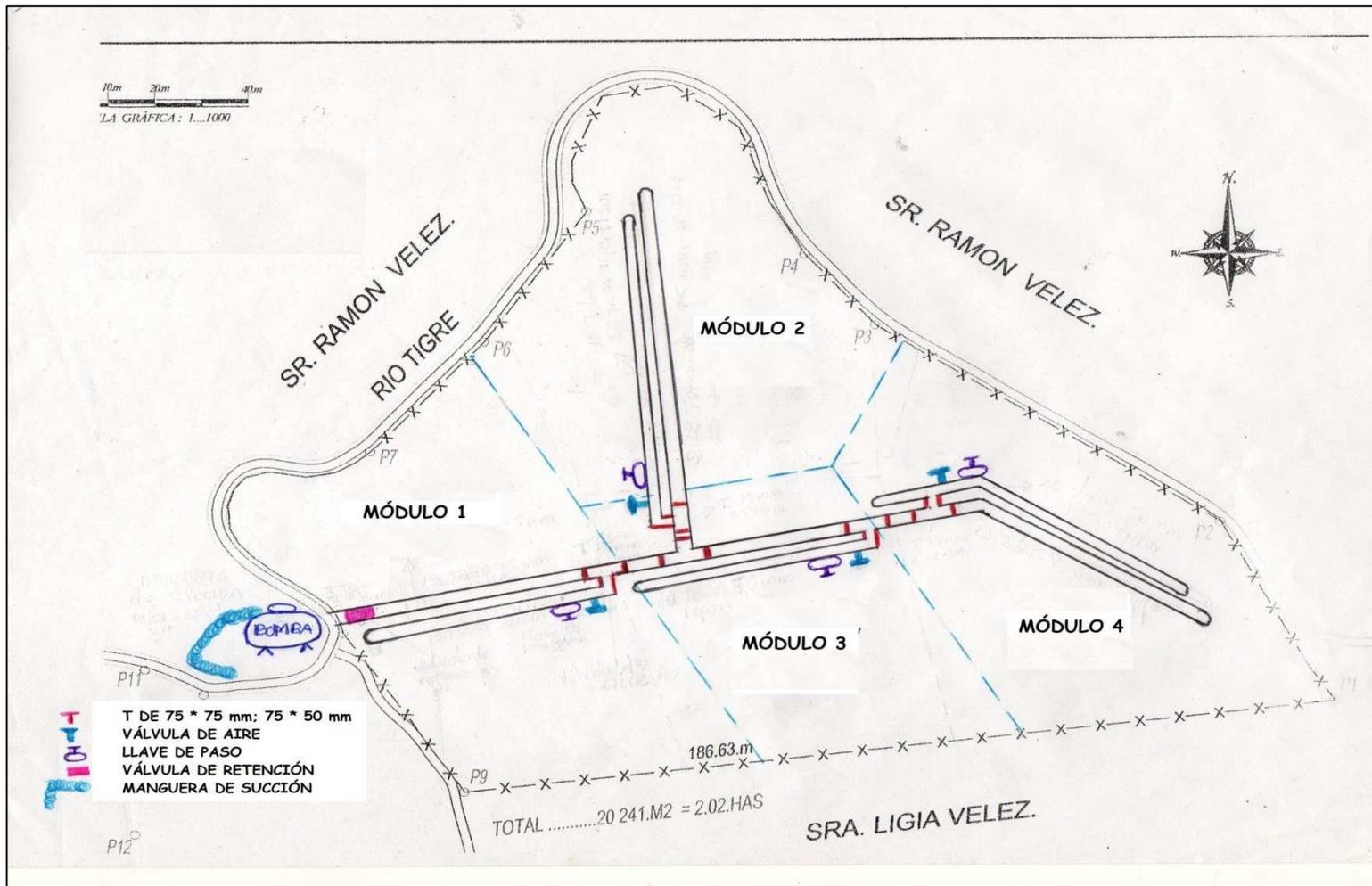


Ilustración 23 Plano de accesorios del riego por módulos

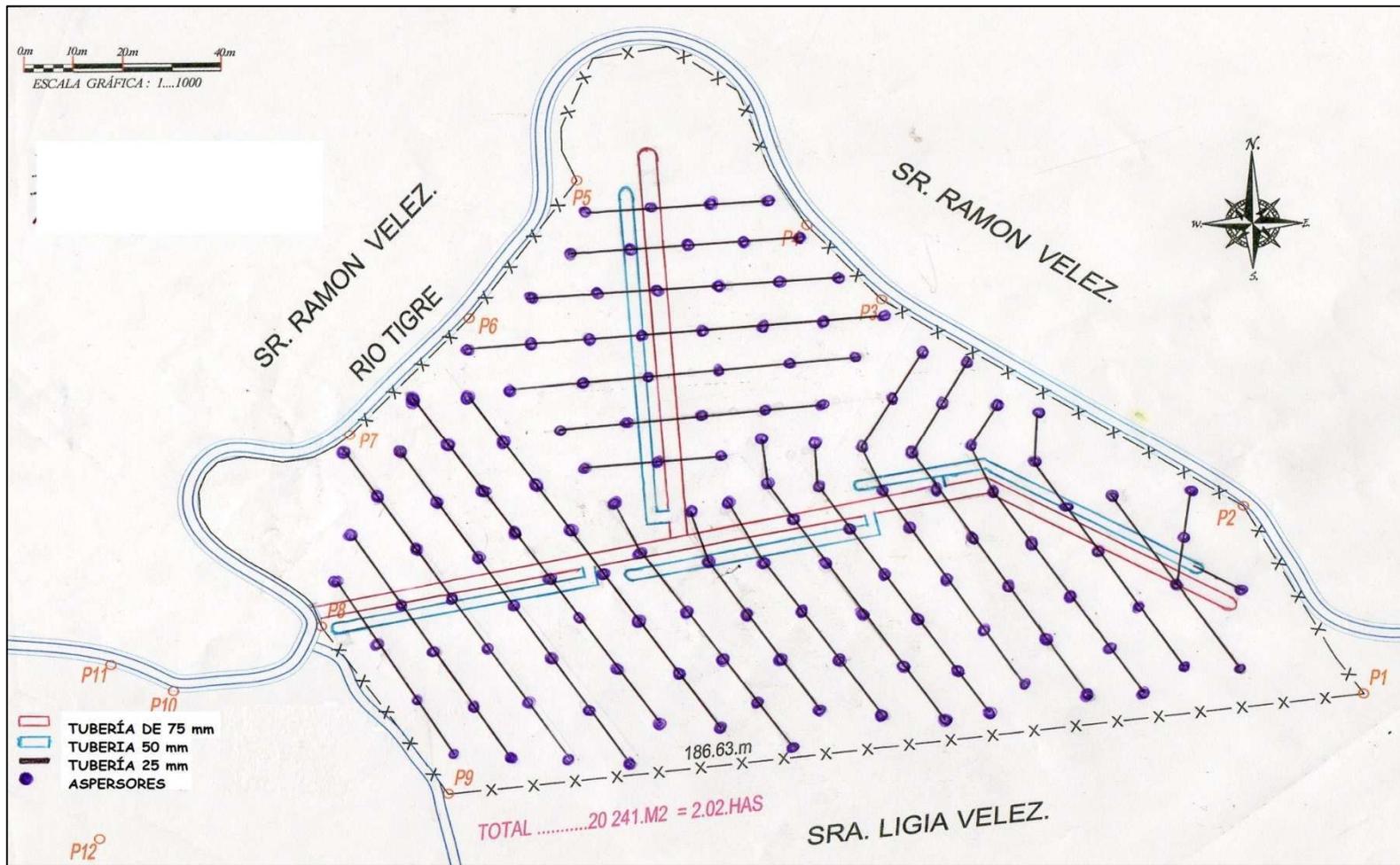


Ilustración 24 Plano de distribución de los aspersores

3.8 RESULTADOS DE PRODUCCIÓN DESPUÉS DE LA IMPLANTACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO

Con la implantación del sistema de riego se obtiene una mayor producción de plátano barraganete que a continuación se mostrara en la siguiente tabla.

Tabla 4 Producción de plátano barraganete con el sistema de aspersión implantado

PRODUCCIÓN DE PLÁTANO BARRAGANETE EN LA PROPIEDAD DEL SR. VÉLEZ (CON EL SISTEMA IMPLEMENTADO)								
NÚMERO DE HECTÁREAS	NÚMERO DE PLANTAS/HAS.	TOTAL DE PLANTAS	CAJAS POR HECTÁREA PROMEDIO SEMANAL	PRODUCCIÓN DE CAJAS SEMANALES	PRODUCCIÓN DE CAJAS CADA 15 DÍAS	PRODUCCIÓN DE CAJAS MENSUAL	PRODUCCIÓN DE CAJAS SEMESTRAL	PRODUCCIÓN DE CAJAS ANUAL
2	750	1500	20	40	80	160	960	1920

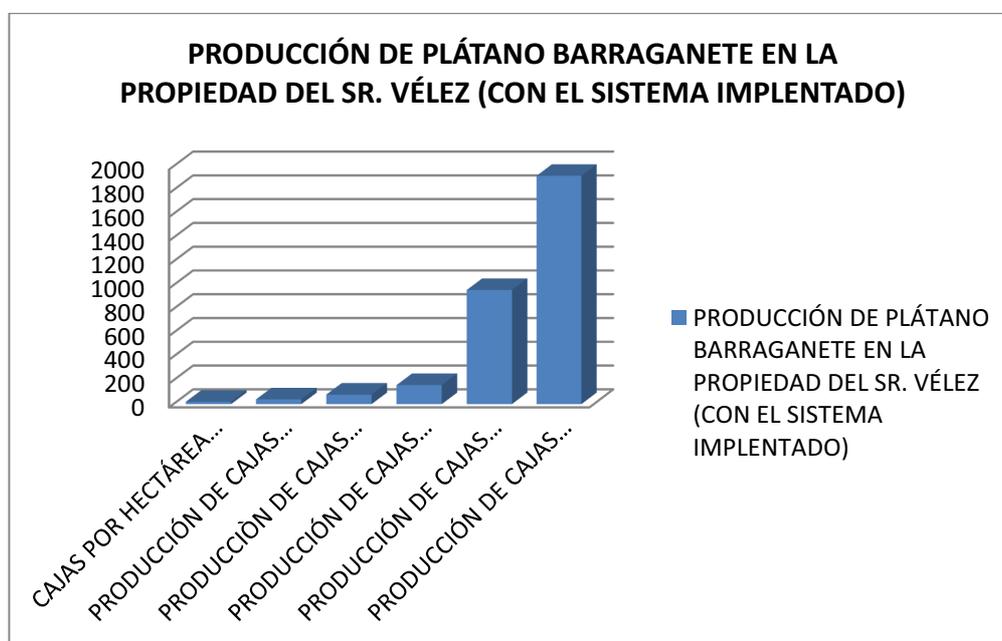


Ilustración 25 Estadística de la producción de plátano barraganete con el sistema de riego implantado

Análisis:

La representación gráfica muestra que con el sistema de riego por aspersión implantado existe un incremento en la producción de plátano por hectárea desde el punto de vista productivo semanal con 40 cajas, 80 cajas quincenalmente, 160 cajas mensualmente, 960 semestralmente y 1920 cajas en el año.

Cabe indicar que la siguiente tabla muestra la diferencia entre la producción de plátano antes y después de la implantación del sistema de riego por aspersión.

Tabla 5 Resumen de la producción de plátano antes y después de la implantación del sistema de riego por aspersión

	PRODUCCIÓN DE PLÁTANO BARRAGANETE EN LA PROPIEDAD DEL SR. VÉLEZ (ANTES DE LA IMPLANTACIÓN)								
	NÚMERO DE HECTÁREAS	NÚMERO DE PLANTAS/HAS.	TOTAL DE PLANTAS	CAJAS POR HECTÁREA PROMEDIO SEMANAL	PRODUCCIÓN DE CAJAS SEMANALES	PRODUCCIÓN DE CAJAS CADA 15 DÍAS	PRODUCCIÓN DE CAJAS MENSUAL	PRODUCCIÓN DE CAJAS SEMESTRAL	PRODUCCIÓN DE CAJAS ANUAL
ANTES DE LA IMPLANTACIÓN	2	750	1500	8	16	32	64	384	768
CON LA IMPLANTACIÓN	2	750	1500	20	40	80	160	960	1920

Análisis:

La presente tabla es un resumen de la producción de plátano barraganete antes y después de la implantación del sistema de riego por aspersión lo que indica:

A continuación se muestra una ilustración sobre el crecimiento porcentual entre la producción antes y después de la implantación del sistema de riego por aspersión

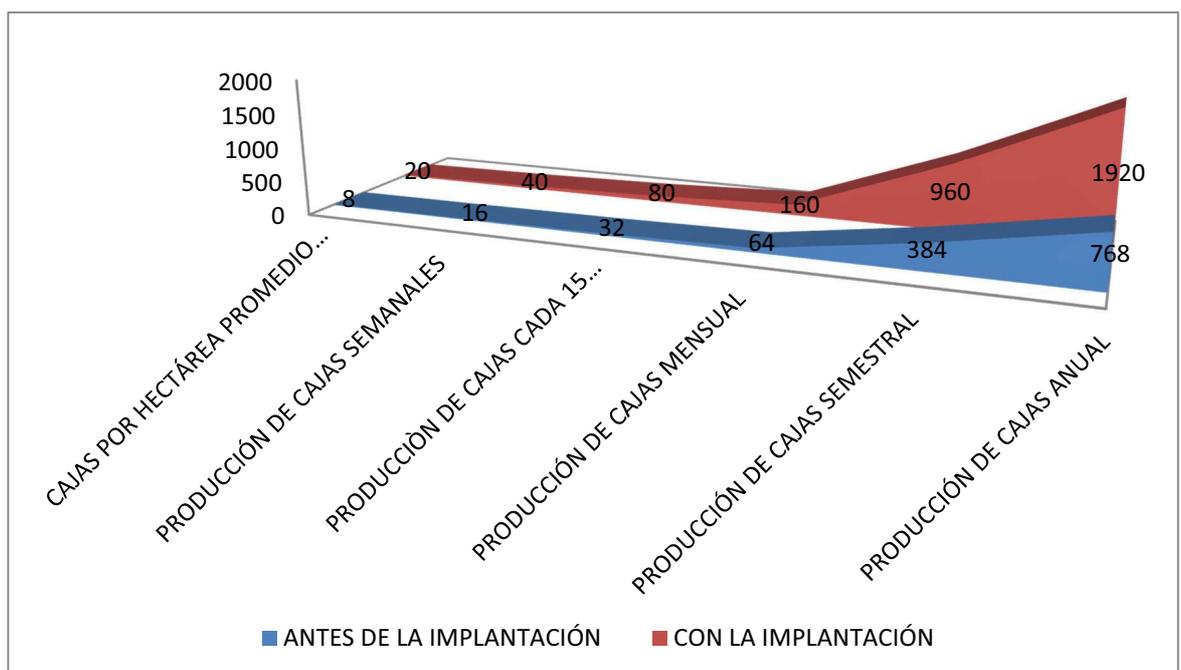


Ilustración 26 Resumen de la producción antes y después de la implantación del sistema de riego por aspersión

Que antes de la implantación solo se producían 16 cajas por hectárea de manera semanal; mientras que con el sistema implantado se producen en la actualidad 40 cajas promedio, lo que indica que existe un crecimiento del 100%.

CAPÍTULO IV

ESTUDIO ECONÓMICO

4.1 INTRODUCCIÓN

Al implantarse un sistema de riego por aspersión en la propiedad del señor Vélez, el principal resultado será el crecimiento en la producción de plátano barraganete principalmente en épocas de sequías. Época en el que por lo general no existe competencia puesto que no hay la materia prima disponible

La implantación del sistema de riego por aspersión incurrirá en los siguientes costos y gasto de operación que a continuación se detallan, luego se determinará a través de la herramienta financiera (RBC) si el proyecto es viable o no.

4.2 DESCRIPCIÓN DE LA INVERSIÓN

El valor de la inversión que se necesita para implantar el sistema de riego en la propiedad del Sr. Vélez asciende a 6340.18, valor que está sujeto entre la inversión fija y la diferida.

Tabla 6 Costo total de la inversión del proyecto de implantación del sistema de riego por aspersión.

CUADRO DE INVERSIÓN	VALOR
TOTAL DE INVERSIÓN FIJA	2.786,03
TOTAL DE INVERSIÓN DIFERIDA	554,15
TOTAL	3.340,18

Con respecto a este ámbito la inversión está dividida en dos: inversión fija y la inversión diferida que a continuación se detalla.

4.2.1 INVERSIÓN FIJA

Dentro de la inversión fija están los equipos, la maquinaria y los diferentes accesorios que se necesitan para el sistema de riego por aspersión.

La inversión fija asciende a 2786.03 dólares americanos. Valor que incluye el costo de la bomba y los accesorios (tubos, codos, aspersores, etc.)

Tabla 7 Costo de la Maquinaria y Equipo

MAQUINARIA Y EQUIPO			
CONCEPTO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Motobomba 10Hp diésel 3''x3 roja	1	800.00	800,00
Total			800,00

Tabla 8 Costo de los accesorios

ACCESORIOS			
CONCEPTO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Tubo de 90mm * 63 MPA	1	11,8883	11,89
Tubo de 90 mm galvanizado	2	45	90,00
Tubos de 75mm*0,063 MPA	32	7,1529	228,89
Tubos de 63mm *6M*0,63MPA*91 PSI	8	5,4807	43,85
Tubos de 50mm	40	3,5796	143,18
Tubos de 25mm*1MPA	370	1,27	469,90
Codos de 25mm *90	100	0,1907	19,07
Codos de 63mm*90	15	1,7476	26,21
Codos de 50*90mm Tigre	12	1,1953	14,34
Aspersores Senninger 2014	70	6,252	437,64
Cheque de 3'' macho al	1	17,628	17,63
Abrazaderas T84-90	2	2,6928	5,39
Adaptadores 90*3 macho	2	4,0145	8,03
Arco de sierra 12''	1	6,0008	6,00
Sierras Sanflex	2	1,3534	2,71
Collerin de 90mm*1/2in	1	3,5803	3,58
Manómetro 145PI Glicerina	1	19,056	19,06
Collerin de 75mm*1/2in	6	2,4167	14,50
Llaves de paso de 2in	5	4,0842	20,42
Tapones 1 1/2 hembra	4	2,475	9,90
Adaptadores de 90*3 macho	2	4,1818	8,36
Adaptadores de 50mm 1 1/2 Macho	12	1,0298	12,36
Válvulas aire 1R/M BVX	5	10,3547	51,77
Válvulas de 3in de retención al	1	44,6425	44,64
Adaptadores de 63mm*2 macho	10	2,1024	21,02
T de 50mm a 25M	50	0,845	42,25
T de 63mm	10	2,1958	21,96
Reductores 63*50mm	10	1,07	10,70
Kalipega galón	1	44,3844	44,38
Adaptadores 25mm*1/2in hembra	250	0,2648	66,20
Reductor 90*75mm	1	3,1115	3,11
Reductor de 75*63mm	2	1,71	3,42
Reductor 63*50mm	10	1,07	10,70
T de 25mm	200	0,2648	52,96
Total			1.986,03

Tabla 9 Costo total de la inversión fija

DETALLE	VALOR
EQUIPO	800,00
ACCESORIOS	1.986,03
TOTAL DE INVERSIÓN FIJA	2.786,03

4.2.2 INVERSIÓN DIFERIDA

Dentro de la inversión diferida se encuentra:

- La construcción de la base
- El estudio topográfico
- Gastos de instalación y montaje de la maquinaria

La inversión diferida asciende a 554.15 dólares americanos, valores que a continuación se detallan en la tabla siguiente.

Tabla 10 Inversión Diferida

INVERSIÓN DIFERIDA	
Detalle	Valor
Construcción de la base	14,15
Estudio topográfico	40,00
Gastos de instalación y montaje de maquinaria	500,00
Total de gasto de implantación	554,15

En la inversión diferida es el estudio topográfico es mínimo con el 10% y en cambio los gastos de instalación y montaje del equipo que representa el 90%.

4.3 COSTO DE OPERACIÓN POR LA IMPLANTACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN.

Se consideran como costos de operación aquellos que permiten el funcionamiento del sistema de riego. Dentro de los costos encontramos: la mano de obra, los suministros y los gastos financieros producidos por el préstamo bancario.

Los costos de operación para el funcionamiento ascienden a 6089.72 dólares americanos.

A continuación se establecen las siguientes tablas que enmarcan los costos de operación.

Tabla 11 Costo de la Mano de Obra

Mano de Obra Directa										
Denominación	Nº	Sueldo Básico	Décimo Tercero	Décimo Cuarto	Vacaciones	IESS 12,15%	Fondos de Reserva	Total mensual/obrero	Costo Mensual	Gasto Anual
SEMI-CALIFICADOS	1	340,00	28,33	28,33	14,17	41,31	28,33	481,48	481,48	5.777,72
Total									450,29	5.777,72

Tabla 12 Costo de los Suministros

Descripción	Cantidad	Medida	Valor unitario	Costo semanal	Costo Mes	Costo Anual
COMBUSTIBLE	1	GAL	1,00	4,00	16,00	192,00
LUBRICANTES	2	LTS	10,00		10,00	120,00
TOTAL						312,00

Tabla 13 Datos para la Amortización del Préstamo bancario

DATOS			
CAPITAL	3000		
TASA INTERES NOMINAL	0,22	0,24	0,02
PLAZO	18	MESES	
CUOTA	201	201	

Tabla 14 Tabla de Amortización del Préstamo Bancario

PERIODO	INTERÉS	CAPITAL PAGADO	CUOTA	SALDO CAPITAL
0				3000
1	60,90	139,73	201	2860,27
2	58,06	142,57	201	2717,69
3	55,17	145,47	201	2572,23
4	52,22	148,42	201	2423,81
5	49,20	151,43	201	2272,38
6	46,13	154,51	201	2117,87
7	42,99	157,64	201	1960,23
8	39,79	160,84	201	1799,39
9	36,53	164,11	201	1635,28
10	33,20	167,44	201	1467,84
11	29,80	170,84	201	1297,01
12	26,33	174,31	201	1122,70
13	22,79	177,84	201	944,86
14	19,18	181,45	201	763,40
15	15,50	185,14	201	578,27
16	11,74	188,90	201	389,37
17	7,90	192,73	201	196,64
18	3,99	196,64	201	0

Tabla 15 Proyección de los Costos

PROYECCION DE COSTOS		
año	costos	Inflación
2013	6.089,72	2,70%
2014	5.847,56	3,40%
2015	6.087,31	4,10%
2016	6.379,50	4,80%
2017	6.730,38	5,50%

Tabla 16 Resumen del Costo anual operativo

RESUMEN DEL COSTO ANUAL OPERATIVO	
DETALLE	VALOR
MANO DE OBRA	5.777,72
SUMINISTROS	312,00
GASTOS FINANCIEROS	530,31
TOTAL	6.089,72

En los costos operativos se consideran los gastos financieros por el préstamo bancario que se realizara para cubrir la inversión del proyectando el 95% de los costos.

4.4 BENEFICIOS CON LA IMPLANTACIÓN

Para establecer los beneficios con la implantación se realizó la proyección de ventas en función de la tabla N° 19

A continuación se establece la tabla de la proyección de las ventas.

Tabla 17 Parámetros para la proyección de las ventas

PARAMETROS	INDICADORES
PRODUCCION ANUAL	1920
COSTOOPERATIVO	6.089,72
VALOR UNITARIO PROMEDIO PRODUCCION	3,171729167
TASA DE CRECIMIENTO DE PRODUCCION ANUAL	10%
MARGEN DE UTILIDAD	50%
PRECIO DE VENTA	\$ 4,76

Tabla 18 Producción del plátano con el sistema implantado

PRODUCCIÓN DE PLÁTANO BARRAGANETE EN LA PROPIEDAD DEL SR. VÉLEZ CON EL SISTEMA IMPLMENTADO (BENEFICIOS)								
NÚMERO DE HECTÁREAS	NÚMERO DE PLANTAS/HAS.	TOTAL DE PLANTAS	CAJAS POR HECTÁREA PROMEDIO SEMANAL	PRODUCCIÓN DE CAJAS SEMANALES	PRODUCCIÓN DE CAJAS CADA 15 DÍAS	PRODUCCIÓN DE CAJAS MENSUAL	PRODUCCIÓN DE CAJAS SEMESTRAL	PRODUCCIÓN DE CAJAS ANUAL
2	750	1500	20	40	80	160	960	1920

En el cuadro anterior se establece la tasa de crecimiento de producción anual y el margen de utilidad, así como el porcentaje de inflación anual

PROYECCION DE INGRESOS DE ACUERDO A LA PRODUCCION ANUAL

Tabla 19 Proyección de los ingresos de acuerdo a la producción anual

AÑOS	PRODUCCIÓN DE CAJAS ANUAL	VALOR UNITARIO PROMEDIO	VALOR TOTAL
2013	1920	\$ 4,76	9.134,58
2014	2112	4,95	10.449,96
2015	2323	5,15	11.954,75
2016	2556	5,35	13.676,24
2017	2811	5,57	15.645,62

Esta proyección permitirá realizar el flujo de fondos para determinar la relación Beneficio – Costo.

4.5 ANÁLISIS ECONÓMICO CON LA IMPLANTACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN EN LA PROPIEDAD DEL SR. VÉLEZ

Para determinar la viabilidad del sistema de riego por aspersión se tomará en cuenta la inversión fija y la diferida; así como los gastos de operación que se necesita para el funcionamiento del sistema de riego. Este análisis servirá para un lapso de 5 años que se estima que el proyecto sea actualizado.

Se utilizará la relación Beneficio/Costo tomando en consideración el Valor Actual Neto (VAN) entre los beneficios y los costos. Para el cálculo del VAN, la tasa de interés efectiva que se utilizará es del 10.21%; así también para el

cálculo de los costos se tomará en cuenta el 5.22% con respecto al año anterior.

A continuación se establece la fórmula para calcular el VAN y dicho valor asciende a 16354.15 dólares americanos

$$VAN = -I + \frac{(B_i - C_i)}{(1 + i)^{n_i}}$$

4.5.1 RELACIÓN BENEFICIO COSTO

Para el cálculo de la Relación Beneficio-Costo se procedió a determinar el Flujo de Fondos del proyecto.

Tabla 20 Flujo de Fondos

DETALLE	AÑOS					
	0	1	2	3	4	5
FLUJO DE FONDO						
INVERSION	(3.340,18)					
INGRESOS (BENEFICIOS)		9.134,58	10.449,96	11.954,75	13.676,24	15.645,62
COSTO OPERACIÓN		(6.089,72)	(5.847,56)	(6.087,31)	(6.379,50)	(6.730,38)
PAGO CAPITAL		(1.877,30)	(1.122,70)			
FLUJO FONDOS	(3.340,18)	3.044,86	4.602,40	5.867,44	7.296,73	8.915,24

VAN 10,21%= \$ 16.354,15

$$RBC = \frac{VAN - INVERSIÓN}{INVERSIÓN}$$

$$RBC = \frac{16354,15 - 3340.18}{3340.18} = 3.90$$

El flujo de fondos permitió determinar la relación Beneficio – Costo valor que fue de 3,90 lo que implica que el proyecto de implantación del sistema de riego por aspersion es viable y además permite analizar que por cada dólar que se invierte por la implantación se obtiene \$2.90 de beneficio, por lo que el proyecto es rentable.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Para la implantación del Sistema de riego por aspersión en la propiedad del Sr. Francisco Vélez se realizó el respectivo estudio topográfico donde se determinó el área total del terreno (2 hectáreas) para la implantación de dicho sistema, y una vez determinada el área del terreno se procedió a la división del mismo en forma de módulos, obteniendo así cuatro módulos
- Para el diseño de la distribución de la tubería primaria, secundaria y terciaria (ramales), se consideró dos tuberías primarias, cuatro tuberías secundarias (una por cada módulo) y 24 tuberías terciarias (ramales) y la respectiva distribución de los accesorios, con lo que se determinó un total de 136 aspersores distribuidos de la siguiente manera: En el primer módulo se encuentra 39 aspersores, en el segundo módulo 37, seguidos de 30 aspersores en el tercero 30 y finalizando con 37 aspersores en el cuarto módulo, que son abastecidos por una bomba de mayor potencia.
- Se puede concluir que antes de la implantación del sistema de riego la producción de plátano era del 65% de eficiencia, con la implantación del sistema de riego por aspersión en la propiedad del Sr. Francisco se tuvo un crecimiento de la producción de plátano barraganete en un 100%, con lo que se cumplió el objetivo que se planteó para el desarrollo del proyecto.

- El sistema de riego por aspersión permitirá ser un ejemplo para la comunidad del Carmen, recinto Santa Rosa de Chila; puesto que la implantación de dicho sistema fomentará en la zona el crecimiento productivo y a su vez promoverá el cuidado y la utilización correcta del recurso hídrico y la tecnología.
- La relación Beneficio – Costo que se obtuvo fue de 3.90 lo que implica que la implantación del sistema de riego por aspersión es mayor que 1, es decir que por cada dólar invertido se obtiene 2,90 de beneficio, por lo que el proyecto es viable y rentable.

RECOMENDACIONES

Se considera plantear las siguientes recomendaciones:

- A la Federación Nacional de Productores de Plátano del Ecuador (FENAPROFE) núcleo en el Carmen, encargados en materia del Agro, brindar capacitaciones relacionadas con las nuevas tecnologías que permitan utilizar los recursos naturales de una manera efectiva para el crecimiento de la zona.
- A organismos como AGROCALIDAD brindar capacitaciones en materia de sistema de riego, beneficios de los sistemas y la relación beneficio - costo que se obtiene por cuestiones de su implantación.
- Que se tome en consideración este proyecto como un ejemplo para la creación de una entidad que se dedique al estudio y la implantación de sistemas de riego en sus diferentes tipos y beneficios con el fin de ayudar al crecimiento del cantón El Carmen.
- Al dueño de la propiedad que permanentemente de mantenimiento preventivo al sistema para que no exista inconveniente en el proceso y garantizar su funcionamiento.

BIBLIOGRAFÍA

- MONTERO MARTÍNEZ, Jesús. 2010. Sirias. Tercera edición. Análisis de la distribución de agua en sistemas de riego por aspersión estacionario: desarrollo del modelo de simulacro de riego por aspersión.
- VILLASANTE A. Losada. Año 2009 (4ª edición corregida y actualizada). Madrid. El riego. Fundamentos hidráulicos.
- TRUJILLO P. Baeza, LISSARRAGUE J. R. y P. Sánchez de Miguel. Año 2007 Fundamentos, aplicación y consecuencias del riego en la vida.
- VERGARA GAETE, Leonardo. 2008. Chile. 276 p. Segunda Edición. Manual de Diseño de Sistemas de Riego Tecnificado. Tesis de Graduación. Facultad de Ingeniería. Universidad de Talca.
- VALVERDE CORNEJO, Juan. 2007. Costa Rica. Primera edición, Riego y Drenaje.
- MARTINEZ ÁLVAREZ Victoriano, 2010. Barcelona. Primera edición. Automatización y telecontrol de sistemas de riego.
- SALDARRIAGA, Juan. 2007. Barcelona. Primera edición. Hidráulica de tuberías: Abastecimiento de agua, redes y riego.
- VARÓ Pedro, SEGUÍ Pedro y SEGURA Manuel. 2010. España. Primera edición. Evaluación de sistemas

ANEXOS

ANEXOS



Ilustración 26 Antes de la implantación

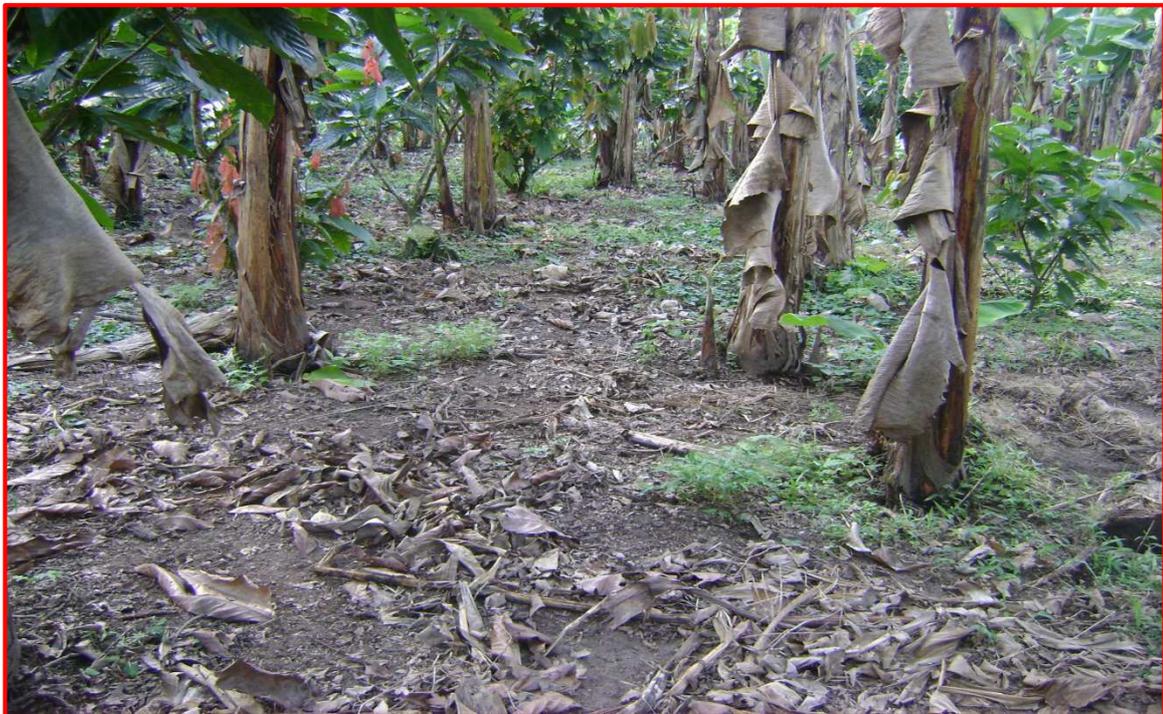


Ilustración 27 Antes de la implantación



Ilustración 28 Antes de la implantación



Ilustración 29 Antes de la implantación



Ilustración 30 Distribución de la Tubería Primaria



Ilustración 31 Tubería primaria



Ilustración 32 Distribución de la Tubería secundaria



Ilustración 33 Distribución de la tubería secundaria



Ilustración 34 Distribución de los ramales



Ilustración 35 Distribución de los ramales



Ilustración 36 Fuente de Alimentación



Ilustración 37 Aspersores en funcionamiento



Ilustración 38 Aspersores en funcionamiento



Ilustración 39 Aspersores en funcionamiento



Ilustración 40 Instalando la bomba



Ilustración 41 Instalación de la Válvula de aire



Ilustración 42 Instalación de la Válvula de aire