

**DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO POR MICROASPERSION Y GOTEO, EN
EL PREDIO SAN CARLOS MUNICIPIO DE CAMPOALEGRE-HUILA**

JUAN JOSE RAMIREZ ZABALA

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
JULIO DE 2009**

**DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO POR MICROASPERSION Y GOTEÓ, EN
EL PREDIO SAN CARLOS MUNICIPIO DE CAMPOALEGRE-HUILA**

JUAN JOSE RAMIREZ ZABALA

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar el título de
INGENIERO AGRICOLA**

Ph.D. ARMANDO TORRENTE TRUJILLO

Director del Proyecto

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
JULIO DE 2009**

NOTA DE ACEPTACIÓN

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Neiva, Julio de 2009

DEDICATORIA

Este proyecto se lo dedico a mis padres *María Nieves* y *José del Carmen* quienes con su gran esfuerzo y sacrificio pudieron hacer realidad este sueño de ser ingeniero, para ellos mi eterno cariño y agradecimiento...

A mi novia *Varina Eugenia* quien con su apoyo y amor mantuvo la confianza en mí....

A mis amigos *Nicolás, Adriana, Astrid Lorena, Lorenita Murcia, Eduard, Richard, Vicente, yenny, Hugo Ortiz, Carlos Rincón*, los hermanos *Billy* y *Hugo Calderón*, gracias por brindarme su amistad y apoyo en los momentos de alegría y tristeza...

Al profesor *Jairo Perea (Q.E.P.D)*, por haberme brindado su amistad y enseñanza...

"Quien ama lo que tiene y lucha por lo que quiere, hace realidad todos sus sueños..."

Juan José Ramírez Zabala

AGRADECIMIENTOS

Se expresa agradecimiento a:

ARMANDO TORRENTE TRUJILLO, Ingeniero Agrícola, Ph.D. en Ciencias agrarias, Profesor Titular Universidad Surcolombiana, Director de la Tesis.

MIGUEL GERMAN CIFUENTES, Ingeniero Agrícola Esp., Profesor Titular Universidad Surcolombiana, Jurado.

JAIME IZQUIERDO, Ingeniero Agrícola M.Sc., Profesor Titular Universidad Surcolombiana, Jurado.

RODRIGO PACHON BEJARANO, Ingeniero Agrónomo M.Sc., Profesor Titular Universidad Surcolombiana.

JULIAN VELASQUEZ, Ingeniero Agrícola M.Sc., Jefe de Programa de Ingeniería Agrícola, Universidad Surcolombiana.

GLADYS QUINO, Secretaria del Programa de Ingeniería Agrícola, Universidad Surcolombiana.

A todos los profesores del Programa de Ingeniería Agrícola, los cuales transmitieron conocimiento y el gusto por esta carrera.

A los Ingenieros:

JHON JAIRO VARGAS y **ARMANDO ARAMENDIS**, por brindarme su apoyo y conocimiento.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	12
SUMMARY	13
INTRODUCCION	14
1. MARCO CONCEPTUAL	15
1.1 Riego localizado o de alta frecuencia.....	15
1.2 Componentes del sistema.....	15
1.2.1 Fuentes de Abastecimiento	16
1.2.2 Cabezal de Riego.....	16
1.2.3 Equipo de Bombeo.....	17
1.2.5 Fertirrigación	19
1.2.6 Red de Distribución	19
1.2.7 Emisores	20
1.2.8 Dispositivos de Control.....	21
1.3 Clases de sistemas de Riego.....	23
1.3.1 Riego por goteo.....	23
1.3.2 Riego por Microaspersión	24
1.4 Uniformidad y eficiencia de aplicación	25
2. METODOLOGIA	26
2.1 Localización	26
2.2 Área	27
2.3 Fuente de abastecimiento.....	28
2.4 Estudios Básicos.....	28
2.4.1 Topografía.....	28
2.4.2 Suelos	28
2.4.3 Infiltración.....	28
2.4.4 Conductividad hidráulica	29
2.4.5 Climatología	30
2.4.6 Diseño agrícola	31
2.5 Diseño de riego.....	32
2.5.1 Necesidades hídricas.....	32
2.5.2 Diseño hidráulico.....	35
2.5.3 Fuente de potencia.....	37
3. RESULTADOS	38

3.1	Hidroclimatología	38
3.1.1	Velocidad del Viento.....	38
3.1.2	Precipitación.....	38
3.1.3	Humedad Relativa.....	40
3.1.4	Temperatura.....	41
3.1.5	Brillo Solar.....	42
3.2	Balance hídrico climático	42
3.3	Balance hídrico agrícola.....	44
3.4	Propiedades físicas e hidrodinámicas.....	50
3.4.1	Análisis físico de suelos	50
3.4.2	Pruebas de infiltración.....	51
3.4.3	Prueba de conductividad hidráulica.....	53
3.5	Caudal de diseño (Qd).....	54
3.6	Fuente de abastecimiento.....	54
3.6.1	Calidad del agua	55
3.7	Sistema de filtrado	55
3.8	Emisores de riego	56
3.9	Requerimientos hídricos	56
3.10	Red hidráulica de conducción y distribución	69
3.11	Sistema de potencia	78
3.12	Programación de riego.....	78
4.	PRESUPUESTO	79
5.	CRONOGRAMA DE OBRA.....	82
6.	ANÁLISIS DE INVERSION	83
6.1	Costos de producción	83
6.2	Análisis de rentabilidad	90
7.	CONCLUSIONES	93
8.	RECOMENDACIONES	94
	BIBLIOGRAFIA	95
	ANEXOS.....	96

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Diámetros de emisores y susceptibilidad al taponamiento.....	21
Tabla 2. Clasificación de la infiltración y conductividad hidráulica.	30
Tabla 3. Valores Kc de los cultivos a establecer.....	31
Tabla 4. Coeficiente de rugosidad para diferentes materiales de tubería.	36
Tabla 5. Evapotranspiración potencial mensual (ETP) método de la radiación	43
Tabla 6. Valores medios decadales de precipitación, humedad relativa, temperatura y brillo solar, Estación Los Rosales.	45
Tabla 7. Evapotranspiración potencial media decadal, Estación Los Rosales .	46
Tabla 8. Evapotranspiración potencial de los cultivos a establecer (Etc).....	47
Tabla 9. Precipitación efectiva (Pe) media decadal.	48
Tabla 10. Pruebas físicas de suelo, predio San Carlos.	50
Tabla 11. Descripción de los estratos del suelos, predio San Carlos.	51
Tabla 12. Actividades productivas a desarrollar y especificaciones técnicas. ..	56
Tabla 13. Demanda hídrica cultivo de Aguacate.....	57
Tabla 14. Demanda hídrica cultivo de Mango.....	60
Tabla 15. Demanda hídrica cultivo de Maracuyá.	63
Tabla 16. Demanda hídrica cultivo de Papaya.....	66
Tabla 17. Aditamentos y accesorios Red de Conducción.....	70
Tabla 18. Aditamentos y accesorios Red de Distribución Microaspersión.....	71
Tabla 19. Aditamentos y accesorios Red de Distribución Goteo.	75
Tabla 20. Programación de riego.....	78
Tabla 21. Costos de instalación y sostenimiento ha/año cultivo de Mango.	84
Tabla 22. Costos de instalación y sostenimiento ha/año cultivo de Aguacate. .	86
Tabla 23. Costos de instalación y sostenimiento ha/año cultivo de Maracuyá. .	88
Tabla 24. Costos de instalación y sostenimiento ha/año cultivo de Papaya.	89
Tabla 25. Rentabilidad ha/año cultivo de Mango.	91
Tabla 26. Rentabilidad ha/año cultivo de Aguacate.....	91
Tabla 27. Rentabilidad ha/año cultivo de Maracuyá.	91
Tabla 28. Rentabilidad ha/año cultivo de Papaya.....	92

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Componentes de un sistema de Riego Localizado o de Alta Frecuencia.	16
Figura 2. Filtros de arena.	18
Figura 3. Filtro de malla.	18
Figura 4. Sistema de fertirrigación.	19
Figura 5. Localización Área del Proyecto.	26
Figura 6. Predio San Carlos.	27
Figura 7. Promedio mensuales multianuales de Velocidad del Viento Estación Los Rosales.	38
Figura 8. Promedio mensuales multianuales de Precipitación Estación Los Rosales.	39
Figura 9. Promedio mensuales multianuales de Humedad Relativa Estación Los Rosales.	40
Figura 10. Promedio mensuales multianuales de Temperatura Estación Los Rosales.	41
Figura 11. Promedio mensuales multianuales de Brillo solar Estación Los Rosales.	42
Figura 12. Balance hídrico Climático, Estación Los Rosales.	44
Figura 13. Balance hídrico Agrícola de Aguacate.	49
Figura 14. Balance hídrico Agrícola de Mango.	49
Figura 15. Balance hídrico Agrícola de Papaya.	49
Figura 16. Balance hídrico Agrícola de Maracuyá.	50
Figura 17. Curvas de infiltración.	52

LISTA DE FOTOS

Foto 1 y 2. Perfil del suelo en el Predio San Calos.....	51
Foto 3. Montaje prueba de Infiltración.....	52
Foto 4. Montaje prueba de Conductividad hidráulica.....	53
Foto 5. Medidor de caudal fuente de abastecimiento del proyecto, Canal El Túnel.....	54
Foto 6. Reservorio cubierto con plantas acuáticas (Eutrofización).	55

LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Resultados analisis de suelos.	97
Anexo B. Datos climatologicos medios multianuales Estacion Los Rosales, periodo 1974-2004.....	98
Anexo C. Radiacion extraterrestre Ra (mm/día).....	106
Anexo D. Duracion maxima diaria media de las horas de fuerte insolacion (N).	107
Anexo E. Factor de ponderacion (W) para efectos de la radiación sobre la ETo	108
Anexo F. Valores (ETP) Metodo de la Radiación.....	109
Anexo G. Chequeo perdida de presion en laterales, software NaanDan 9,5.	110
Anexo H. Datos climatologicos medios diarios Estación Los Rosales, periodo 2003-2007.....	111
Anexo I. Resultados pruebas de Infiltración.....	131
Anexo J. Resultados pruebas de Conductividad Hidraulica.....	135
Anexo K. Calculos hidraulicos Red de conduccion.....	137
Anexo M. Calculos hidraulicos Red de distribucion predial.....	138
Anexo N. Unidad de potencia.	145
Anexo O. Caracteristicas Microaspersor.....	146
Anexo P. Caracteristicas Gotero.....	146
Anexo Q. Caracteristicas y especificaciones tecnicas Filtros de arena y malla.	147
Anexo R. Esquema sistema de filtrado.	148

PLANOS

RESUMEN

El Diseño de Riego por Microaspersión y Goteo del predio San Carlos, Municipio de Campoalegre Huila, tiene un área de adecuación de 20,4 has de las cuales 11,8 has se diseñaron con microaspersión para cultivos de aguacate y mango, y 8,6 has en goteo para maracuyá y papaya.

El desarrollo de los estudios preliminares como topografía, suelos y climatología determinaron los parámetros de diseño del sistema de irrigación, el caudal de diseño del proyecto es de 16,7 l.p.s, con módulos de riego para los cultivos de aguacate y mango de 3,75 l.p.s/ha, maracuyá de 2,38 l.p.s/ha y papaya de 2,85 l.p.s/ha. La red de conducción y distribución se diseñó con tubería de PVC de diámetros de 2" a 4", las tuberías múltiples y laterales se diseñaron con manguera de polietileno de 2" a 3" y ½" PR 55 respectivamente. La selección de los emisores se realizó teniendo en cuenta las necesidades hídricas, la infiltración básica y las condiciones topográficas, con ello se seleccionó un microaspersor Aqua Smart 2002 de 55 l.p.h y un gotero Supertif de 3,78 l.p.h, auto compensados; el cabezal de riego está conformado por una motobomba Lombardini de 21,5 hp diesel, dos filtros de arena metálicos con capacidad máxima cada uno de 50 m³/hr y un filtro de malla metálico con capacidad máxima de 80 m³/hr.

El análisis de inversión se realizó teniendo en cuenta costos de producción para el año 2008 con una financiación del valor anual de inversión del 80%, la tasa interna de retorno TIR y el valor presente neto VPN arrojaron valores positivos, haciendo el proyecto económicamente atractivo para su ejecución.

SUMMARY

The design of Drip Irrigation and Microsprinkling Irrigation in the farm of San Carlos in the municipality of Campoalegre-Huila has an area of 20.4ha of suitability, where an area of 11.8ha has been designed with micro sprinkling irrigation for avocado and mango crops, and an area of 8.6ha with papaya and passion fruit crop is trickled by drip irrigation.

Preliminary studies about topography, soils and weather determined the design parameters to be followed for the irrigation system. The design's flow of the project was 16.7l.p.s, with modules for irrigation of 3.75 l.p.s/ha for avocado and mango crop, and of 2.38l.p.s/ha for passion fruit, and of 2.85 l.p.s/ha for papaya crop. The system of transmission and distribution was designed with PVC whose diameter was from 2" to 4", the numerous and lateral pipelines were designed with polyethylene hose from 2" to 3" and ½" PR 55 respectively. The selection of emitters was performed taking into account the water's needs, the basic infiltration, and the topographic conditions, in this way the micro sprinkler system Aqua Smart 2002 of 55 l.p.h, and a Superfit dripper of 3.78 l.p.h both auto offset; the irrigation head consisted of a Lombardini diesel motorpump of 21.5 hp, two metal sand filters whose maximum capacity was of 50 m³/hr and a metal mesh filter whose maximum capacity was of 80 m³/hr.

The investment analysis was performed taking into account costs of the production for the year 2008, it had an annual fund of investment of 80%; its internal rates of return IRR, and the net current value NCV showed positive values, in a nutshell, it was the reason why the project was economically attractive for being performed.

INTRODUCCION

En muchas zonas del mundo, la disponibilidad de agua ha sido por décadas muy escasa, la reducción que hoy se presenta de este recurso, sumado al acelerado crecimiento de la población y su aumento de las necesidades hídricas, ha llevado a que la disponibilidad de este recurso sea mucho más escasa.

El riego es una de las prácticas agrícolas más antiguas, las primeras civilizaciones se situaban en las proximidades de los ríos para aprovechar el agua que escurría por su cauce para realizar prácticas de riego. Conforme la población aumentaba, ésta tendía a poblar los territorios del interior, donde las necesidades de agua podían ser aún mayores, con lo que las técnicas de riego comenzaron a evolucionar y se crearon redes de distribución de agua desde los grandes ríos hasta las zonas con mayores necesidades, muchas de las cuales se conservan aún hoy en día.

La globalización de la economía y la búsqueda de nuevos mercados a nivel mundial, ha ocasionado que la producción agrícola en el país y en especial en el Departamento del Huila sea mucho más competitiva. Para tal fin los sistemas de producción tienen que ser eficientes y racionales con el recurso hídrico. Lo anterior ha ocasionado que se realicen diseños de irrigación mucho más tecnificados, los sistemas de riego presurizado como son el riego por microaspersión y goteo, se presentan como una alternativa de racionalización en el consumo del mismo.

El presente diseño de riego por microaspersión y goteo en el predio San Carlos, Municipio de Campoalegre, es una muestra de cambio en el sector productivo a nuevos sistemas técnicos, los cuales ofrecen un ahorro y una eficiencia dentro del campo de la producción y del recurso hídrico, posteriormente la implementación de nuevas actividades agrícolas exigen la adecuación y mejoramiento de las técnicas de riego empleadas.

1. MARCO CONCEPTUAL

1.1 Riego localizado o de alta frecuencia

Se define como riego localizado la aplicación del agua a una zona más o menos restringida del volumen de suelo que habitualmente ocupan las raíces (Yagüe, 1998).

En si el riego localizado o de alta frecuencia se puede definir como la aplicación de agua en una fracción de suelo próxima a la planta con el fin de mantener en la zona radicular una humedad, la cual sea propicia para el sostenimiento de la misma. El riego localizado tiene unas características muy diferentes al riego por gravedad, ya que en este se aplican grandes volúmenes de agua mojando la totalidad del suelo, lo contrario al otro sistema que cubre solo el área irrigada por el emisor utilizando pequeños caudales y haciendo que la utilización del agua sea más razonable y eficiente.

La alta frecuencia en la aplicación del agua implica que el suelo se mantenga a la capacidad de campo o muy próximo a ella, haciendo que las plantas absorban el agua con mucha más facilidad ya que la totalidad del sistema radical se desarrolla dentro del bulbo húmedo (Yagüe, 1998).

El riego localizado o de alta frecuencia está conformado por los sistemas de riego por goteo, microaspersión, entre otros.

1.2 Componentes del sistema

En la instalación de un sistema de riego localizado o de alta frecuencia existe una serie de elementos con múltiples funciones y distintos tipos de acondicionamientos (mecánicos, hidráulicos o eléctricos), los cuales permiten realizar un riego adecuado de acuerdo a los requerimientos establecidos.

En la figura 1 se ilustra los tipos de componentes de un sistema de riego localizado o de alta frecuencia.

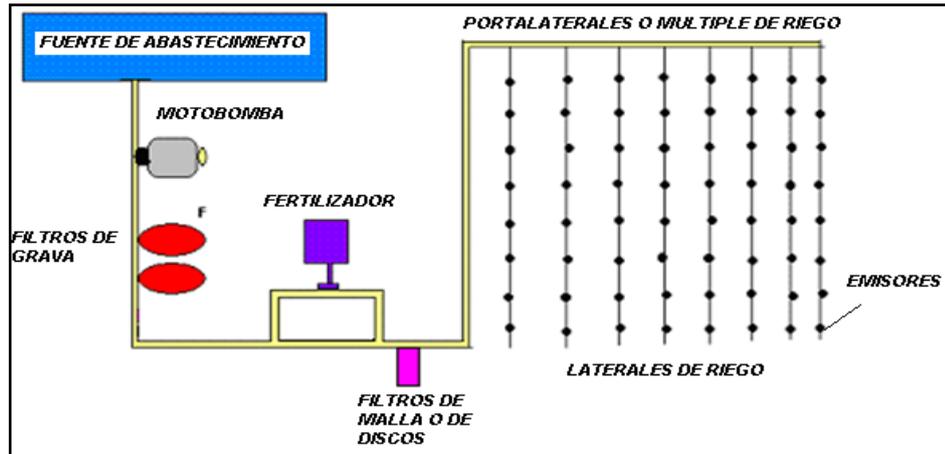


Figura 1. Componentes de un Sistema de Riego Localizado o de Alta Frecuencia.

1.2.1 Fuentes de Abastecimiento

Las fuentes de abastecimiento puede ser superficial o subterránea, las fuentes superficiales están compuestas por presas, ríos, lagos (reservorios) o canales, mientras que las subterráneas se componen de pozos profundo o nacederos.

La alta frecuencia del riego exige que las fuentes de abastecimiento superficiales, como los reservorios, se regulen y disponga de agua permanente para el sistema, como a su vez sirven para que las partículas suspendidas en el flujo se decanten, evitando obstrucciones en los emisores.

1.2.2 Cabezal de Riego

El cabezal de riego comprende de un conjunto de instrumentos que sirven para tratar, medir y filtrar el agua, comprobar su presión e incorporar los fertilizantes (Yagüe, 1998).

El cabezal de riego está compuesto por un equipo de bombeo, un sistema de filtros, manómetros, válvulas de purga, válvulas de paso y en muchos casos un sistema de inyección de fertilizantes.

1.2.3 Equipo de Bombeo

El equipo de bombeo está compuesto por una bomba la cual puede ser centrífuga de eje vertical u horizontal, y un motor diesel, a gasolina o eléctrico, la capacidad del equipo de bombeo depende de los requerimientos que el sistema de riego demande, estos requerimientos están sujetos al caudal a transportar y a las presiones requeridas.

1.2.4 Sistema de filtrado

El sistema de filtrado sirve para retener las impurezas que se desplacen en el agua, como sólidos suspendidos, partículas orgánicas y sales de los fertilizantes que se inyectan al sistema o las que se presentan en el agua, y así poder evitar que se presenten obstrucción en los emisores ya que este es uno de los principales inconvenientes de los sistemas de riego localizado.

Las clases de filtros utilizados pueden ser de arena o grava, de malla o discos, si el agua de riego presenta una gran cantidad de sólidos en suspensión es necesario realizar un prefiltrado a la entrada del cabezal de riego, este prefiltrado es realizado con un hidrociclón.

- Filtros de Arena o Grava

Estos filtros se usan fundamentalmente para retener las partículas orgánicas e inorgánicas en suspensión, estos filtros son depósitos llenos de arena o grava por la que circula el agua, reteniendo las partículas (figura 2). Es el tipo de filtro es el más adecuado para filtrar aguas muy contaminadas con partículas pequeñas o con gran cantidad de materia orgánica (Yagüe, 1998).

El proceso de filtrado se da por la circulación del agua entre los poros que quedan entre las partículas de grava o arena, en los que se presentan procesos de tamizado, sedimentación de materia orgánica (insectos, restos de plantas, etc.) y partículas de tamaño significativo, también pueden filtrar partículas de arcilla y arenas finas, pero deben ser complementados con un filtro de malla o de anillos aguas abajo. Éste filtro es el primer elemento que se instala normalmente después de los hidrociclones.

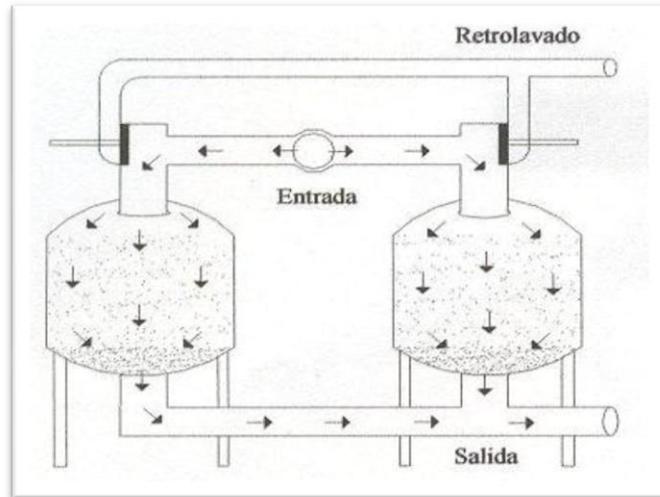


Figura 2. Filtros de arena.

- **Filtros de malla**

Los filtros de malla se utilizan para eliminar cualquier tipo de impurezas (arena, limos, arcillas, partículas orgánicas). Sin embargo su eficiencia es menor que la de los filtros de arena o hidrociclones.

El cuerpo del filtro suele ser cilíndrico, en cuyo interior se encuentre una malla metálica. El agua entra hacia el cuerpo del cilindro y atraviesa la malla metálica por su interior, donde queda atrapada la suciedad. Una vez que el agua atraviesa la malla, queda libre de impurezas y se dirige hacia la red de distribución (figura 3).

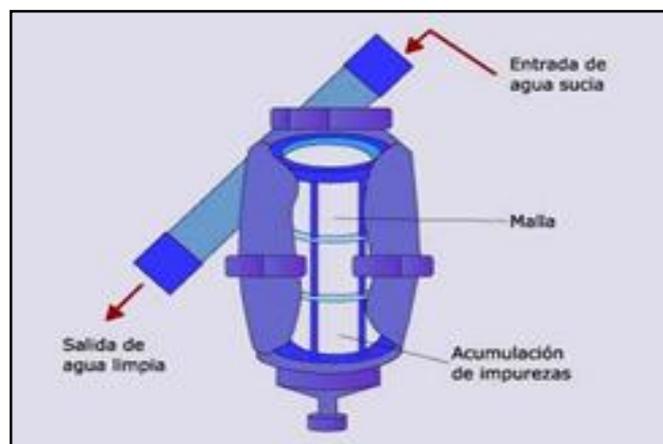


Figura 3. Filtro de malla.

1.2.5 Fertirrigación

El equipo de fertirrigación permitirá la aplicación de fertilizantes a través de la red de distribución aprovechando la uniformidad de aplicación del sistema, se suelen colocar después del equipo de filtrado, aunque posteriormente al equipo de fertirrigación se deban colocar filtros de malla (figura 4).

El equipo de fertirrigación puede ser utilizado además para añadir algún otro producto al agua de riego, como preparados para eliminar los precipitados producidos por las sales del agua que provocan la obturación del sistema.

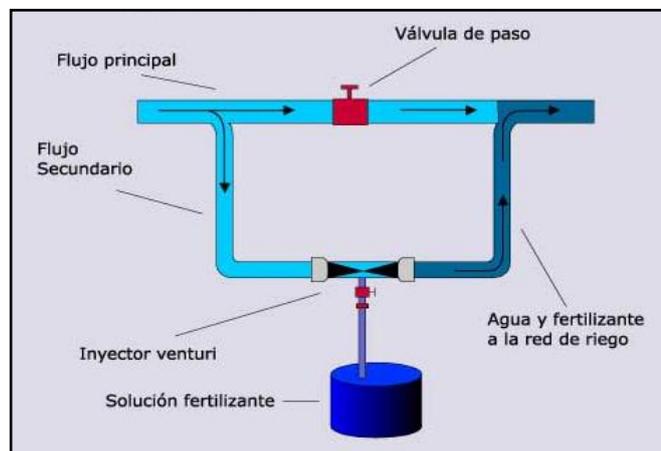


Figura 4. Sistema de fertirrigación.

El equipo de fertirrigación cuenta con un depósito donde se prepara la solución fertilizante, el depósito suele disponer de un elemento agitador que permite homogeneizar el preparado. El fertilizante es añadido al agua de riego mediante un mecanismo inyector (venturi, bomba inyectora, etc.).

1.2.6 Red de Distribución

La red de distribución es la que conduce el agua desde el cabezal de riego hasta la planta. Desde el cabezal parte una red de tuberías llamadas primarias, secundarias etc, según su orden. Las de ultimo orden, llamadas tuberías laterales, y son las que distribuyen el agua uniformemente hasta los emisores (Yagüe, 1998).

La red de distribución consta de una línea principal que transporta el agua desde el cabezal de riego a la línea de distribución secundaria, posteriormente a las terciarias y por último a los laterales, dependiendo del diseño que se haya realizado. Las tuberías de toda la línea de distribución deben poseer las características establecidas en el diseño referentes al diámetro nominal y la capacidad de soportar los niveles de presión calculados para cada sección del sistema.

Es conveniente mencionar que diferentes experiencias demuestran que la mayor vida útil de la tubería lateral se obtiene cuando esta se emplaza directamente sobre el suelo, evitándose de esta manera deformaciones en la tubería que afectan el flujo (Holzapfel,1998)

1.2.7 Emisores

Son los elementos más importantes en la instalación de un sistema de riego, ya que permiten la salida del agua en la dosis requerida y a la presión necesaria, las características fundamentales que se deben tener son: que descarguen un caudal uniforme y constante, baja sensibilidad a las variaciones de presión, temperatura y obstrucciones, resistencia al ataque de roedores e insectos y tener una pérdida de carga de conexión baja.

La sensibilidad de los emisores a las obturaciones es muy importante para su selección y prevención de futuras obturaciones. El riesgo de obstrucción de un emisor depende de factores tales como el diámetro mínimo de paso, la velocidad del agua, diseño del emisor, entre otros. Además la aplicación de fertilizantes con el agua de riego también aumenta el riesgo de obturaciones, por ello, el sistema de riego debe contar con un buen sistema de filtrado, para impedir el paso de partículas cuyo diámetro sea tal que pueda provocar la obturación.

Los emisores de bajo caudal, es decir aquellos con un caudal menor de 16 litros/hora, presentan mayor riesgo de taponamiento por tener diámetros de paso del agua más pequeño. La tabla 1, contiene los diámetros mínimos de emisores y su susceptibilidad al taponamiento. Los emisores presenta tres clases de obstrucciones, las químicas, biológicas y físicas.

Tabla 1. Diámetros de Emisores y Susceptibilidad al taponamiento.

Diámetro Mínimo del Emisor (mm)	Susceptibilidad a Obstrucción
< 0.7	Alta
0.7 - 1.5	Media
> 1.5	Baja

Fuente: Fuentes Yague J.L, *Técnicas de Riego*, 1998.

1.2.8 Dispositivos de Control

Los elementos de control son todos aquellos que permiten regular el funcionamiento de la instalación (Yagüe, 1998). Dentro de estos elementos de control se tienen los elementos de medida, de regulación y los de protección.

1.2.8.1 Elementos de medida

Son los utilizados en las mediciones de caudales y presiones en un punto determinado de la instalación de riego. Dentro de estos elementos se encuentran:

- Medidores de Caudal

Los medidores de caudal son elementos utilizados para medir la cantidad de agua que pasa por un punto en la unidad de tiempo, estos medidores de caudal son llamados normalmente contadores.

Estos medidores o contadores permiten realizar un riego controlado ya que se puede saber la cantidad de agua que se ha aplicado independientemente del tiempo de irrigación. Los medidores más comunes son los de turbina y los rôtameros.

- **Medidores de Presión**

Mide la presión en un punto determinado con lo cual se conocen las variaciones de presión del sistema, la presión es medida por medio del manómetro y es de gran ayuda para determinar y localizar las pérdidas de carga excesivas (un filtro el cual se encuentra con obstrucción y necesita mantenimiento) o si por el contrario hay una presión suficiente para que los elemento trabajen correctamente.

1.2.8.2 Elementos de Regulación

Dentro de los elementos de regulación se encuentran los de presión, caudal y las válvulas.

- **De Presión:** Utilizados para regular y controlar presión a partir del punto donde se instale, con estos reguladores se puede evitar sobrepresiones que pudieran romper tuberías, emisores, entre otras. Es muy importante que la ubicación de estas válvulas se realice en los puntos de entrada a los sectores de riego, para garantizar la presión requerida por los elementos de emisión.

- **De Caudal:** Se utilizan para dejar pasar un caudal determinado. Es muy conveniente colocar un regulador de caudal a la entrada de cada sector de riego para que pase solo la cantidad de agua que se desea hacia las tuberías porta lateral o múltiple y posteriormente a los laterales.

- **Válvulas:** Controlan el paso del agua en una tubería y se clasifican según el tipo de accionamiento, automático o manual. También existen las válvulas anti retorno las cuales impiden que se invierta el flujo. Dentro de la clasificación de este aditamento se tienen: Válvula mariposa, de bola, de compuerta e hidráulica, entre otras.

1.2.8.3 Elementos de Protección

Protegen los elementos del sistema de riego de las sobrepresiones o depresiones, que normalmente se presentan con la puesta en marcha de los

elementos de bombeo. Los mecanismos más utilizados en riego localizado son las ventosas.

- **Válvula Ventosa o de Purga**

Las ventosas son dispositivos los cuales se instalan en los tramos de las conducciones con el fin de evacuar el aire de las tuberías. Las ventosas se clasifican en:

- **Monofuncionales o purgas**, las cuales se encargan de eliminar el aire que se acumulada en las conducciones en su funcionamiento normal.
- **Bifuncionales**, las cuales sirven tanto para la evacuación del aire acumulado en las tuberías durante su llenado, como para introducir este durante el mismo.
- **Trifuncionales**, realiza las tres funciones antes descritas, es decir, purga, admite y expulsa aire de las tuberías.

Las ventosas deben instalarse dentro de una instalación de riego localizado en puntos altos de la instalación, en tramos largos o con pendientes uniformes, en cambios de pendientes significativas en las conducciones o en las salidas de la instalación de bombeo.

1.3 Clases de sistemas de Riego

1.3.1 Riego por goteo

El sistema de riego por goteo se realiza mediante unos dispositivos los cuales aplican el agua con un flujo continuo gota a gota, con un caudal inferior a los 16 lts/hr por punto de emisión o por metro lineal cuando se utiliza cinta de riego (Yagüe, 1998).

Un sistema de riego por goteo se caracteriza por la aplicación del agua en pequeños flujos, los cuales pueden ser aplicados durante largos periodos, a intervalos frecuentes y en la cercanía o dentro de la zona radicular (Nakayama y Bucks, 1986).

El riego por goteo se adapta especialmente los cultivos de frutales y hortalizas, la respuesta de las plantas a este sistema de riego es muy superior en cuanto a productividad y calidad, por otro lado en el suelo se presenta una mejor aireación aumentando una mayor asimilación de nutrientes por parte de la planta.

1.3.1.1 Emisores

Son la fuente de gran importancia dentro del diseño de riego, ya que permiten la salida del agua por la presión y dosis requerida (Moya, J, 1994).

Los emisores del sistema de riego por goteo están compuestos por los goteros los cuales cuentan con una estructura definida y de diferentes formas, resistentes y muy prácticos en su instalación, por otro lado se encuentran las cintas de riego, las cuales son tuberías emisoras perforadas, que operan a presiones inferiores a los 10 m.c.a. y están elaboradas de polietileno de muy bajo espesor. La cinta de riego se destaca por su bajo costo y su alta uniformidad en sus puntos de emisión, ya que crean literalmente una franja de suelo húmedo, permitiendo un desarrollo óptimo en las plantas, este sistema de riego es empleado en cultivos de gran densidad, como son las hortalizas.

1.3.2 Riego por Microaspersión

El riego por microaspersión consiste en aplicar el agua en forma de lluvia fina, mediante un dispositivo que la distribuye en un radio no superior a los tres metros (Yagüe, 1998).

Los cultivos de huertos con raíces extensas pero poco profundas como el aguacate o arboles bastantes separados, usualmente se comportan mejor con sistemas de microaspersores que con sistemas de riego por goteo debido a que la microaspersión cubre una mayor área que el goteo.

1.3.2.1 Emisores

Los microaspersores trabajan a una presión comprendida entre los 10 y 20 m.c.a, con caudales que varían entre 16 a 200 lts/hr y pueden ser de largo conducto, de orificio, de remolino o autocompensados. Los microaspersores presentan menos inconvenientes que los goteros, ya que en estos cuentan con un diámetro de orificio de descarga y una velocidad de salida del agua mayor, previniendo posibles taponamientos de los emisores, por otro lado con los microaspersores se pueden controlar con más facilidad problemas de sales en el bulbo húmedo, ya que son más fáciles los riegos de lavado.

1.4 Uniformidad y eficiencia de aplicación

En un sistema de riego localizado el objetivo es la aplicación del agua de forma uniforme y eficiente. Para determinar la uniformidad con la que el sistema aplica el agua se utiliza el concepto de uniformidad de distribución (UD), la cual depende del diseño del sistema de riego y del manejo que se realice. El diseño del sistema de riego debe de ir encaminado a buscar una uniformidad en las presiones de trabajo de los emisores, es decir, que exista poca variación en los caudales emitidos por ellos.

La eficiencia de aplicación (EA) determina la cantidad de agua realmente utilizada por las plantas del total de agua aplicada al cultivo. La EA refleja las pérdidas de agua que hay en el sistema y que no han sido aprovechadas por el cultivo.

2. METODOLOGIA

2.1 Localización

El presente diseño de riego localizado por goteo y microaspersión se realizó en el predio San Carlos, ubicado geográficamente a 2° 36' latitud norte y los 75° 25' latitud oeste, a una altura de aproximadamente 560 m.s.n.m, en la Vereda Llano Sur, a ocho kilómetros de La cabecera municipal de Campoalegre, sobre la margen derecha de la vía principal que conduce al Municipio de Hobo, en el Departamento del Huila (figura 5).

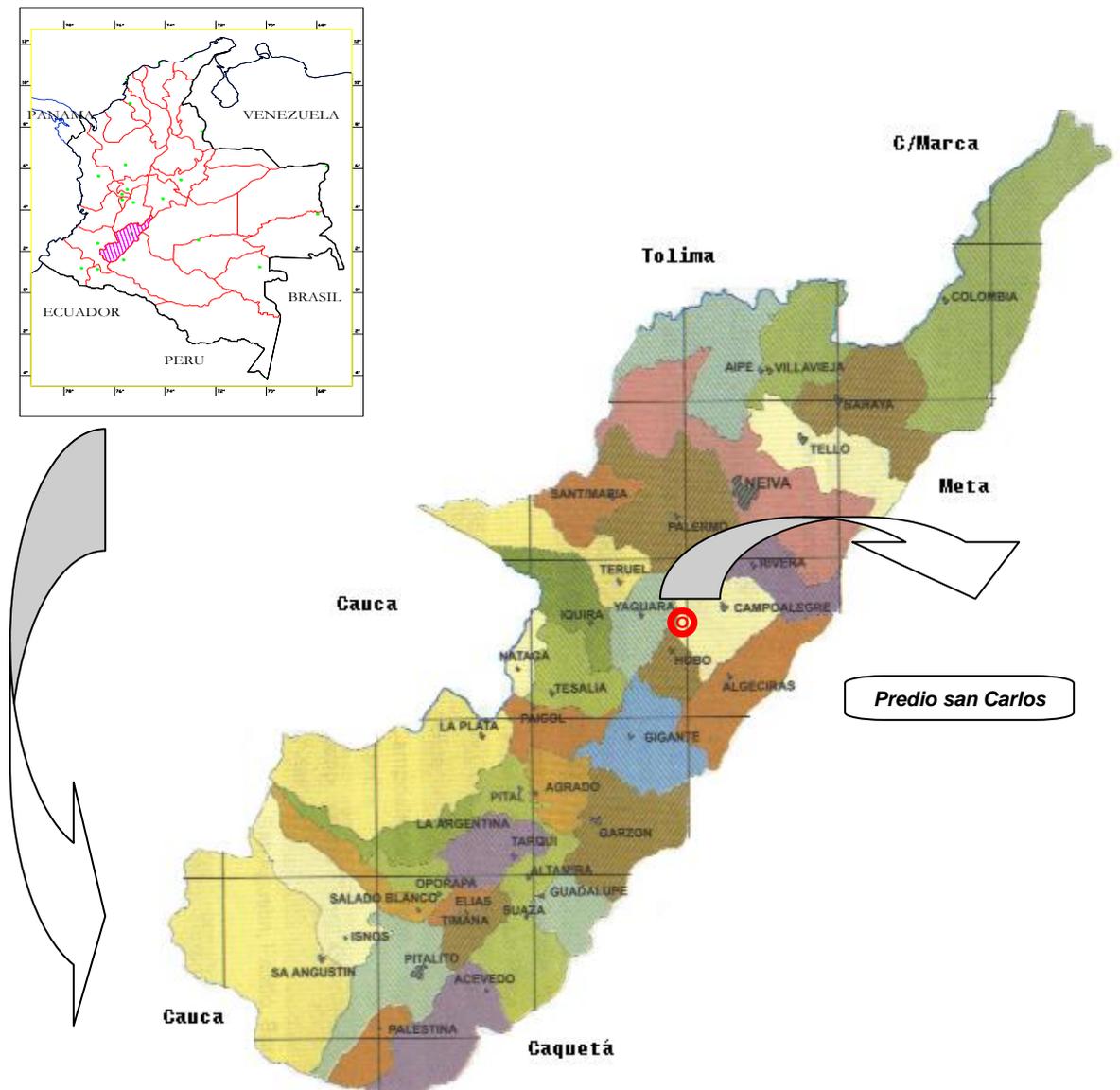


Figura 5. Localización Área del Proyecto.

2.2 Área

El área a beneficiar es de 20,4 has, de las cuales 11,8 has serán adecuadas con el sistema de riego por microaspersión y las 8.6 has restantes con riego por goteo (figura 6).

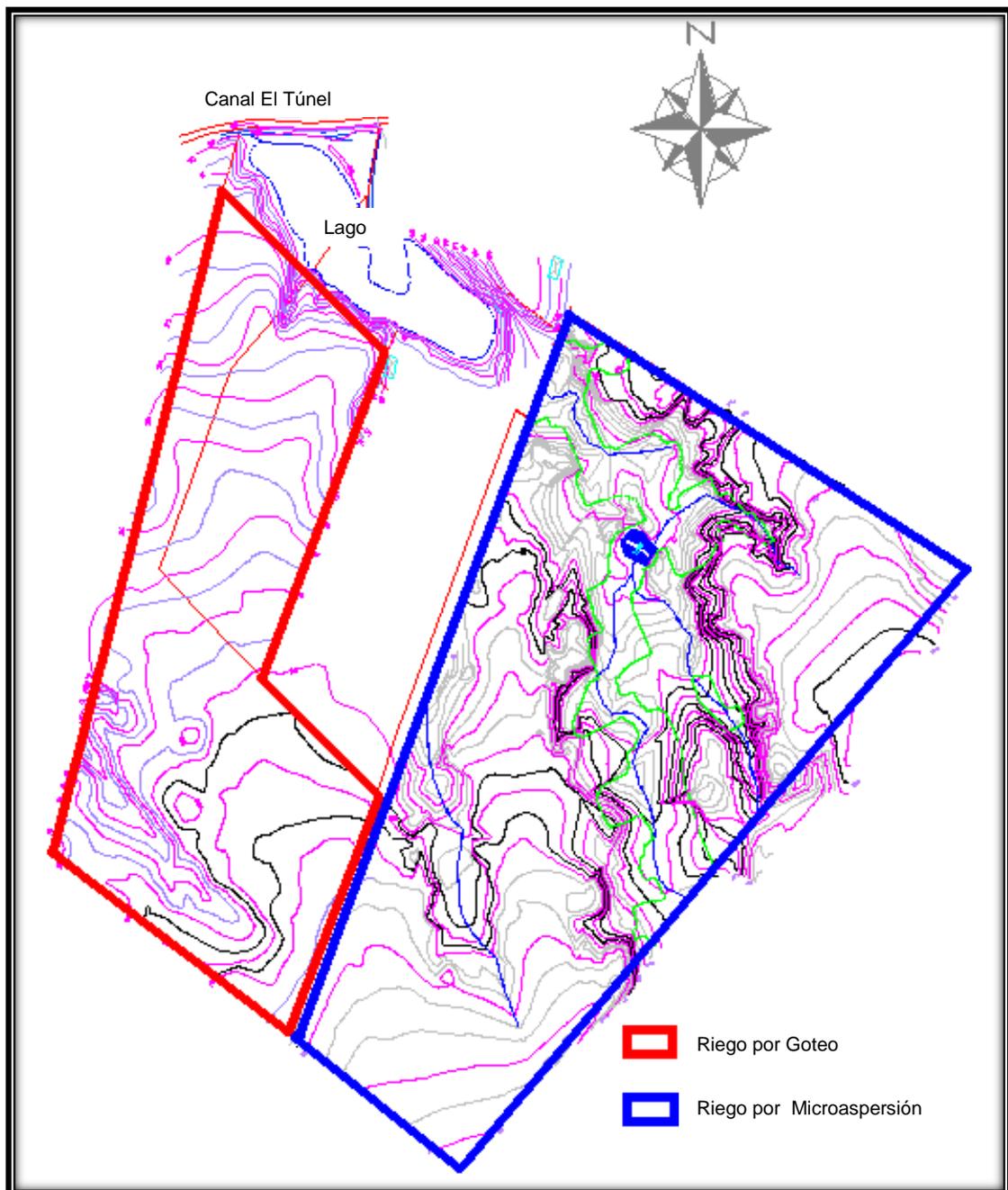


Figura 6. Predio San Carlos.

2.3 Fuente de abastecimiento

Después de realizar una visita a la zona del proyecto se localizó como fuente de suministro el canal El Túnel, el cual abastece un lago donde se almacena el agua a utilizar para el sistema de riego.

2.4 Estudios Básicos

Para la realización del diseño de riego localizado por microaspersión y goteo en el predio San Carlos, se realizó una serie de estudios preliminares los cuales comprenden la primera fase del proyecto, en la cual se basa los diseños del sistema de irrigación.

2.4.1 Topografía

Con un GPS marca Garmin Legend modelo 2006, se tomaron puntos los cuales sirvieron de amarre a la estación total marca Topcon de referencia GTS-212 para el levantamiento planimétrico y altimétrico del área de diseño.

La información recogida en campo se descargó al computador mediante el software CRC, el cual es un programa sencillo y muy práctico para transferencia de datos, después de descargada la información, se procedió al cálculo de coordenadas de los puntos y posteriormente se utilizó el programa Autocad 2000 para la generación del plano en planta.

2.4.2 Suelos

Se realizó una calicata de 1.0 x 1.0 x 1.0 m y se determinó el espesor y las características del suelo como textura, estructura y color de cada uno de los horizontes. Los análisis físicos de los suelos se realizaron en el Laboratorio de Suelos de la Universidad Surcolombiana, los resultados de los análisis se muestran en el Anexo A.

2.4.3 Infiltración

Para determinar la velocidad de infiltración se utilizó el método del anillo infiltrómetro, el cual consiste en introducir un cilindro en la superficie del suelo,

este anillo posee una regla que permite determinar la altura del agua dentro del cilindro. Al inicio del ensayo se coloca una manta plástica que sirve para evitar las alteraciones de la superficie del suelo, posteriormente se procede al llenado del cilindro, se retira dicha manta y se empieza las lecturas en determinados intervalos de tiempo. Luego con los datos registrados en las lecturas se calcula la velocidad de infiltración y se clasifica como se ilustra en la tabla 2.

La Infiltración se calculo con la ecuación descrita por Kostiakov:

$$I = KT^m$$

Donde I es la infiltración, K es la constante de infiltración, T es el tiempo y m es la pendiente de la curva de infiltración.

2.4.4 Conductividad hidráulica

En la determinación de la conductividad hidráulica se utilizo el Método inverso de Auger Hole. Consiste en hacer una perforación de 10 cm. de diámetro en el suelo con un barreno, posteriormente se llena de agua hasta una determinada altura H_1 , y se procede a tomar las mediciones en diferentes tiempos establecidos. El valor de la conductividad hidráulica viene establecido mediante la ecuación:

$$K = \left[\frac{432r \times [\ln(H_1 + r/2) - \ln(H_n + r/2)]}{(t_n - t_1)} \right]$$

Donde K es la conductividad hidráulica en m/día, r radio del pozo en cm, H_1 y H_n altura inicial y final del agua en cm, t_1 y t_n tiempo inicial y final en seg.

La conductividad hidráulica se clasifica según Grassi, C 1976, como se ilustra en la tabla 2.

Tabla 2. Clasificación de la Infiltración y Conductividad hidráulica.

Infiltración (cm/hr)	Conductividad Hidráulica (mm/día)	Clasificación
< 0.1	< 0.024	Muy lenta
0.1 – 0.5	0.024 - 0.12	Lenta
0.5 – 2.0	0.12 - 0.48	Moderadamente lenta
2.0 – 6.3	0.48 - 1.44	Moderada
6.3 – 12.7	1.44 - 2.88	Moderadamente rápida
12.7 – 25.4	2.88 - 4.32	Rápida
> 25.4	> 4.32	Muy rápida

Fuente: Grassi C., *Manual de Drenaje*, 1976.

2.4.5 Climatología

Con base a los requerimientos de información climatológica como temperatura, humedad relativa, brillo solar, precipitación y evaporación, se realizó un listado de las posibles estaciones meteorológicas de influencia en el área del proyecto, siendo la estación los Rosales la más cercana al mismo.

Como parte de la recolección de información, los datos para el balance climatológico se obtuvieron del Instituto de Hidrología, Meteorología y estudios ambientales (IDEAM). (Anexo B)

La metodología empleada para el cálculo de la ETP es la de la radiación propuesta por la FAO, aplicando para periodos de un mes o de diez días.

La evapotranspiración potencial (ETP) es un valor que depende prácticamente del clima de la zona de cultivo y se calcula para las condiciones de un cultivo de referencia. El cálculo de la evapotranspiración potencial se rige mediante la ecuación:

$$ETP = W \times R_s \times c$$

Donde ETP es la evapotranspiración potencial (mm/día), W factor de ponderación, que depende de la temperatura y de la altitud, R_s radiación solar que llega a la superficie de la tierra, expresada en equivalente de evaporación (mm/día) y c factor de ajuste, que depende de valores estimados de la humedad y del viento.

La radiación solar que llega a la superficie de la tierra R_s es una fracción de la radiación extraterrestre R_a , la cual se calcula mediante la ecuación:

$$R_s = (0,25 + 0,50 n/N) \times R_a$$

Donde n/N es la relación entre las horas reales n y las horas máximas posibles N de insolación fuerte y R_a es la radiación extraterrestre que se recibe antes de llegar a la atmosfera.

Los valores de R_a , n/N y W se pueden ver los Anexos C, D y E. El valor de la ETP se calcula gráficamente (Anexo F), en donde se consideran cuatro niveles de humedad relativa media y de velocidad del viento.

2.4.6 Diseño agrícola

- Evapotranspiración del cultivo (Etc)

Para el cálculo de la evapotranspiración del cultivo Etc se ve modificado por la constante K_c del cultivo, que determina las variaciones de la cantidad de agua que las plantas extraen del suelo dependiendo del estado de desarrollo de las mismas. Para determinar la Etc se calcula mediante la ecuación:

$$Etc = ETP \times K_c$$

Donde Etc es la evapotranspiración del cultivo (mm/día), ETP es la evapotranspiración potencial (mm/día) y K_c la constante del cultivo a establecer.

Para la estimación de la Etc se tomaron valores de K_c como se presentan en la tabla 3

Tabla 3. Valores K_c de los cultivos a establecer.

Cultivo	K_c
Aguacate	0,90
Mango	0,80
Maracuyá	0,85
Papaya	0,90

Fuente: *Secretaría de Agricultura y Minería, Gobernación del Huila.*

- Precipitación efectiva (Pe)

La precipitación efectiva mensual media, se calcula en función de la Etc mensual media del cultivo y de la precipitación mensual media. La metodología utilizada para calcular la precipitación efectiva se basa en el método descrito por el “*Soil Conservation Service*” del “*United States Department of Agriculture*” (USDA), mediante las siguientes ecuaciones:

$$Lluvia Efectiva = \left(\frac{Lluvia Real}{125} \right) \times [125 - (0,2 \times Lluvia Real)]; Lluvia Real < 250 mm$$

$$Lluvia Efectiva = 125 + (0,1 \times Lluvia Real); Lluvia Real > 250 mm$$

Para la zona de estudio la ecuación que se adecua es la de la lluvia real superior a 250 mm ya que los promedios de precipitaciones superan este valor, realizándolo con una estimación decadal la cual arroja una proyección más exacta de las necesidades hídricas de los cultivos.

2.5 Diseño de riego

2.5.1 Necesidades hídricas

Para el cálculo de los requerimientos hídricos de los cultivos se tuvieron en cuenta parámetros hidrodinámicos como densidad aparente D_a , capacidad de campo CC , punto de marchitez permanente PMP , tipo de suelo, umbral de riego y profundidad efectiva radicular.

- Lamina de agua aprovechable (LAA)

La Lámina de Agua Aprovechable se determinó para el perfil representativo del área mediante la siguiente ecuación:

$$LAA = \left[\frac{(CC - PMP)}{100} \right] \times \frac{D_a}{D_w} \times Per$$

Donde LAA es la lámina de agua aprovechable (cm), CC es la capacidad de campo del suelo (%), PMP el punto de marchitez permanente del suelo (%), Da la densidad aparente del suelo (gr/cm³), Dw es la densidad del agua (gr/cm³) y Per la profundidad efectiva radicular (cm).

- **Lamina de agua rápidamente aprovechable (LARA) o Lamina neta (Ln)**

La LARA o Ln es la cantidad de agua que se debe colocar en la zona de raíces de las plantas, para llevar el suelo a Capacidad de Campo después de un riego, y que a su vez, corresponderá a la cantidad de agua que puede consumir el cultivo entre dos riegos consecutivos. Para determinar la lámina de agua rápidamente aprovechable se calcula mediante la ecuación:

$$LARA = \frac{(LAA \times NA)}{100}$$

Donde LARA es la lámina de agua rápidamente aprovechable (mm), LAA lámina de agua aprovechable (mm) y NA nivel de agotamiento del suelo (%).

- **Volumen de agua rápidamente aprovechable (VARA)**

La VARA es la lámina de agua rápidamente aprovechable a aplicar por unidad de área y se calcula mediante la ecuación:

$$VARA = LARA \times 10 \text{ m}^3/\text{ha} \times \text{mm}$$

Donde VARA volumen de agua rápidamente aprovechable (m³/ha) y LARA es la lámina de agua rápidamente aprovechable (mm).

- **Lamina bruta (Lb)**

La lámina bruta es la cantidad de agua que debe aplicarse en cada riego a la superficie del terreno, con el fin de asegurar una penetración suficiente que

permita retener en la zona radicular la lámina de agua rápidamente aprovechable (LARA) o lamina neta (Ln).

El cálculo de la lámina bruta se rige mediante la ecuación:

$$Lb = \frac{LARA}{Ea}$$

Donde Lb es la lamina bruta (mm), LARA es la lámina de agua rápidamente aprovechable (mm) y Ea es la eficiencia de aplicación del sistema de riego (%).

La eficiencia de aplicación es la relación entre el volumen de agua que es necesario reponer en la zona de raíces y el volumen aplicado durante el riego, y se expresa como porcentaje. Para el Proyecto, se supone una Ea para microaspersión del 85% y goteo del 90%.

- **Volumen bruto planta (VB)**

El volumen bruto es la cantidad de agua aplicada a una planta entre dos riegos consecutivos, y está determinada por la ecuación:

$$VB = \frac{(Lb \times Ep \times El)}{Fr}$$

Donde VB es el volumen bruto por planta (m³/día), Lb es la lámina bruta (mm), Ep el espaciamiento entre plantas (m), El espaciamiento entre líneas de riego (m) y Fr la frecuencia de riego (días).

- **Frecuencia de riego (Fr)**

La frecuencia de riego permite estimar el número de días transcurridos entre dos riegos consecutivos y corresponde al período en que el cultivo agota la lámina rápidamente aprovechable o lamina neta. Para estimar la frecuencia de riego se calcula mediante la ecuación:

$$Fr = \frac{LARA}{Eto}$$

Donde Fr es frecuencia de riego (días), LARA es la lámina de agua rápidamente aprovechable (mm) y Eto es la evapotranspiración del cultivo (mm/día).

- **Tiempo de riego (Tr)**

Es la estimación de las horas de riego necesarias para llegar a suministrar la lamina de agua rápidamente aprovechable o lamina neta. El tiempo de riego viene determinado según la ecuación:

$$Tr = \frac{VB}{(Nep \times qe)}$$

Donde Tr es el tiempo de riego (horas), VB el volumen bruto por planta (m³/día), Nep el numero de emisores por planta y qe caudal del emisor (m³/hr).

2.5.2 Diseño hidráulico

Al circular el agua por el interior de las tuberías se disipa energía en forma de calor, por el roce del agua contra las paredes de la tubería, a esta disipación de energía se le conoce como pérdida de carga. La pérdida de carga de una tubería depende del caudal circulante o velocidad del agua, del diámetro y la rugosidad de la tubería, la presión inicial o de entrada al tramo y el largo del tramo (Moya, 1998; Gurovich, 2003).

El coeficiente de rugosidad corresponde a un valor que indica la rugosidad del material de la tubería que conduce el agua y se muestra en la tabla 4 (Gurovich, 2003).

Tabla 4. Coeficiente de rugosidad para diferentes materiales de tuberías

Material	Coeficiente de rugosidad
PVC	150
Acero	140
Asbesto-Cemento	135
Hormigón vibrado	130
Plástico corrugado	125
Polietileno	120

Fuente: Fuentes Yague J.L., *Técnicas de Riego*, 1998.

Para el cálculo de las pérdidas de carga unitaria de las tuberías se emplea la ecuación de Hazen Williams:

$$F = 10,665 * \frac{[Q^{1,85}]}{[C^{1,85} \times D^{4,869}]}$$

Donde F es la pérdida de carga unitaria (m/m), Q el caudal (m³ /seg), C coeficiente de rugosidad de la tubería y D diámetro interno de la tubería (m).

Las pérdidas de carga por tramo se estiman mediante la ecuación:

$$J = F \times L$$

Donde J es la pérdida de carga por tramo de tubería (m), F es la pérdida de carga unitaria (m/m) y L es la longitud de la tubería (m).

La velocidad del agua es uno de los factores más determinantes para el dimensionamiento de las tuberías, esta velocidad es calculada mediante la ecuación:

$$V = \frac{Q}{[0,7854 \times (D^2)]}$$

Donde V es la velocidad del agua en la tubería (m/seg) y D es el diámetro interno de la tubería (m).

El cálculo de la red hidráulica se realizó mediante una hoja de cálculo en Excel y el chequeo de pérdidas de presión en los laterales se realizó mediante el software NaanDan 9.5. (Anexo G)

2.5.3 Fuente de potencia

Considerando que el bombeo a instalar es Diesel por la ubicación de la fuente de abastecimiento, el cálculo de la potencia requerida para el funcionamiento del sistema se determinó mediante la ecuación:

$$P = \frac{(Q \times CDT)}{(76 \times EB \times EM)}$$

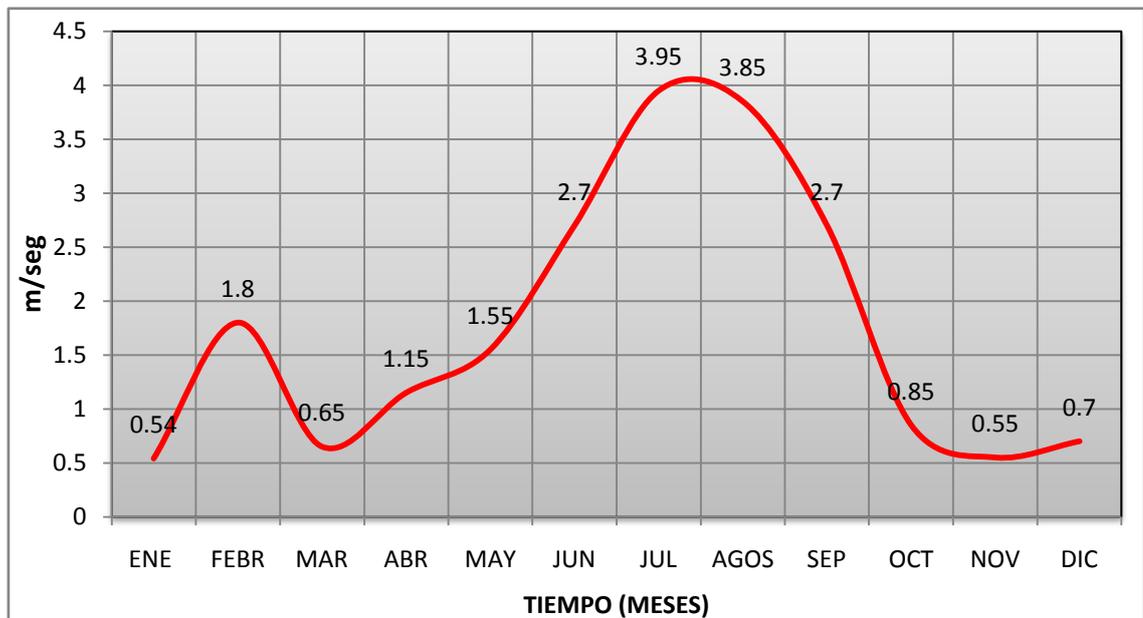
Donde P es la potencia (Hp), Q es el caudal (Lts/seg), CDT es la cabeza dinámica total (m), Eb es la eficiencia de la bomba y Em es la eficiencia del motor.

3. RESULTADOS

3.1 Hidroclimatología

3.1.1 Velocidad del Viento

En la figura 7, se muestra la tendencia de los vientos en cada uno de los meses del año, se puede observar que en los meses de julio y agosto se presentan vientos que se acercan a los 4 m/seg, siendo el mayor registro de velocidad en el año para el periodo de 1974-2005.



Fuente: IDEAM

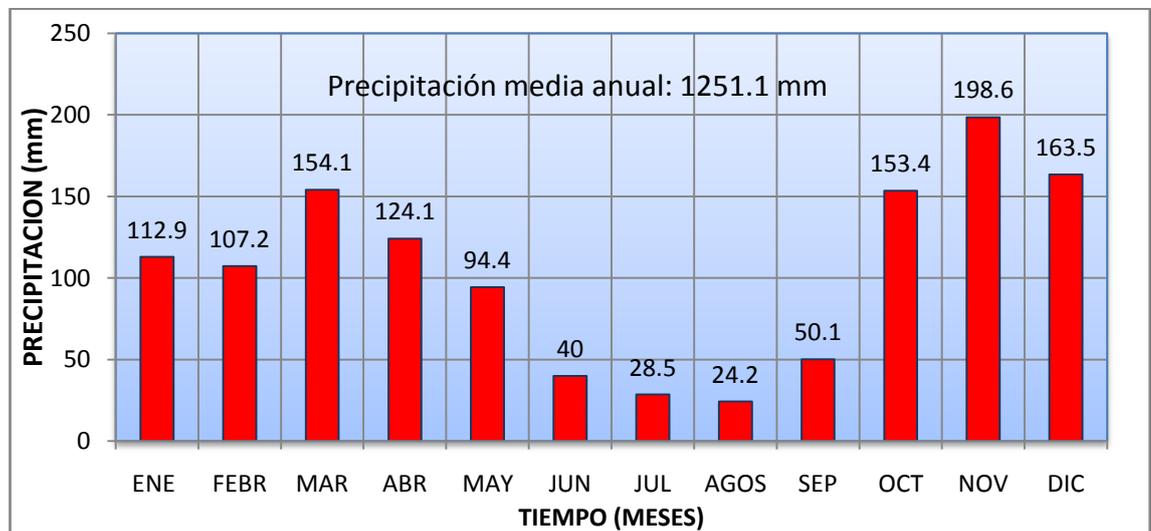
Figura 7. Promedios mensuales multianuales de velocidad del viento Estación Los Rosales

3.1.2 Precipitación

La precipitación es la fuente primaria del agua de la superficie terrestre, y sus mediciones forman el punto de partida de la mayor parte de los estudios concernientes al uso y control del agua. (Aparicio M.1987)

La precipitación en general, se refiere a las formas de humedad producida por la atmosfera y que posteriormente es depositada en la superficie terrestre en forma de lluvia, rocío, nieve, granizo o helada.

En la figura 8, se muestra los promedios de lluvias mensuales multianuales para la estación climatológica Los Rosales. Se observa que el régimen de precipitación del área de influencia del proyecto a través del año tiene un ciclo de carácter bimodal; existen dos períodos de lluvias y dos de verano bien diferenciados, indicando un primer periodo de lluvia menos intenso que el segundo.



Fuente: IDEAM

Figura 8. Promedios mensuales multianuales de precipitación Estación Los Rosales

La temporada de la primera época lluviosa del año comienza a finales del mes de febrero y se extiende hasta mayo, con una pluviosidad menor en comparación del segundo periodo con valores promedio mensuales de unos 124 mm. El segundo periodo de lluvia se presenta en los meses de octubre a diciembre, siendo más fuerte con valores promedio mensuales de unos 172 mm. El mes con más alta precipitación es noviembre, registrado en la Estación Los Rosales un valor de 198,6 mm.

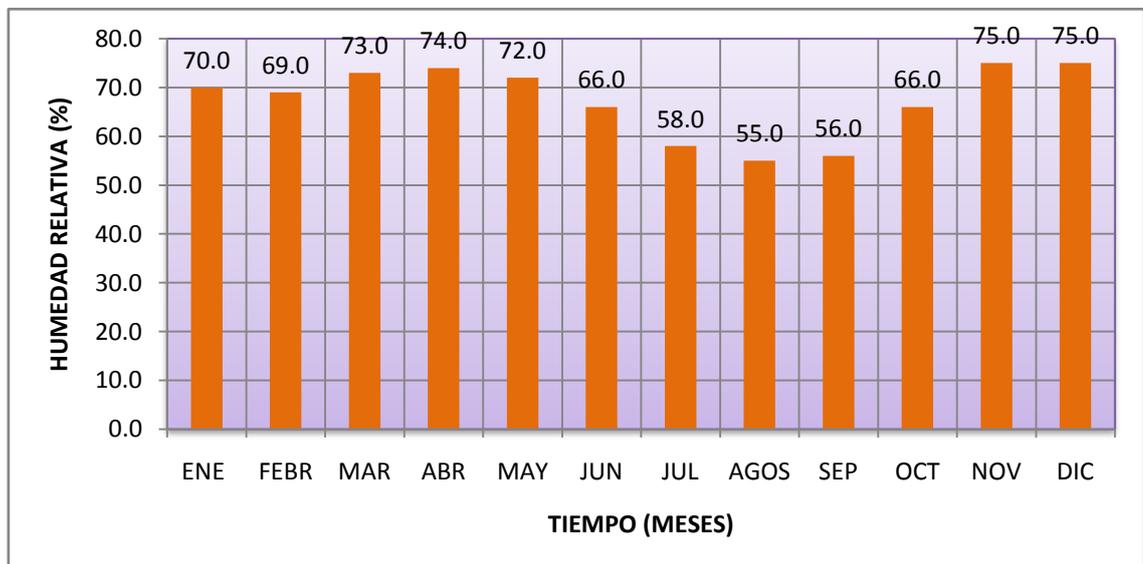
El primer periodo de verano se presenta en el mes de enero y se prolonga hasta finales de febrero, con valores de precipitación mensual promedio

cercanas a los 110 mm, el siguiente periodo de estiaje se inicia en el mes de junio y finaliza en septiembre, con precipitaciones promedio mensuales de 35,7 mm. El mes de menor intensidad pluviométrica es agosto con una precipitación promedio mensual de 24,2 mm, siendo este el mes de mayor requerimiento hídrico para los cultivos.

3.1.3 Humedad Relativa

El comportamiento de la humedad relativa obedece a un régimen asociado al de la temperatura, donde al incrementarse esta última, aumenta la capacidad atmosférica de retener vapor de agua y si ésta no recibe aportes adicionales de vapor, la humedad disminuye. (Guilo A, 1994)

En la figura 9, se muestra los promedios mensuales multianuales de humedad relativa en la estación climatológica Los Rosales. Se observa que la humedad relativa media mensual a nivel multianual en la Estación es de 67%, presentándose valores mínimos en los meses de agosto y septiembre, con valores de 55% y 56% respectivamente, valores que corresponden a los periodos secos del año. El valor máximo a nivel mensual multianual se presenta en los meses de noviembre y diciembre, con un valor del 75%.



Fuente: IDEAM

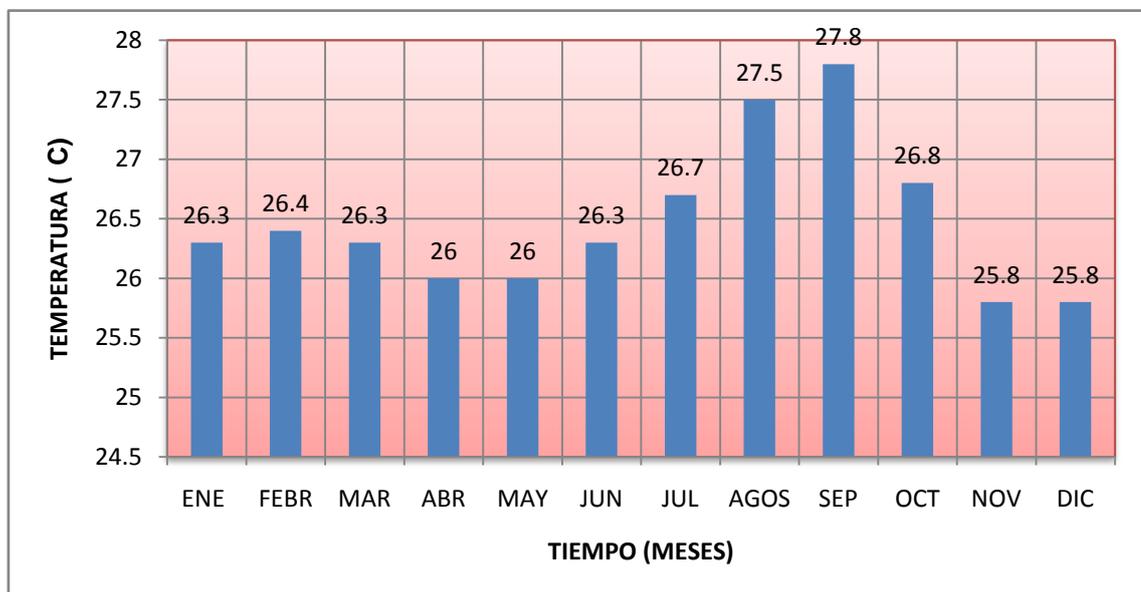
Figura 9. Promedios mensuales multianuales de Humedad Relativa Estación Los Rosales

La humedad relativa se encuentra regulada por el ciclo solar diario, de tal forma que los valores mínimos de humedad se presentan cuando la temperatura marca su máxima nivel diario, cuando la temperatura es mínima la humedad relativa registra su máximo valor.

3.1.4 Temperatura

La temperatura es considerada como uno de los parámetros climáticos de mayor importancia puesto que controla el nivel de evaporación, la humedad relativa y la dirección de los vientos. Además, influye en los factores hidrológicos, biológicos y económicos de una región.

En la figura 10, se muestra los promedios mensuales multianuales de la temperatura en la estación anteriormente mencionada. De acuerdo con el gráfico, los meses de mayor temperatura corresponden a agosto y septiembre con valores de 27,5°C y 27,8°C respectivamente, los meses de menor temperatura son noviembre y diciembre con una temperatura igual a 25,8°C.



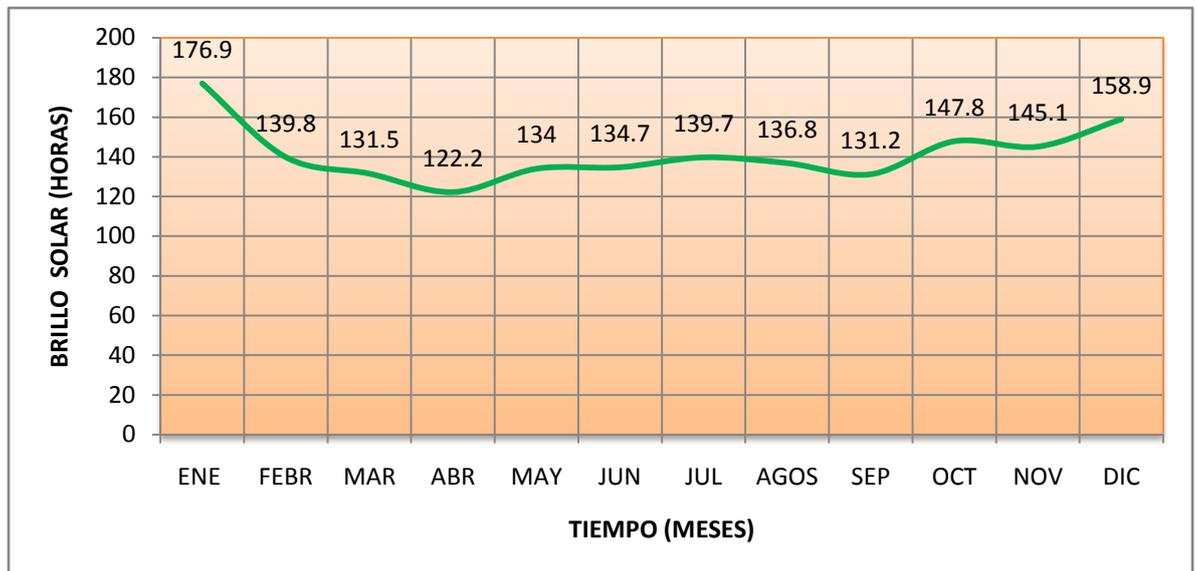
Fuente: IDEAM

Figura 10. Promedios mensuales multianuales de Temperatura Estación Los Rosales

3.1.5 Brillo Solar

Otro de los parámetros conocidos es la duración del día, es decir el número de horas que los rayos luminosos llegan a la tierra como fuente de energía. El comportamiento de este parámetro es independiente de la nubosidad y esta, a su vez, es independiente del régimen de vientos.

En la figura 11, se muestra la variación mensual anual de las horas en que los rayos llegan a la tierra. Se observa que en el mes de enero se presenta el número más alto de horas con un valor de 176,9.



Fuente: IDEAM

Figura 11. Promedios mensuales multianuales de Brillo solar Estación Los Rosales.

3.2 Balance hídrico climático

Con el fin de conocer las insuficiencias hídricas en el área del proyecto, se realiza el balance a nivel mensual. Este balance muestra las condiciones hídricas promedio en la zona y se utiliza principalmente para la clasificación climática.

Partiendo de los datos de temperatura, velocidad del viento, radiación solar y

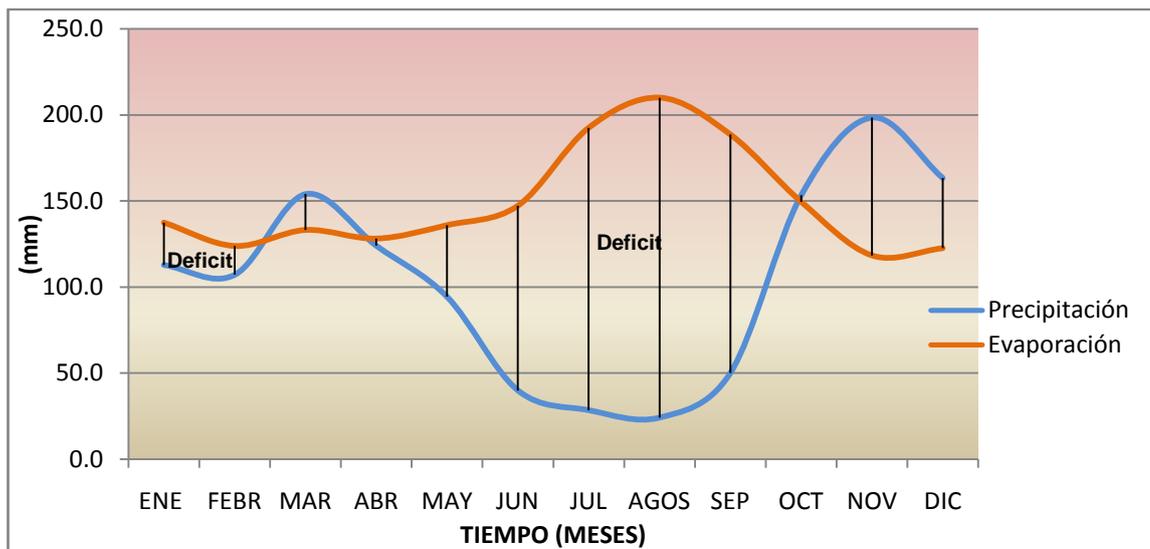
humedad relativa de la estación Los Rosales, se cálculo mediante el método de la radiación los valores de Evapotranspiración Potencial media. Los meses de julio y agosto son los de mayor Evapotranspiración, con valores que oscilan entre 130,20 mm y 133,61 mm, siendo estos los de mayor déficit en todo el año (Tabla 5).

Tabla 5. Evapotranspiración potencial mensual ETP método de la Radiación.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Vel. viento (m/seg)	0,54	1,80	0,65	1,15	1,55	2,70	3,95	3,85	2,70	0,85	0,55	0,70
T (°C)	26,30	26,40	26,30	26,00	26,00	26,30	26,70	27,50	27,80	26,80	25,80	25,80
Hr (%)	72,00	67,00	74,00	73,50	71,50	66,00	62,50	59,00	59,00	66,00	75,00	74,00
Ra	14,70	15,30	15,60	15,30	14,60	14,20	14,30	14,90	15,30	15,30	14,80	14,40
W	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,77	0,77	0,78	0,76	0,76	0,76
n (hr)	5,71	5,00	4,24	4,07	4,32	4,49	4,51	4,41	4,37	4,77	4,84	5,13
N (hr)	12,00	12,00	12,10	12,10	12,20	12,20	12,20	12,20	12,10	12,10	12,00	12,00
n/N	0,48	0,42	0,35	0,34	0,35	0,37	0,37	0,36	0,36	0,39	0,40	0,43
Rs	7,17	7,01	6,63	6,40	6,24	6,16	6,22	6,42	6,59	6,84	6,68	6,68
W * Rs	5,45	5,33	5,04	4,86	4,74	4,68	4,79	4,94	5,14	5,20	5,08	5,07
ETP (mm/día)	3,90	4,00	3,70	3,40	3,35	3,85	4,20	4,31	4,30	3,90	3,65	3,62
ETP (mm/mes)	120,90	112,00	114,70	102,00	103,85	115,50	130,20	133,61	129,00	120,90	109,50	112,22

Fuente: Elaboración Propia.

En la figura 12, se muestra el balance hídrico climático a partir del comportamiento de la precipitación y la evaporación media mensual multianual. Existen dos periodos de déficit hídrico durante todo el año, el primero se presenta en el mes de enero y febrero con 41,30 mm y el segundo a mediados de abril hasta septiembre con un valor de 641,6 mm siendo este periodo el más crítico del año. Por otro lado se presenta en el mes de marzo un valor positivo de precipitación de 20,9 mm, mientras que en los meses más lluviosos se presentan en los meses de octubre a diciembre con un valor de 124,9 mm. Bajo estas condiciones existe una dependencia del riego para el desarrollo de cultivos a establecer.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 12. Balance hídrico climático, Estación Los Rosales.

3.3 Balance hídrico agrícola

Los valores climáticos para el cálculo de la evapotranspiración del cultivo ETC se estimaron de una forma decadal, la cual presenta un mayor exactitud de las necesidades hídricas durante el mes.

En la tabla 6, se presentan los valores medios decadales de precipitación, humedad relativa, temperatura y brillo solar, en la estación Los Rosales para el periodo 2003-2007. En el Anexo H se presenta los valores diarios de los parámetros climáticos.

Con los valores decadales se procedió a calcular el valor de la evapotranspiración potencial ETP mediante el método de la radiación, posteriormente con las constantes Kc de los cultivos (tabla 3) se determina la evapotranspiración del cultivo ETC.

Tabla 6. Valores medios decadales de precipitación, humedad relativa, temperatura y brillo solar, Estación Los Rosales.

	DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Precipitación	(1-10)	29,87	30,01	37,74	48,9	12,64	19,29	11,06	2,97	9,37	23,89	44,66	88,67
	(11-20)	35,36	35,87	69,83	85,81	9,25	7,21	4,91	4,58	6,2	52,75	86,27	148,71
	(21-30)	14,25	22,84	32,65	53,05	26,57	9,18	25,14	24,48	18,53	133,22	68,45	43,59
Humedad Relativa	(1-10)	71,09	70,31	70,89	77,67	74,36	71,53	59,51	51,29	50,48	66,91	80,14	82,16
	(11-20)	76,4	69,07	73,09	76,74	71,06	66,66	58,45	49,09	48,49	72,16	82,51	83,29
	(21-30)	75,43	68,84	77,95	79,98	72,46	66,59	59,19	50,58	53,99	77,84	80,84	78,82
Temperatura	(1-10)	26,42	26,5	26,05	25,81	25,99	25,97	27,17	27,66	27,94	27,59	25,59	25,34
	(11-20)	26,34	27,18	26,59	25,89	26,37	26,42	26,75	28,13	28,41	26,74	25,02	25,01
	(21-30)	26,49	27,34	26,24	25,3	26,01	26,47	27,12	28,44	27,79	25,73	25,69	25,43
Brillo solar	(1-10)	5,39	5,59	3,02	2,92	3,96	3,75	4,47	3,58	4,66	4,29	4,58	4,68
	(11-20)	4,88	5,96	3,7	3,36	3,48	3,59	4,16	4,17	3,32	5,19	3,9	4,22
	(21-30)	5,99	4,6	2,62	3,01	4,41	3,39	4,17	4,62	3,41	4,54	5,24	4,88

Fuente: IDEAM

Tabla 7. Evapotranspiración potencial media decadal, Estación Los Rosales.

MES	ENE			FEB			MAR			ABR			MAY			JUN			
	DIA	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-28	1-10	11-20	21-31	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-31	1-10	11-20	21-30
T (°C)	26,4	26,3	26,5	26,5	27,18	27,34	26,05	26,59	26,24	25,81	25,89	25,30	25,99	26,37	26,01	25,97	26,42	26,47	
Hr (%)	71,1	76,4	75,4	70,3	69,1	68,8	70,9	73,1	78,0	77,7	76,7	80,0	74,4	71,1	72,5	71,5	66,7	66,6	
Ra		14,70			15,30			15,60			15,30			14,60			14,20		
W	0,76	0,76	0,76	0,76	0,77	0,77	0,76	0,76	0,76	0,75	0,75	0,75	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76
n	5,39	4,88	5,99	5,59	5,96	4,60	3,02	3,70	2,62	2,92	3,36	3,01	3,96	3,48	4,41	3,75	3,59	3,39	
N		12,00			12,00			12,10			12,10			12,20			12,20		
n/N	0,45	0,41	0,50	0,47	0,50	0,38	0,25	0,31	0,22	0,24	0,28	0,25	0,32	0,29	0,36	0,31	0,29	0,28	
Rs	6,98	6,66	7,34	7,39	7,63	6,75	5,85	6,29	5,59	5,67	5,95	5,73	6,02	5,73	6,29	5,73	5,64	5,52	
W*Rs	5,30	5,06	5,58	5,62	5,87	5,20	4,45	4,78	4,25	4,25	4,46	4,30	4,58	4,36	4,78	4,36	4,28	4,20	
ETP (mm/día)	4,0	3,6	4,2	4,0	4,3	4,2	3,0	3,6	2,9	2,9	3,0	3,2	3,4	3,3	3,6	3,3	3,7	3,7	

Continuación de tabla 7.

MES	JUL			AGOS			SEP			OCT			NOV			DIC			
	DIA	1-10	11-20	21-31	1-10	11-20	21-31	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-31	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-31
T (°C)	27,17	26,75	27,12	27,66	28,13	28,44	27,94	28,41	27,79	27,59	26,74	25,73	25,59	25,02	25,69	25,34	25,01	25,43	
Hr (%)	59,5	58,4	59,2	51,3	49,1	50,6	50,5	48,5	54,0	66,9	72,2	77,8	80,1	82,5	80,8	82,2	83,29	78,82	
Ra		14,30			14,90			15,30			15,30			14,80			14,40		
W	0,77	0,76	0,77	0,77	0,78	0,78	0,77	0,78	0,77	0,77	0,76	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	
n	4,47	4,16	4,17	3,58	4,17	4,62	4,66	3,32	3,41	4,29	5,19	4,54	4,58	3,90	5,24	4,68	4,22	4,88	
N		12,20			12,20			12,10			12,10			12,00			12,00		
n/N	0,37	0,34	0,34	0,29	0,34	0,38	0,39	0,27	0,28	0,35	0,43	0,37	0,38	0,32	0,44	0,39	0,35	0,41	
Rs	6,19	6,01	6,02	5,91	6,27	6,55	6,77	5,92	5,98	6,54	7,11	6,69	6,52	6,10	6,93	6,41	6,13	6,53	
W*Rs	4,77	4,57	4,63	4,55	4,89	5,11	5,21	4,62	4,61	5,04	5,40	5,02	4,89	4,58	5,20	4,81	4,60	4,90	
ETP (mm/día)	4,0	3,9	4,0	4,3	4,7	4,9	4,9	4,5	4,5	4,0	3,9	4,0	3,5	3,2	3,6	3,4	3,3	3,6	

Fuente: Elaboración Propia.

Los valores de la evapotranspiración del cultivo ETc se presentan en la tabla 8, en esta se observa que en los últimos diez días del mes de agosto se presenta un mayor requerimiento de agua en los cultivos.

Tabla 8. Evapotranspiración de los cultivos a establecer (ETc).

	MES		ENE			FEB			MAR			ABR			MAY			JUN		
	DIA	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-28	1-10	11-20	21-31	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-31	1-10	11-20	21-30	
<i>kc Aguacate</i>			0,90			0,90			0,90			0,90			0,90			0,90		
<i>kc Mango</i>			0,80			0,80			0,80			0,80			0,80			0,80		
<i>kc Papaya</i>			0,90			0,90			0,90			0,90			0,90			0,90		
<i>kc Maracuyá</i>			0,85			0,85			0,85			0,85			0,85			0,85		
<i>ETc Aguacate (mm)</i>	36,00	32,40	37,80	36,00	38,70	30,24	27,00	32,40	28,71	26,10	27,00	28,80	30,60	29,70	35,64	29,70	33,30	32,85		
<i>ETc Mango (mm)</i>	32,00	28,80	33,60	32,00	34,40	33,60	24,00	28,80	23,20	23,20	24,00	25,60	27,20	26,40	28,80	26,40	29,60	29,20		
<i>ETc Papaya (mm)</i>	36,00	32,40	37,80	36,00	38,70	30,24	27,00	32,40	28,71	26,10	27,00	28,80	30,60	29,70	35,64	29,70	33,30	32,85		
<i>ETc Maracuyá (mm)</i>	34,00	30,60	35,70	34,00	36,55	35,70	25,50	30,60	24,65	24,65	25,50	27,20	28,90	28,05	30,60	28,05	31,45	31,03		

Continuación de tabla 8.

	MES		JUL			AGOS			SEP			OCT			NOV			DIC		
	DIA	1-10	11-20	21-31	1-10	11-20	21-31	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-31	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-31	
<i>kc Aguacate</i>			0,90			0,90			0,90			0,90			0,90			0,90		
<i>kc Mango</i>			0,80			0,80			0,80			0,80			0,80			0,80		
<i>kc Papaya</i>			0,90			0,90			0,90			0,90			0,90			0,90		
<i>kc Maracuyá</i>			0,85			0,85			0,85			0,85			0,85			0,85		
<i>ETc Aguacate (mm)</i>	36,00	35,10	39,11	38,70	42,30	48,51	44,10	40,50	40,50	36,00	35,10	36,00	31,50	28,80	32,40	30,60	29,70	32,40		
<i>ETc Mango (mm)</i>	32,00	31,20	31,60	34,40	37,60	39,20	39,20	36,00	36,00	32,00	31,20	32,00	28,00	25,60	28,80	27,20	26,40	28,80		
<i>ETc Papaya (mm)</i>	36,00	35,10	39,11	38,70	42,30	48,51	44,10	40,50	40,50	36,00	35,10	36,00	31,50	28,80	32,40	30,60	29,7	32,4		
<i>ETc Maracuyá (mm)</i>	34,00	33,15	33,58	36,55	39,95	41,65	41,65	38,25	38,25	34,00	33,15	34,00	29,75	27,20	30,60	28,90	28,05	30,60		

Fuente: Elaboración Propia.

Con los valores de la precipitación media decadal se calcula la precipitación efectiva, mediante la ecuación de la “Soil Conservation Service” del “United States Department of Agriculture” (USDA), la cual aplica para la zona del proyecto con una precipitación media mensual menor a 250 mm.

En la tabla 9 se describen los valores de la precipitación efectiva (Pe) media decadal, estación Los Rosales para el periodo 2003-2007.

Tabla 9. Precipitación efectiva (Pe) media decadal.

<i>MES</i>	<i>ENE</i>			<i>FEB</i>			<i>MAR</i>			<i>ABR</i>			<i>MAY</i>			<i>JUN</i>		
<i>DIAS</i>	10	20	30	10	20	28	10	20	31	10	20	30	10	20	31	10	20	30
<i>PE</i>	28,4	33,4	13,9	28,6	33,8	22,0	35,5	62,0	30,9	45,1	74,0	48,5	12,4	9,1	25,4	18,7	7,1	9,0

Continuación de tabla 9.

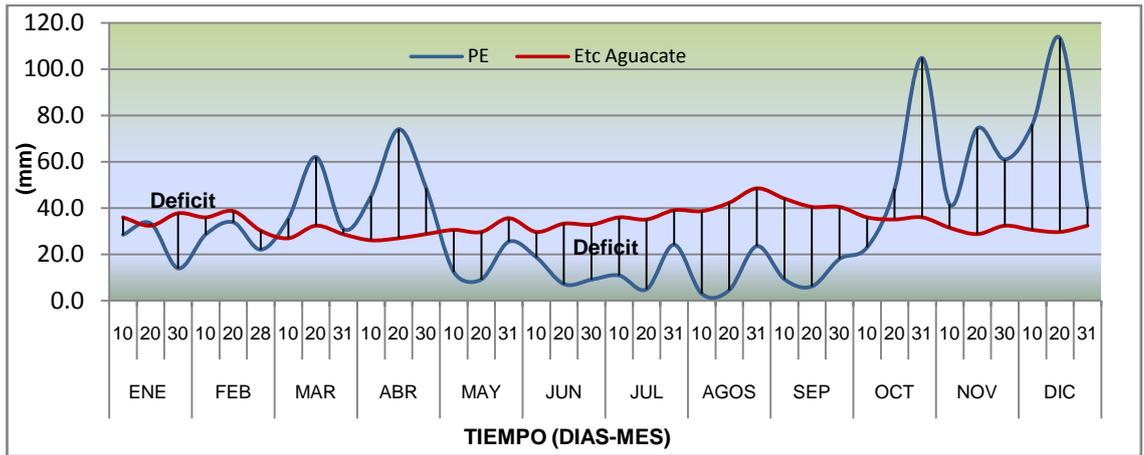
<i>MES</i>	<i>JUL</i>			<i>AGOS</i>			<i>SEP</i>			<i>OCT</i>			<i>NOV</i>			<i>DIC</i>		
<i>DIAS</i>	10	20	31	10	20	31	10	20	30	10	20	31	10	20	30	10	20	31
<i>PE</i>	10,9	4,9	24,1	3,0	4,5	23,5	9,2	6,1	18,0	23,0	48,3	104,8	41,5	74,4	61,0	76,1	113,3	40,5

Fuente: Elaboración Propia.

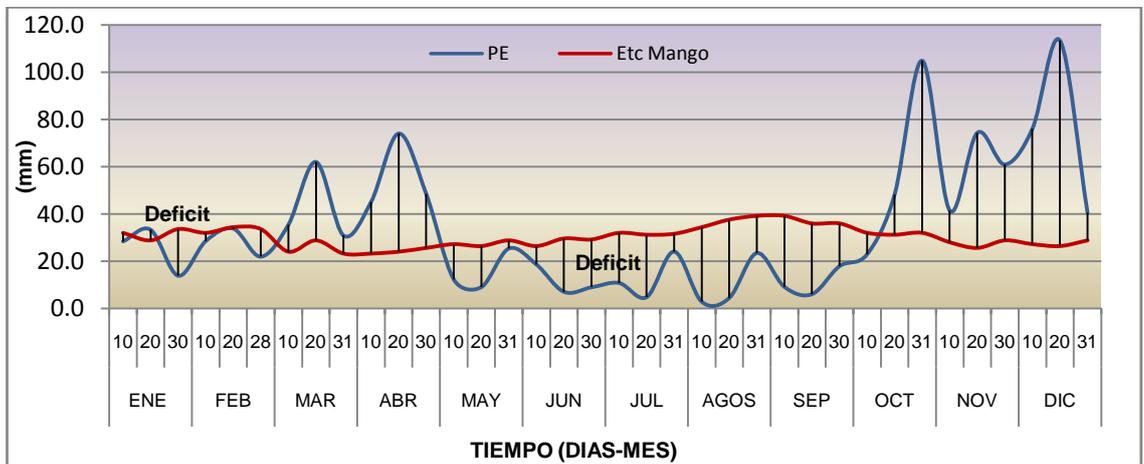
En las figuras 13 al 16, se muestra el balance hídrico agrícola a partir de la distribución de la precipitación efectiva (Pe) y la evapotranspiración del cultivo (ETc) media decadal del aguacate, mango, papaya y maracuyá.

Se observa que el primer periodo de déficit hídrico del año para los cultivos se presenta a mediados del mes de enero llegando hasta finales de febrero, con valores para el aguacate, mango, papaya y maracuyá de 44,4 mm, 35,3 mm, 44,4 mm y 43,6 mm y el segundo periodo de estiaje es el más prolongado y de mayor intensidad con valores de 383,59 mm, 307,78 mm, 383,59 mm y 340,08 mm respectivamente, demandando irrigación.

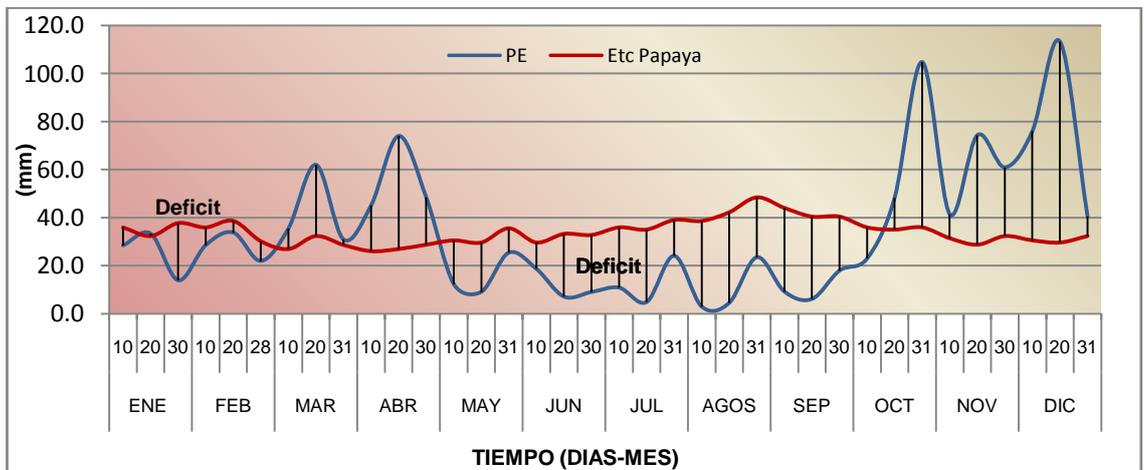
Los valores de alta pluviometría se presentan en dos periodos, el primero en los meses de marzo a abril con excesos de 126,07 mm, 147,28 mm, 126,07 mm y 137,98 mm y el segundo periodo de a mediados del mes de octubre hasta el mes de diciembre, meses de más alta intensidad con valores de 303,37 mm, 331,87 mm, 303,37 mm y 317,62 mm respectivamente.



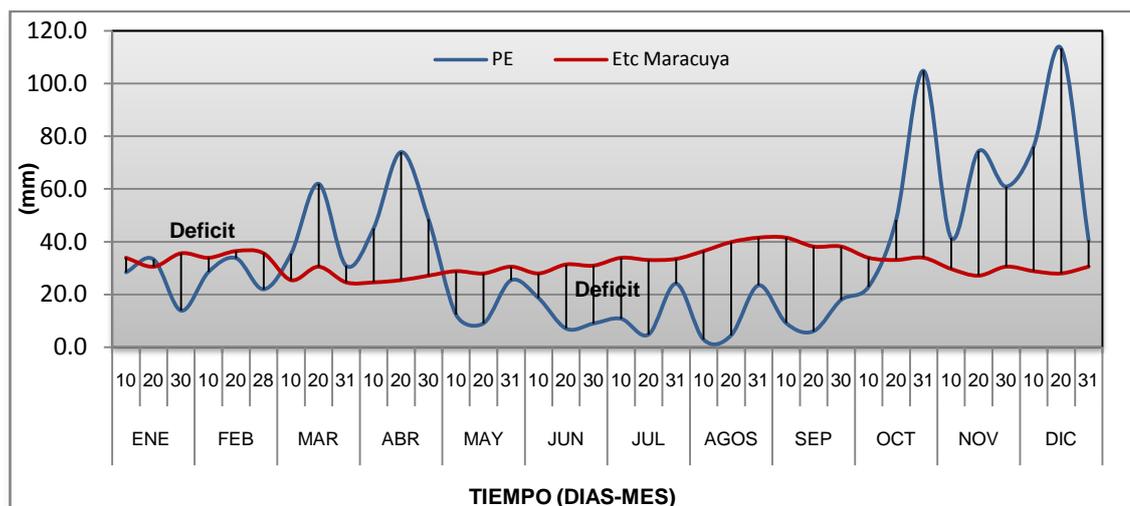
Fuente: Elaboración Propia.
 Figura 13. Balance hídrico agrícola cultivo de aguacate.



Fuente: Elaboración Propia.
 Figura 14. Balance hídrico agrícola cultivo de mango.



Fuente: Elaboración Propia.
 Figura 15. Balance hídrico agrícola cultivo de papaya.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 16. Balance hídrico agrícola cultivo de maracuyá.

3.4 Propiedades físicas e hidrodinámicas

3.4.1 Análisis físico de suelos

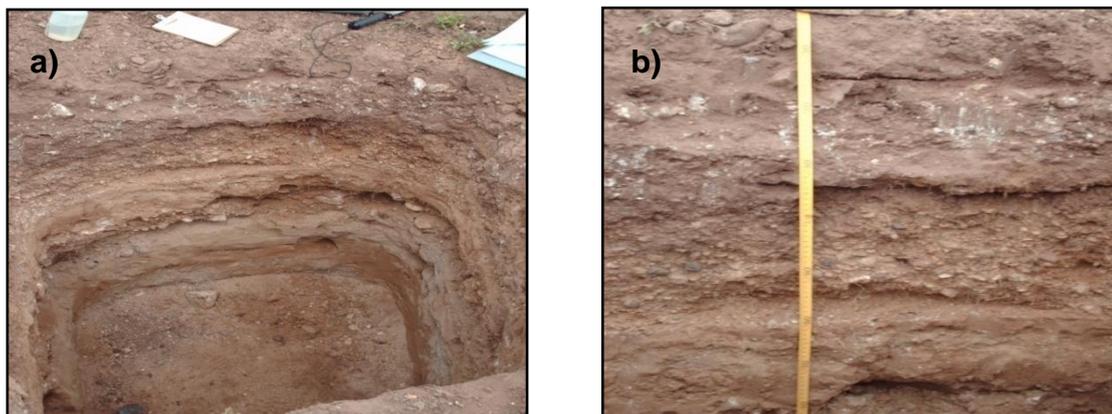
Los suelos del predio San Carlos son de textura franco arenosa con una densidad aparente alta y una baja retención de humedad. Los valores de proporción de arena, limos y arcilla encontrados en los dos puntos de muestreo presentan una gran similitud, lo cual demuestran una homogeneidad en sus proporciones y en su textura, así como los valores de densidad aparente, y retención de humedad al punto de marchitez permanente. En la tabla 10, se presentan los resultados de las pruebas físicas en los dos puntos de muestreo del predio San Carlos.

Tabla 10. Pruebas físicas de suelo, Predio San Carlos.

Lote	Fracción (%)	Textura	Densidad Aparente (g/cm ³)	Densidad Real (g/cm ³)	Humedad (%) CC 0.03 Mpa	Humedad (%) PMP 1,5 Mpa
L1	A : 78.3 L: 9.7 Ar: 12.0	Franco Arenoso	1.52	2.41	14.29	7.73
L2	A : 76.3 L: 11.7 Ar: 12.0	Franco Arenoso	1.45	2.41	14.85	8.26

Fuente: Elaboración Propia.

La presencia de partículas de arena gruesa, de raíces y de microorganismos en los primeros 15 cm y hasta los 40 cm de horizonte da muestra que el suelo cuenta con buena aireación interna y buen drenaje. En las fotos 1 y 2 se presentan la calicata de muestreo en donde se realizó el muestreo y la clasificación de los diferentes horizontes del suelo.



Fotos 1 y 2. Perfil del suelo en el Predio San Carlos.

a) Suelo franco arenoso con escasa capa vegetal, y b) Perfil con alta presencia de grava y arena.

Tabla 11. Descripción de los estratos del suelo, predio San Carlos

HORIZONTE (cm)	DESCRIPCIÓN
0-15	10YR4/4, Franco Arenoso, estructura en bloques subangulares de tamaño mediano con partículas abundantes de arena gruesa y raíces finas. Presencia de organismos.
15-20	Horizonte de transición, abundante grava con diámetro mayor a 1 cm en matriz de arena. Presencia de raíces finas.
20-40	10YR4/6, horizonte arenoso sin estructura, gravas con diámetro mayor a 1.5 cm, presencia de raíces
40-55	Horizonte arenoso con presencia de gravas con diámetro menor a 3 cm, se observan rocas aisladas de diámetro mayor a 8 cm.
55-80	10 YR 5/8 horizonte con presencia de arenas muy finas Material suelto

Fuente: Elaboración Propia.

3.4.2 Pruebas de infiltración

Se realizaron cuatro pruebas de infiltración en el predio San Carlos, las cuales se distribuyeron uniformemente en los lotes donde se establecerán los cultivos,

debido a la formación estructural y textural del suelo las velocidades de infiltración del agua en los puntos de muestreo determinan una clasificación de moderado a rápido, con lo que permite comprobar un índice alto de infiltración teniendo concordancia con las pruebas texturales. En la foto 3, se puede observar el montaje de las pruebas de infiltración en el predio San Carlos.



Foto 3. Montaje Prueba de infiltración.

En la figura 17, se presenta las cuatro curvas de infiltración correspondientes a las cuatro pruebas hechas en campo. (Anexo I)

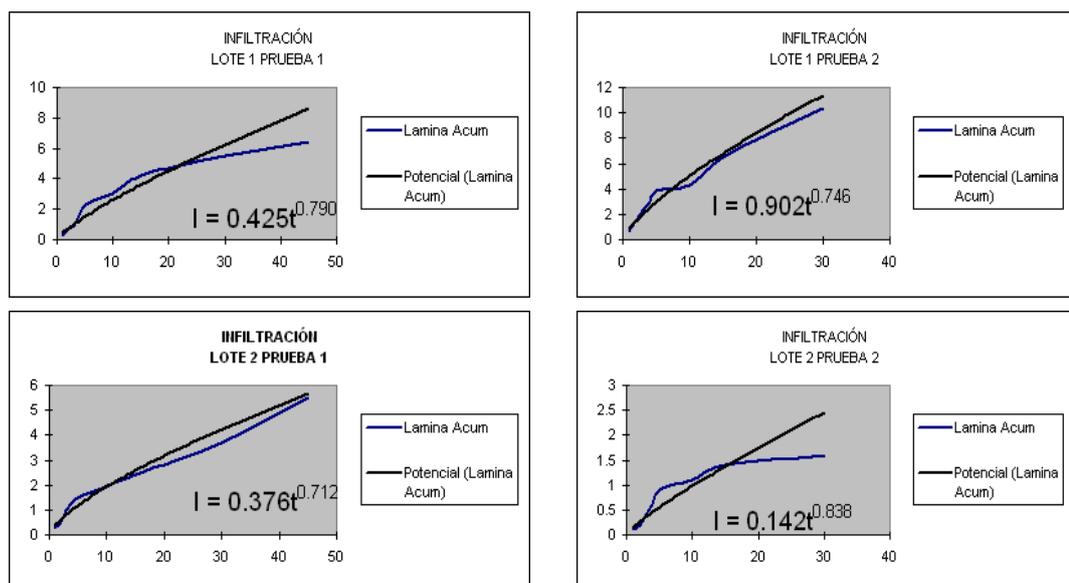


Figura 17. Curvas de infiltración.

Los resultados de las pruebas en el lote 1 arrojó una velocidad de infiltración de 9,06 cm/hr y 17,02 cm/hr clasificándola como moderadamente rápida y rápida, respectivamente. Las pruebas del lote 2 dieron resultados de 5,37 cm/hr y 4,12 cm/hr clasificándola en moderada, lo cual indica una disminución en el porcentaje de arena presente en el suelo en esta parte del predio.

3.4.3 Prueba de conductividad hidráulica

El movimiento del agua en el suelo en el predio San Carlos arroja como resultado una clasificación muy rápida, debido a que la gran mayoría de constitución textural es arena.

Los resultados de las dos pruebas de conductividad hidráulica realizadas en el predio San Carlos, dan como resultado que el lote 1 tiende a tener una conductividad hidráulica mucho mayor al lote 2, pero según la clasificación de Grassi, C 1976, los dos son de tendencia a ser muy rápida, teniendo afinidad con el cuadro textural de los suelos del predio del proyecto. (Anexo J)

En la foto 4, se ilustra el montaje de las pruebas de conductividad hidráulica en el predio San Carlos.



Foto 4. Montaje Prueba Conductividad hidráulica.

3.5 Caudal de diseño (Qd)

Basado en los resultados de los cálculos de los requerimientos hídricos de los cultivos a establecer y teniendo en cuenta la oferta hídrica de la fuente de abastecimiento se obtiene un caudal de diseño (Qd) de 0,0167 m³/seg.

3.6 Fuente de abastecimiento

La fuente de abastecimiento definida para el proyecto es el canal El Túnel, de allí el agua es almacenada en un reservorio ubicado al costado norte del predio y en donde se ubicara la fuente de potencia del proyecto. El caudal adjudicado por la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM) en época de estiaje es de 0,0180 m³/seg, caudal base como oferta hídrica del proyecto.

En la foto 5, se presenta un medidor de caudal en el canal El Túnel, este medidor tiene como función suministrar al predio el caudal adjudicado por las autoridades ambientales, este caudal es almacenado en el reservorio del predio San Carlos.



Foto 5. Medidor de caudal fuente de abastecimiento del proyecto, Canal El Túnel.

En la foto 6, se presenta el reservorio del predio San Carlos, se observa que este lago presenta una alta densidad de plantas acuáticas la cual puede ocasionar problemas en los emisores de los sistemas de riego de alta frecuencia.



Foto 6. Reservorio cubierto con plantas acuáticas (Eutroficación).

El reservorio tiene como dimensiones un área aproximada de 10000 m² con una profundidad promedio de 1 m y un volumen de almacenamiento estimado en 10000 m³.

3.6.1 Calidad del agua

Como fuente final de suministro de agua para riego de los cultivos será el reservorio del predio en donde se ubicara la fuente de potencia, el agua que allí se almacena presenta unas características óptimas, ya que las partículas en suspensión se precipitan al fondo del lago; por otro lado el lago presenta una invasión severa de plantas acuáticas.

3.7 Sistema de filtrado

El sistema de filtrado se seleccionó teniendo en cuenta las condiciones de la fuente de suministro de agua y el caudal a transportar, en este caso el reservorio se encuentra con presencia de plantas acuáticas lo que exige un sistema de filtros mucho más eficientes, para ello se empleara dos filtros de arena marca Mondragón de 30 a 50 m³/hr con un tamaño nominal de 3"/36" y un diámetro de vaso de 900 mm, por otro lado un filtro de malla marca Mondragón 4"S de 80 m³/hr (Anexo Q).

El esquema del sistema de filtrado se muestra en el anexo R.

3.8 Emisores de riego

La unidad de riego seleccionada para el sistema de microaspersión es el microaspersor Aqua Master 2002 boquilla azul de 55 LPH a una presión de operación que oscila entre 12,18 m.c.a y 40,6 m.c.a, con un diámetro húmedo de 6,5 m (Anexo O).

Para el sistema de riego por goteo se seleccionó el gotero Supertif autocompensado de 3,85 LPH a una presión de trabajo de que oscila entre los 7 m.c.a y 35,7 m.c.a (Anexo P).

3.9 Requerimientos hídricos

Con base en las propiedades físicas e hidrodinámicas del suelo se calcula los requerimientos hídricos de los cultivos a establecer, determinando las láminas de agua a aplicar en cada uno de los sistemas de irrigación, así como el número de sectores, los tiempos y la frecuencia de riego.

Las actividades productivas a desarrollar, el área que ocupa cada uno de los cultivos, el espaciamiento entre plantas y laterales, el sistema de siembra y la profundidad efectiva radicular se pueden ver en la tabla 12, también se reseña información técnica como el sistema de riego para cada cultivo, diámetro húmedo, caudal del emisor y eficiencia de aplicación.

Tabla 12. Actividades productivas a desarrollar y especificaciones técnicas.

CULTIVO A ESTABLECER	AGUACATE	MANGO	PAPAYA	MARACUYA
Profundidad efectiva radicular PER (cm)	100	100	30	30
Sistema de siembra	Tres bolillos	Tres bolillos	Cuadrado	Cuadrado
Distancia entre líneas de riego (m)	6,06	6,06	3,0	3,0
Distancia entre arboles (m)	7,0	7,0	2,5	3,0
Clase de riego	Microaspersión	Microaspersión	Goteo	Goteo
Eficiencia de aplicación	0,85	0,85	0,90	0,90
Área total (ha.)	7,5	4,3	4,9	3,8
Diámetro húmedo del emisor (m)	6,5	6,5	1,1	1,1

Fuente: *Elaboración Propia.*

En las tablas 13 al 16, se resume las demandas hídricas de los cultivos de aguacate, mango, papaya y maracuyá.

Tabla 13. Demanda hídrica cultivo de aguacate.

PARAMETRO	ENERO			FEBRERO			MARZO			ABRIL		
	10	20	30	10	20	28	10	20	31	10	20	30
Evapotranspiración Etc (mm/10 días)	36,0	32,4	37,8	36,0	38,7	30,2	27,0	32,4	28,7	26,1	27,0	28,8
Evapotranspiración Etc (mm/día)	3,60	3,24	3,78	3,60	3,87	3,78	2,70	3,24	2,61	2,61	2,70	2,88
Lamina de agua aprovechable LAA (mm)	99,7	99,7	99,7	99,7	99,7	99,7	99,7	99,7	99,7	99,7	99,7	99,7
Nivel de agotamiento NA (%)	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0
Lamina de agua rápidamente aprovechable LARA (mm)	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9
Volumen de agua realmente aprovechable VARA (m³/ha)	498,6	498,6	498,6	498,6	498,6	498,6	498,6	498,6	498,6	498,6	498,6	498,6
Área húmeda por planta AHP (m²)	33,18	33,18	33,18	33,18	33,18	33,18	33,18	33,18	33,18	33,18	33,18	33,18
Frecuencia de riego Fr(días)	13,85	15,39	13,19	13,85	12,88	13,19	18,47	15,39	19,10	19,10	18,47	17,31
Frecuencia de riego ajustada FrA (días)	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Lamina neta ajustada LNA (mm)	7,20	6,48	7,56	7,20	7,74	7,56	5,40	6,48	5,22	5,22	5,40	5,76
Lamina bruta Lb (mm)	8,47	7,62	8,89	8,47	9,11	8,89	6,35	7,62	6,14	6,14	6,35	6,78
Volumen bruto por planta VBP (m³/día)	0,18	0,16	0,19	0,18	0,19	0,19	0,13	0,16	0,13	0,13	0,13	0,14
Tiempo de riego Tr (hr)	3,59	3,23	3,77	3,59	3,86	3,77	2,69	3,23	2,61	2,61	2,69	2,87
Jornada de trabajo (hr)	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Numero de sectores de riego calculado NSRC	5,6	6,2	5,3	5,6	5,2	5,3	7,4	6,2	7,7	7,7	7,4	7,0
Numero de sectores de riego ajustado NSRA	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
Número de plantas por sector de riego NPSR	337,6	337,6	337,6	337,6	337,6	337,6	337,6	337,6	337,6	337,6	337,6	337,6
Caudal del sector de riego QSR (m³/seg)	0,0047	0,0047	0,0047	0,0047	0,0047	0,0047	0,0047	0,0047	0,0047	0,0047	0,0047	0,0047

Fuente: Elaboración Propia.

PARAMETRO	MAYO			JUNIO			JULIO			AGOSTO		
	10	20	31	10	20	30	10	20	31	10	20	31
Evapotranspiración Etc (mm/10 días)	30,6	29,7	35,6	29,7	33,3	32,9	36,0	35,1	39,1	38,7	42,3	48,5
Evapotranspiración Etc (mm/día)	3,06	2,97	3,24	2,97	3,33	3,29	3,60	3,51	3,56	3,87	4,23	4,41
Lamina de agua aprovechable LAA (mm)	99,7	99,7	99,7	99,7	99,7	99,7	99,7	99,7	99,7	99,7	99,7	99,7
Nivel de agotamiento NA (%)	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0
Lamina de agua rápidamente aprovechable LARA (mm)	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9
Volumen de agua realmente aprovechable VARA (m³/ha)	498,6	498,6	498,6	498,6	498,6	498,6	498,6	498,6	498,6	498,6	498,6	498,6
Área húmeda por planta AHP (m²)	33,18	33,18	33,18	33,18	33,18	33,18	33,18	33,18	33,18	33,18	33,18	33,18
Frecuencia de riego Fr(días)	16,29	16,79	15,39	16,79	14,97	15,15	13,85	14,20	14,00	12,88	11,79	11,31
Frecuencia de riego ajustada FrA (días)	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Lamina neta ajustada LNA (mm)	6,12	5,94	6,48	5,94	6,66	6,58	7,20	7,02	7,12	7,74	8,46	8,82
Lamina bruta Lb (mm)	7,20	6,99	7,62	6,99	7,84	7,74	8,47	8,26	8,38	9,11	9,95	10,38
Volumen bruto por planta VBP (m³/día)	0,15	0,15	0,16	0,15	0,17	0,16	0,18	0,18	0,18	0,19	0,21	0,22
Tiempo de riego Tr (hr)	3,05	2,96	3,23	2,96	3,32	3,28	3,59	3,50	3,55	3,86	4,22	4,40
Jornada de trabajo (hr)	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Numero de sectores de riego calculado NSRC	6,5	6,7	6,2	6,7	6,0	6,1	5,6	5,7	5,6	5,2	4,7	4,5
Numero de sectores de riego ajustado NSRA	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
Número de plantas por sector de riego NPSR	337,6	337,6	337,6	337,6	337,6	337,6	337,6	337,6	337,6	337,6	337,6	337,6
Caudal del sector de riego QSR (m³/seg)	0,0047	0,0047	0,0047	0,0047	0,0047	0,0047	0,0047	0,0047	0,0047	0,0047	0,0047	0,0047

Continuación de tabla 13

PARAMETRO	SEPTIEMBRE			OCTUBRE			NOVIEMBRE			DICIEMBRE		
	10	20	30	10	20	31	10	20	30	10	20	31
Evapotranspiración Etc (mm/10 días)	44,1	40,5	40,5	36,0	35,1	36,0	31,5	28,8	32,4	30,6	29,7	32,4
Evapotranspiración Etc (mm/día)	4,41	4,05	4,05	3,60	3,51	3,27	3,15	2,88	3,24	3,06	2,97	2,95
Lamina de agua aprovechable LAA (mm)	99,7	99,7	99,7	99,7	99,7	99,7	99,7	99,7	99,7	99,7	99,7	99,7
Nivel de agotamiento NA (%)	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0
Lamina de agua rápidamente aprovechable LARA (mm)	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9
Volumen de agua realmente aprovechable VARA (m³/ha)	498,6	498,6	498,6	498,6	498,6	498,6	498,6	498,6	498,6	498,6	498,6	498,6
Área húmeda por planta AHP (m²)	33,18	33,18	33,18	33,18	33,18	33,18	33,18	33,18	33,18	33,18	33,18	33,18
Frecuencia de riego Fr(días)	11,31	12,31	12,31	13,85	14,20	15,25	15,83	17,31	15,39	16,29	16,79	16,90
Frecuencia de riego ajustada FrA (días)	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Lamina neta ajustada LNA (mm)	8,82	8,10	8,10	7,20	7,02	6,54	6,30	5,76	6,48	6,12	5,94	5,90
Lamina bruta Lb (mm)	10,38	9,53	9,53	8,47	8,26	7,69	7,41	6,78	7,62	7,20	6,99	5,90
Volumen bruto por planta VBP (m³/día)	0,22	0,20	0,20	0,18	0,18	0,16	0,16	0,14	0,16	0,15	0,15	0,15
Tiempo de riego Tr (hr)	4,40	4,04	4,04	3,59	3,50	3,26	3,14	2,87	3,23	3,05	2,96	2,94
Jornada de trabajo (hr)	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Numero de sectores de riego calculado NSRC	4,5	4,9	4,9	5,6	5,7	6,1	6,4	7,0	6,2	6,5	6,7	6,8
Numero de sectores de riego ajustado NSRA	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
Número de plantas por sector de riego NPSR	337,6	337,6	337,6	337,6	337,6	337,6	337,6	337,6	337,6	337,6	337,6	337,6
Caudal del sector de riego QSR (m³/seg)	0,0047	0,0047	0,0047	0,0047	0,0047	0,0047	0,0047	0,0047	0,0047	0,0047	0,0047	0,0047

Continuación de tabla 13

Tabla 14. Demanda hídrica cultivo de mango.

PARAMETRO	ENERO			FEBRERO			MARZO			ABRIL		
	10	20	30	10	20	28	10	20	31	10	20	30
Evapotranspiración Etc (mm/10 días)	32,0	28,8	33,6	32,0	34,4	33,6	24,0	28,8	23,2	23,2	24,0	25,6
Evapotranspiración Etc (mm/día)	3,20	2,88	3,36	3,20	3,44	4,20	2,40	2,88	2,11	2,32	2,40	2,56
Lamina de agua aprovechable LAA (mm)	99,71	99,71	99,71	99,71	99,71	99,71	99,71	99,71	99,71	99,71	99,71	99,71
Nivel de agotamiento NA (%)	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0
Lamina de agua rápidamente aprovechable LARA (mm)	49,86	49,86	49,86	49,86	49,86	49,86	49,86	49,86	49,86	49,86	49,86	49,86
Volumen de agua realmente aprovechable VARA (m³/ha)	498,6	498,6	498,6	498,6	498,6	498,6	498,6	498,6	498,6	498,6	498,6	498,6
Área húmeda por planta AHP (m²)	33,2	33,2	33,2	33,2	33,2	33,2	33,2	33,2	33,2	33,2	33,2	33,2
Frecuencia de riego Fr(días)	15,6	17,3	14,8	15,6	14,5	11,9	20,8	17,3	23,6	21,5	20,8	19,5
Frecuencia de riego ajustada FrA (días)	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Lamina neta ajustada LNA (mm)	6,4	5,76	6,72	6,4	6,88	8,4	4,8	5,76	4,22	4,64	4,8	5,12
Lamina bruta Lb (mm)	7,53	6,78	7,91	7,53	8,09	9,88	5,65	6,78	4,96	5,46	5,65	6,02
Volumen bruto por planta VBP (m³/día)	0,16	0,14	0,17	0,16	0,17	0,21	0,12	0,14	0,11	0,12	0,12	0,13
Tiempo de riego Tr (hr)	3,19	2,87	3,35	3,19	3,43	4,19	2,40	2,87	2,11	2,32	2,4	2,56
Jornada de trabajo (hr)	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Numero de sectores de riego calculado NSRC	6,3	7,0	6,0	6,3	5,8	4,8	8,3	7,0	9,5	8,6	8,3	7,8
Numero de sectores de riego ajustado NSRA	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
Número de plantas por sector de riego NPSR	194,0	194,0	194,0	194,0	194,0	194,0	194,0	194,0	194,0	194,0	194,0	194,0
Caudal del sector de riego QSR (m³/seg)	0,0027	0,0027	0,0027	0,0027	0,0027	0,0027	0,0027	0,0027	0,0027	0,0027	0,0027	0,0027

Fuente: Elaboración Propia.

PARAMETRO	MAYO			JUNIO			JULIO			AGOSTO		
	10	20	31	10	20	30	10	20	31	10	20	31
Evapotranspiración Etc (mm/10 días)	27,2	26,4	28,8	26,4	29,6	29,2	32,0	31,2	31,6	34,4	37,6	39,2
Evapotranspiración Etc (mm/día)	2,72	2,64	2,62	2,64	2,96	2,92	3,20	3,12	2,87	3,44	3,76	3,56
Lamina de agua aprovechable LAA (mm)	99,71	99,71	99,71	99,71	99,71	99,71	99,71	99,71	99,71	99,71	99,71	99,71
Nivel de agotamiento NA (%)	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0
Lamina de agua rápidamente aprovechable LARA (mm)	49,86	49,86	49,86	49,86	49,86	49,86	49,86	49,86	49,86	49,86	49,86	49,86
Volumen de agua realmente aprovechable VARA (m³/ha)	498,6	498,6	498,6	498,6	498,6	498,6	498,6	498,6	498,6	498,6	498,6	498,6
Área húmeda por planta AHP (m²)	33,2	33,2	33,2	33,2	33,2	33,2	33,2	33,2	33,2	33,2	33,2	33,2
Frecuencia de riego Fr(días)	18,3	18,9	19,0	18,9	16,8	17,1	15,6	16,0	17,4	14,5	13,3	14,0
Frecuencia de riego ajustada FrA (días)	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Lamina neta ajustada LNA (mm)	5,44	5,28	5,24	5,28	5,92	5,84	6,4	6,24	5,74	6,88	7,52	7,12
Lamina bruta Lb (mm)	6,4	6,21	6,16	6,21	6,96	6,87	7,53	7,34	6,75	8,09	8,85	8,38
Volumen bruto por planta VBP (m³/día)	0,14	0,13	0,13	0,13	0,15	0,15	0,16	0,16	0,14	0,17	0,19	0,18
Tiempo de riego Tr (hr)	2,71	2,64	2,62	2,64	2,95	2,91	3,19	3,11	2,86	3,43	3,75	3,55
Jornada de trabajo (hr)	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Numero de sectores de riego calculado NSRC	7,4	7,6	7,6	7,6	6,8	6,9	6,3	6,4	7	5,8	5,3	5,6
Numero de sectores de riego ajustado NSRA	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
Número de plantas por sector de riego NPSR	194,0	194,0	194,0	194,0	194,0	194,0	194,0	194,0	194,0	194,0	194,0	194,0
Caudal del sector de riego QSR (m³/seg)	0,0027	0,0027	0,0027	0,0027	0,0027	0,0027	0,0027	0,0027	0,0027	0,0027	0,0027	0,0027

Continuación de tabla 14

PARAMETRO	SEPTIEMBRE			OCTUBRE			NOVIEMBRE			DICIEMBRE		
	10	20	30	10	20	31	10	20	30	10	20	31
Evapotranspiración Etc (mm/10 días)	39,2	36,0	36,0	32,0	31,2	32,0	28,0	25,6	28,8	27,2	26,4	28,8
Evapotranspiración Etc (mm/día)	3,92	3,60	3,60	3,20	3,12	2,91	2,80	2,56	2,88	2,72	2,64	2,62
Lamina de agua aprovechable LAA (mm)	99,71	99,71	99,71	99,71	99,71	99,71	99,71	99,71	99,71	99,71	99,71	99,71
Nivel de agotamiento NA (%)	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0
Lamina de agua rápidamente aprovechable LARA (mm)	49,86	49,86	49,86	49,86	49,86	49,86	49,86	49,86	49,86	49,86	49,86	49,86
Volumen de agua realmente aprovechable VARA (m³/ha)	498,6	498,6	498,6	498,6	498,6	498,6	498,6	498,6	498,6	498,6	498,6	498,6
Área húmeda por planta AHP (m²)	33,2	33,2	33,2	33,2	33,2	33,2	33,2	33,2	33,2	33,2	33,2	33,2
Frecuencia de riego Fr(días)	12,7	13,8	13,8	15,6	16,0	17,1	17,8	19,5	17,3	18,3	18,9	19,0
Frecuencia de riego ajustada FrA (días)	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Lamina neta ajustada LNA (mm)	7,84	7,2	7,2	6,4	6,24	5,82	5,6	5,12	5,76	5,44	5,28	5,24
Lamina bruta Lb (mm)	9,22	8,47	8,47	7,53	7,34	6,85	6,59	6,02	6,78	6,4	6,21	6,16
Volumen bruto por planta VBP (m³/día)	0,2	0,18	0,18	0,16	0,16	0,15	0,14	0,13	0,14	0,14	0,13	0,13
Tiempo de riego Tr (hr)	3,91	3,59	3,59	3,19	3,11	2,9	2,79	2,56	2,87	2,71	2,64	2,62
Jornada de trabajo (hr)	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Numero de sectores de riego calculado NSRC	5,1	5,6	5,6	6,3	6,4	6,9	7,2	7,8	7	7,4	7,6	7,6
Numero de sectores de riego ajustado NSRA	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
Número de plantas por sector de riego NPSR	194,0	194,0	194,0	194,0	194,0	194,0	194,0	194,0	194,0	194,0	194,0	194,0
Caudal del sector de riego QSR (m³/seg)	0,0027	0,0027	0,0027	0,0027	0,0027	0,0027	0,0027	0,0027	0,0027	0,0027	0,0027	0,0027

Continuación de tabla 14

Tabla 15. Demanda hídrica cultivo de papaya.

PARAMETRO	ENERO			FEBRERO			MARZO			ABRIL		
	10	20	30	10	20	28	10	20	31	10	20	30
Evapotranspiración Etc (mm/10 días)	36,00	32,40	37,80	36,00	38,70	30,24	27,00	32,40	28,71	26,10	27,00	28,80
Evapotranspiración Etc (mm/día)	3,60	3,24	3,78	3,60	3,87	3,78	2,70	3,24	2,61	2,61	2,70	2,88
Lamina de agua aprovechable LAA (mm)	29,91	29,91	29,91	29,91	29,91	29,91	29,91	29,91	29,91	29,91	29,91	29,91
Nivel de agotamiento NA (%)	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0
Lamina de agua rápidamente aprovechable LARA (mm)	14,96	14,96	14,96	14,96	14,96	14,96	14,96	14,96	14,96	14,96	14,96	14,96
Volumen de agua realmente aprovechable VARA (m³/ha)	149,57	149,57	149,57	149,57	149,57	149,57	149,57	149,57	149,57	149,57	149,57	149,57
Área húmeda por planta AHP (m²)	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Frecuencia de riego Fr(días)	4,20	4,60	4,00	4,20	3,90	4,00	5,50	4,60	5,70	5,70	5,50	5,20
Frecuencia de riego ajustada FrA (días)	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Lamina neta ajustada LNA (mm)	7,2	6,48	7,56	7,2	7,74	7,56	5,4	6,48	5,22	5,22	5,4	5,76
Lamina bruta Lb (mm)	8,0	7,2	8,4	8,0	8,6	8,4	6,0	7,2	5,8	5,8	6,0	6,4
Volumen bruto por planta VBP (m³/día)	0,030	0,027	0,032	0,030	0,032	0,032	0,023	0,027	0,022	0,022	0,023	0,024
Tiempo de riego Tr (hr)	3,9	3,51	4,09	3,9	4,19	4,09	2,92	3,51	2,82	2,82	2,92	3,12
Jornada de trabajo (hr)	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Numero de sectores de riego calculado NSRC	5,1	5,7	4,9	5,1	4,8	4,9	6,8	5,7	7,1	7,1	6,8	6,4
Numero de sectores de riego ajustado NSRA	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
Número de plantas por sector de riego NPSR	1089	1089	1089	1089	1089	1089	1089	1089	1089	1089	1089	1089
Caudal del sector de riego QSR (m³/seg)	0,0023	0,0023	0,0023	0,0023	0,0023	0,0023	0,0023	0,0023	0,0023	0,0023	0,0023	0,0023

Fuente: Elaboración Propia.

PARAMETRO	MAYO			JUNIO			JULIO			AGOSTO		
	10	20	31	10	20	30	10	20	31	10	20	31
Evapotranspiración Etc (mm/10 días)	30,60	29,70	35,64	29,70	33,30	32,85	36,00	35,10	39,11	38,70	42,30	48,51
Evapotranspiración Etc (mm/día)	3,06	2,97	3,24	2,97	3,33	3,29	3,60	3,51	3,56	3,87	4,23	4,41
Lamina de agua aprovechable LAA (mm)	29,91	29,91	29,91	29,91	29,91	29,91	29,91	29,91	29,91	29,91	29,91	29,91
Nivel de agotamiento NA (%)	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0
Lamina de agua rápidamente aprovechable LARA (mm)	14,96	14,96	14,96	14,96	14,96	14,96	14,96	14,96	14,96	14,96	14,96	14,96
Volumen de agua realmente aprovechable VARA (m³/ha)	149,57	149,57	149,57	149,57	149,57	149,57	149,57	149,57	149,57	149,57	149,57	149,57
Área húmeda por planta AHP (m²)	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Frecuencia de riego Fr(días)	4,90	5,00	4,60	5,00	4,50	4,50	4,20	4,30	4,20	3,90	3,50	3,40
Frecuencia de riego ajustada FrA (días)	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Lamina neta ajustada LNA (mm)	6,12	5,94	6,48	5,94	6,66	6,58	7,2	7,02	7,12	7,74	8,46	8,82
Lamina bruta Lb (mm)	6,8	6,6	7,2	6,6	7,4	7,31	8,0	7,8	7,91	8,6	9,4	9,8
Volumen bruto por planta VBP (m³/día)	0,026	0,025	0,027	0,025	0,028	0,027	0,030	0,029	0,03	0,032	0,035	0,037
Tiempo de riego Tr (hr)	3,31	3,21	3,51	3,21	3,6	3,56	3,9	3,8	3,85	4,19	4,58	4,77
Jornada de trabajo (hr)	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Numero de sectores de riego calculado NSRC	6	6,2	5,7	6,2	5,5	5,6	5,1	5,3	5,2	4,8	4,4	4,2
Numero de sectores de riego ajustado NSRA	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
Número de plantas por sector de riego NPSR	1089	1089	1089	1089	1089	1089	1089	1089	1089	1089	1089	1089
Caudal del sector de riego QSR (m³/seg)	0,0023	0,0023	0,0023	0,0023	0,0023	0,0023	0,0023	0,0023	0,0023	0,0023	0,0023	0,0023

Continuación de tabla 15

PARAMETRO	SEPTIEMBRE			OCTUBRE			NOVIEMBRE			DICIEMBRE		
	10	20	30	10	20	31	10	20	30	10	20	31
Evapotranspiración Etc (mm/10 días)	44,10	40,50	40,50	36,00	35,10	36,00	31,50	28,80	32,40	30,60	29,70	32,40
Evapotranspiración Etc (mm/día)	4,41	4,05	4,05	3,60	3,51	3,27	3,15	2,88	3,24	3,06	2,97	2,95
Lamina de agua aprovechable LAA (mm)	29,91	29,91	29,91	29,91	29,91	29,91	29,91	29,91	29,91	29,91	29,91	29,91
Nivel de agotamiento NA (%)	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0
Lamina de agua rápidamente aprovechable LARA (mm)	14,96	14,96	14,96	14,96	14,96	14,96	14,96	14,96	14,96	14,96	14,96	14,96
Volumen de agua realmente aprovechable VARA (m³/ha)	149,57	149,57	149,57	149,57	149,57	149,57	149,57	149,57	149,57	149,57	149,57	149,57
Área húmeda por planta AHP (m²)	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Frecuencia de riego Fr(días)	3,40	3,70	3,70	4,20	4,30	4,60	4,70	5,20	4,60	4,90	5,00	5,10
Frecuencia de riego ajustada FrA (días)	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Lamina neta ajustada LNA (mm)	8,82	8,1	8,1	7,2	7,02	6,54	6,3	5,76	6,48	6,12	5,94	5,9
Lamina bruta Lb (mm)	9,8	9,0	9,0	8,0	7,8	7,27	7,0	6,4	7,2	6,8	6,6	6,56
Volumen bruto por planta VBP (m³/día)	0,037	0,034	0,034	0,030	0,029	0,027	0,026	0,024	0,027	0,026	0,025	0,025
Tiempo de riego Tr (hr)	4,77	4,38	4,38	3,9	3,8	3,54	3,41	3,12	3,51	3,31	3,21	3,19
Jornada de trabajo (hr)	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Numero de sectores de riego calculado NSRC	4,2	4,6	4,6	5,1	5,3	5,7	5,9	6,4	5,7	6	6,2	6,3
Numero de sectores de riego ajustado NSRA	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
Número de plantas por sector de riego NPSR	1089	1089	1089	1089	1089	1089	1089	1089	1089	1089	1089	1089
Caudal del sector de riego QSR (m³/seg)	0,0023	0,0023	0,0023	0,0023	0,0023	0,0023	0,0023	0,0023	0,0023	0,0023	0,0023	0,0023

Continuación de tabla 15

Tabla 16. Demanda hídrica cultivo de maracuyá.

PARAMETRO	ENERO			FEBRERO			MARZO			ABRIL		
	10	20	30	10	20	28	10	20	31	10	20	30
Evapotranspiración Etc (mm/10 días)	36,00	32,40	37,80	36,00	38,70	30,24	27,00	32,40	28,71	26,10	27,00	28,80
Evapotranspiración Etc (mm/día)	3,60	3,24	3,78	3,60	3,87	3,78	2,70	3,24	2,61	2,61	2,70	2,88
Lamina de agua aprovechable LAA (mm)	29,91	29,91	29,91	29,91	29,91	29,91	29,91	29,91	29,91	29,91	29,91	29,91
Nivel de agotamiento NA (%)	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0
Lamina de agua rápidamente aprovechable LARA (mm)	14,96	14,96	14,96	14,96	14,96	14,96	14,96	14,96	14,96	14,96	14,96	14,96
Volumen de agua realmente aprovechable VARA (m³/ha)	149,6	149,6	149,6	149,6	149,6	149,6	149,6	149,6	149,6	149,6	149,6	149,6
Área húmeda por planta AHP (m²)	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Frecuencia de riego Fr(días)	4,2	4,6	4,0	4,2	3,9	4,0	5,5	4,6	5,7	5,7	5,5	5,2
Frecuencia de riego ajustada FrA (días)	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Lamina neta ajustada LNA (mm)	7,2	6,48	7,56	7,2	7,74	7,56	5,4	6,48	5,22	5,22	5,4	5,76
Lamina bruta Lb (mm)	8,0	7,2	8,4	8,0	8,6	8,4	6,0	7,2	5,8	5,8	6,0	6,4
Volumen bruto por planta VBP (m³/día)	0,036	0,032	0,038	0,036	0,039	0,038	0,027	0,032	0,026	0,026	0,027	0,029
Tiempo de riego Tr (hr)	4,68	4,21	4,91	4,68	5,03	4,91	3,51	4,21	3,39	3,39	3,51	3,74
Jornada de trabajo (hr)	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Numero de sectores de riego calculado NSRC	4,3	4,8	4,1	4,3	4,0	4,1	5,7	4,8	5,9	5,9	5,7	5,3
Numero de sectores de riego ajustado NSRA	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Número de plantas por sector de riego NPSR	1056	1056	1056	1056	1056	1056	1056	1056	1056	1056	1056	1056
Caudal del sector de riego QSR (m³/seg)	0,0023	0,0023	0,0023	0,0023	0,0023	0,0023	0,0023	0,0023	0,0023	0,0023	0,0023	0,0023

Fuente: Elaboración Propia.

PARAMETRO	MAYO			JUNIO			JULIO			AGOSTO		
	10	20	31	10	20	30	10	20	31	10	20	31
Evapotranspiración Etc (mm/10 días)	30,60	29,70	35,64	29,70	33,30	32,85	36,00	35,10	39,11	38,70	42,30	48,51
Evapotranspiración Etc (mm/día)	3,06	2,97	3,24	2,97	3,33	3,29	3,60	3,51	3,56	3,87	4,23	4,41
Lamina de agua aprovechable LAA (mm)	29,91	29,91	29,91	29,91	29,91	29,91	29,91	29,91	29,91	29,91	29,91	29,91
Nivel de agotamiento NA (%)	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0
Lamina de agua rápidamente aprovechable LARA (mm)	14,96	14,96	14,96	14,96	14,96	14,96	14,96	14,96	14,96	14,96	14,96	14,96
Volumen de agua realmente aprovechable VARA (m³/ha)	149,6	149,6	149,6	149,6	149,6	149,6	149,6	149,6	149,6	149,6	149,6	149,6
Área húmeda por planta AHP (m²)	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Frecuencia de riego Fr(días)	4,9	5,0	4,6	5,0	4,5	4,5	4,2	4,3	4,2	3,9	3,5	3,4
Frecuencia de riego ajustada FrA (días)	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Lamina neta ajustada LNA (mm)	6,12	5,94	6,48	5,94	6,66	6,58	7,2	7,02	7,12	7,74	8,46	8,82
Lamina bruta Lb (mm)	6,8	6,6	7,2	6,6	7,4	7,31	8,0	7,8	7,91	8,6	9,4	9,8
Volumen bruto por planta VBP (m³/día)	0,031	0,030	0,032	0,030	0,033	0,033	0,036	0,035	0,036	0,039	0,042	0,044
Tiempo de riego Tr (hr)	3,97	3,86	4,21	3,86	4,32	4,27	4,68	4,56	4,62	5,03	5,49	5,73
Jornada de trabajo (hr)	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Numero de sectores de riego calculado NSRC	5,0	5,2	4,8	5,2	4,6	4,7	4,3	4,4	4,3	4,0	3,6	3,5
Numero de sectores de riego ajustado NSRA	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Número de plantas por sector de riego NPSR	1056	1056	1056	1056	1056	1056	1056	1056	1056	1056	1056	1056
Caudal del sector de riego QSR (m³/seg)	0,0023	0,0023	0,0023	0,0023	0,0023	0,0023	0,0023	0,0023	0,0023	0,0023	0,0023	0,0023

Continuación de tabla 16

PARAMETRO	SEPTIEMBRE			OCTUBRE			NOVIEMBRE			DICIEMBRE		
	10	20	30	10	20	31	10	20	30	10	20	31
Evapotranspiración Etc (mm/10 días)	44,10	40,50	40,50	36,00	35,10	36,00	31,50	28,80	32,40	30,60	29,70	32,40
Evapotranspiración Etc (mm/día)	4,41	4,05	4,05	3,60	3,51	3,27	3,15	2,88	3,24	3,06	2,97	2,95
Lamina de agua aprovechable LAA (mm)	29,91	29,91	29,91	29,91	29,91	29,91	29,91	29,91	29,91	29,91	29,91	29,91
Nivel de agotamiento NA (%)	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0
Lamina de agua rápidamente aprovechable LARA (mm)	14,96	14,96	14,96	14,96	14,96	14,96	14,96	14,96	14,96	14,96	14,96	14,96
Volumen de agua realmente aprovechable VARA (m³/ha)	149,6	149,6	149,6	149,6	149,6	149,6	149,6	149,6	149,6	149,6	149,6	149,6
Área húmeda por planta AHP (m²)	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Frecuencia de riego Fr(días)	3,4	3,7	3,7	4,2	4,3	4,6	4,7	5,2	4,6	4,9	5,0	5,1
Frecuencia de riego ajustada FrA (días)	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Lamina neta ajustada LNA (mm)	8,82	8,1	8,1	7,2	7,02	6,54	6,3	5,76	6,48	6,12	5,94	5,9
Lamina bruta Lb (mm)	9,8	9,0	9,0	8,0	7,8	7,3	7,0	6,4	7,2	6,8	6,6	6,6
Volumen bruto por planta VBP (m³/día)	0,044	0,041	0,041	0,036	0,035	0,033	0,032	0,029	0,032	0,031	0,030	0,030
Tiempo de riego Tr (hr)	5,73	5,26	5,26	4,68	4,56	4,25	4,09	3,74	4,21	3,97	3,86	3,83
Jornada de trabajo (hr)	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Numero de sectores de riego calculado NSRC	3,5	3,8	3,8	4,3	4,4	4,7	4,9	5,3	4,8	5,0	5,2	5,2
Numero de sectores de riego ajustado NSRA	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Número de plantas por sector de riego NPSR	1056	1056	1056	1056	1056	1056	1056	1056	1056	1056	1056	1056
Caudal del sector de riego QSR (m³/seg)	0,0023	0,0023	0,0023	0,0023	0,0023	0,0023	0,0023	0,0023	0,0023	0,0023	0,0023	0,0023

Continuación de tabla 16

3.10 Red hidráulica de conducción y distribución

Para el cálculo del diseño de la red hidráulica se empleó la ecuación de Hazen Williams descrita en la metodología empleando un coeficiente C para tuberías de PVC de 150 y polietileno de 120. Considerando los caudales y las presiones de trabajo que debe soportar la red de tuberías, se seleccionaron diámetros en la tubería de 2", 3" y 4" en PVC y 2" en polietileno. (Cálculos hidráulicos Anexos K y M)

En las tablas 17 y 18 se resume la ubicación de los aditamentos en las tuberías de la red de conducción y distribución, como reducciones, codos, tee, válvulas de paso y de regulación de caudal. Se observa que en el tramo de la red de conducción que sale desde el bombeo hasta el punto A transporta todo el caudal del sistema, en este punto se localiza una tee de PVC de 4" con reducción a 3" para el sistema de goteo, también se ubican válvulas reguladoras de caudal de 3" y 4" las cuales tienen como función la distribución exacta de caudales para cada uno de los sistemas de alta frecuencia. La red de conducción del sistema de riego por microaspersión parte del punto A al punto B en tubería de PVC de 4", en este punto se ubica una tee de 4" y posteriormente una reducción a 2" y 3", tuberías de PVC de 2" y 3" transporta el agua a los cultivos de aguacate y mango los cuales se identifican con los puntos C y D respectivamente. La red de conducción del sistema de riego por goteo parte del punto B hasta el punto E en tubería de PVC de 3", en este lugar se ubica una tee de PVC de 3" la cual distribuye el agua al cultivo maracuyá, del punto E al punto F donde se localiza el cultivo de papaya se transporta el agua en tubería de PVC de 3".

El sistema de múltiples o porta laterales se compone de manguera de polietileno de 2" calibre 80 a excepción del sistema de goteo que incluye tubería de 3", a la entrada de cada múltiple se ubica una válvula de paso de PVC de 2" la cual controla la entrada de agua al sector; los laterales están compuestos por manguera de polietileno PR 55 de 1/2" de diámetro.

Tabla 17. Aditamentos y accesorios Red de Conducción.

Tramo	Longitud (m)	Caudal (M ³ /SEG)	Diámetro (Pulg.)	Presión Disponible (m.c.a)		Clase de Tubería	RDE	Aditamento	Observaciones
				Inicial	Final				
BOMBEO - A	6,0	0,0167	4,0	47,00	39,85	PVC	RDE 51	Tee PVC de 4"	A la salida del sistema de filtrado
								Codo PVC de 90° de 4"	A los 2 y 4 mts del bombeo
								Reducción PVC de 4" a 3"	A los 4,5 mts del bombeo
A - B	47,5	0,0121	4,0	39,85	37,92	PVC	RDE 51	Tee PVC de 4"	En el punto B
								Válvula reguladora de caudal de 4"	Al inicio del tramo
B - C	28,1	0,0027	2,0	37,92	33,96	PVC	RDE 41	Reducciones de 4" a 2"	Al inicio del tramo
								Codo PVC de 90° de 2"	Al finalizar el tramo
B-D	171,5	0,0047	3,0	37,92	35,37	PVC	RDE 51	Reducciones de 4" a 2"	Al inicio del tramo
								Codo PVC de gran radio de 2"	A los 37 mts del punto B y en el punto D
A-E	130,0	0,0092	3,0	39,85	35,29	PVC	RDE 51	Reducción a 3"	Al inicio del tramo
								Codo PVC de 90° de 3"	A los 47 y 124 mts del punto A
E-F	259,0	0,0046	3,0	35,29	25,23	PVC	RDE 51	Reducción PVC de 3" a 2"	En el punto F

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 18. Aditamentos y accesorios Red de distribución Microaspersión.

Tramo	Longitud (m)	Caudal (M ³ /SEG)	Diámetro (Pulg.)	Presión Disponible (m.c.a)		Clase de Tubería	RDE	Aditamento	Observaciones
				Inicial	Final				
CULTIVO DE MANGO									
SECTOR NO. 1									
MULTIPLE	126,7	0,0027	2,0	33,96	29,65	MANGUERA POLIETILENO	Cal. 60	Tee PVC de 2"	Sobre la tubería de derivación sector 1 y sector 2
								Codo PVC de 2"	A la entrada del múltiple, continuación de la tee de 2"
								Válvula de paso PVC 2" Adaptador PVC a Polietileno de 2"	A la entrada del múltiple, continuación del codo de 2"
ENTRADA SECTOR 2	127,7	0,0027	2,0	33,96	29,53	PVC	RDE 51	Tee PVC de 2"	A la entrada del múltiple
SECTOR NO. 2									
MULTIPLE	103,8	0,0027	2,0	29,53	24,28	MANGUERA POLIETILENO	Cal. 60	Codo PVC de 2"	A la entrada del múltiple, continuación de la tee de 2"
								Válvula de paso PVC 2" Adaptador PVC a Polietileno de 2"	A la entrada del múltiple, continuación del codo de 2"
								Tee PVC de 2"	A la entrada del múltiple
ENTRADA SECTOR 3	106,7	0,0027	2,0	29,53	24,22	PVC	RDE 51	Tee PVC de 2"	Sobre la tubería de derivación sector 3 y sector 4,5y6
SECTOR NO. 3									
MULTIPLE	121,0	0,0027	2,0	24,22	22,63	MANGUERA POLIETILENO	Cal. 60	Válvula de paso PVC 2" Adaptador PVC a Polietileno de 2"	A la entrada del múltiple, continuación de la tee de 2"
								Tee PVC de 2"	A la entrada del múltiple
ENTRADA SECTOR 4	66,2	0,0027	2,0	24,22	24,21	PVC	RDE 51	Tee PVC de 2"	A los 66 mts de la tee de 2" sector 3

SECTOR NO. 4									
MULTIPLE	105,5	0,0027	2,0	24,21	18,12	MANGUERA POLIETILENO	Cal. 60	Válvula de paso PVC 2" Adaptador PVC a Polietileno de 2"	A la entrada del múltiple, continuación de la tee de 2"
ENTRADA SECTOR 5	7,0	0,0027	2,0	24,21	24,07	PVC	RDE 51	Tee PVC de 2"	A los 7 mts de la tee de 2" sector 4
SECTOR NO. 5									
MULTIPLE	94,5	0,0027	2,0	24,07	27,70	MANGUERA POLIETILENO	Cal. 60	Válvula de paso PVC 2" Adaptador PVC a Polietileno de 2"	A la entrada del múltiple, continuación de la tee de 2"
ENTRADA SECTOR 6	66,3	0,0027	2,0	24,07	23,26	PVC	RDE 51	Codo PVC de 2"	A los 66 mts de la tee de 2" sector 5
SECTOR NO. 6									
MULTIPLE	87,0	0,0027	2,0	23,26	17,04	MANGUERA POLIETILENO	Cal. 60	Válvula de paso PVC 2" Adaptador PVC a Polietileno de 2"	A la entrada del múltiple, continuación de la tee de 2"

CULTIVO DE AGUACATE

SECTOR NO. 1									
MULTIPLE	136,0	0,0047	2,0	35,37	21,35	MANGUERA POLIETILENO	Cal. 60	Tee PVC de 3" Reducción PVC 3" a 2" Codo PVC de 2"	Sobre la tubería de derivación sector 1 y sector 2 Continuación de la tee de 3" A la entrada del múltiple, continuación de la tee de 3"
ENTRADA SECTOR 2	36,6	0,0047	3,0	35,37	32,58	PVC	RDE 51	Válvula de paso PVC 2" Adaptador PVC a Polietileno de 2" Tee PVC de 3"	A la entrada del múltiple, continuación del codo de 2" A la entrada del múltiple Sobre la tubería de derivación sector 2 y sector 3

SECTOR NO. 2									
MULTIPLE	135,6	0,0047	2,0	32,58	20,09	MANGUERA POLIETILENO	Cal. 60	Reducción PVC 3" a 2"	Continuación de la tee de 3"
								Codo PVC de 2"	A la entrada del múltiple, continuación de la tee de 3"
								Válvula de paso PVC 2"	A la entrada del múltiple, continuación del codo de 2"
								Adaptador PVC a Polietileno de 2"	A la entrada del múltiple
ENTRADA SECTOR 3	103,0	0,0047	3,0	32,58	26,57	PVC	RDE 51	Tee PVC de 3"	Sobre la tubería de derivación sector 3 y sector 4
SECTOR NO. 3									
MULTIPLE	135,5	0,0047	2,0	26,57	19,78	MANGUERA POLIETILENO	Cal. 60	Reducción PVC 3" a 2"	Continuación de la tee de 3"
								Codo PVC de 2"	A la entrada del múltiple, continuación de la tee de 3"
								Válvula de paso PVC 2"	A la entrada del múltiple, continuación del codo de 2"
								Adaptador PVC a Polietileno de 2"	A la entrada del múltiple
ENTRADA SECTOR 4	35,5	0,0047	3,0	26,57	26,29	PVC	RDE 51	Tee PVC de 3"	Sobre la tubería de derivación sector 4 y sector 5
SECTOR NO. 4									
MULTIPLE	106,3	0,0047	2,0	26,29	20,81	MANGUERA POLIETILENO	Cal. 60	Reducción PVC 3" a 2"	Continuación de la tee de 3"
								Codo PVC de 2"	A la entrada del múltiple, continuación de la tee de 3"
								Válvula de paso PVC 2"	A la entrada del múltiple, continuación del codo de 2"
								Adaptador PVC a Polietileno de 2"	A la entrada del múltiple
ENTRADA SECTOR 5	103,5	0,0047	3,0	26,29	25,87	PVC	RDE 51	Tee PVC de 3"	Sobre la tubería de derivación sector 5 y sector 6
SECTOR NO. 5									

MULTIPLE	142,4	0,0047	2,0	25,87	13,40	MANGUERA POLIETILENO	Cal. 60	Reducción PVC 3" a 2"	Continuación de la tee de 3"
								Codo PVC de 2"	A la entrada del múltiple, continuación de la tee de 3"
								Válvula de paso PVC 2"	A la entrada del múltiple, continuación del codo de 2"
								Adaptador PVC a Polietileno de 2"	A la entrada del múltiple
ENTRADA SECTOR 6	6,0	0,0047	3,0	25,87	25,72	PVC	RDE 51	Reducción PVC 3" a 2"	Continuación de la tee de 3"
SECTOR NO. 6									
MULTIPLE	143,0	0,0047	2,0	25,72	13,22	MANGUERA POLIETILENO	Cal. 60	Válvula de paso PVC 2"	A la entrada del múltiple, continuación del codo de 2"
								Adaptador PVC a Polietileno de 2"	A la entrada del múltiple

Fuente: *Elaboración Propia.*

Tabla 19. Aditamentos y accesorios Red de distribución Goteo.

Tramo	Longitud (m)	Caudal (M ³ /SEG)	Diámetro (Pulg.)	Presión Disponible (m.c.a)		Clase de Tubería	RDE	Aditamento	Observaciones
				Inicial	Final				
CULTIVO DE MARACUYA									
SECTOR NO. 1									
MULTIPLE	129,1	0,0046	2,0	35,29	23,94	MANGUERA POLIETILENO	Cal. 60	Tee PVC de 3"	Sobre la tubería de distribución cultivos de maracuyá y papaya
								Tee PVC de 3"	Continuación de la primera tee de 3", derivación sector 1 y 3
								Tee PVC de 3"	Continuación de la segunda tee de 3", derivación sector 1 y 2
								Reducción PVC de 3" a 2"	Continuación de la tercera tee de 3"
								Codo PVC de 2"	A la entrada del múltiple, continuación de reducción de 3" a 2"
								Válvula de paso PVC 2"	A la entrada del múltiple, continuación del codo de 2"
								Adaptador PVC a Polietileno de 2"	A la entrada del múltiple
ENTRADA SECTOR 2	77,9	0,0046	3,0	35,29	30,66	PVC	RDE 41	Codo PVC de 3"	A 73 mts de la entrada sector 1
SECTOR NO. 2									
MULTIPLE	108	0,0046	2,0	30,66	20,92	MANGUERA POLIETILENO	Cal. 60	Reducción PVC de 3" a 2"	A 4 mts después del codo de 3"
								Válvula de paso PVC 2"	Al a entrada del múltiple
								Adaptador PVC a Polietileno de 2"	Continuación de la válvula de paso de 2"
ENTRADA SECTOR 3	129,5	0,0046	3,0	35,29	29,51	PVC	RDE 51	Tee PVC de 3"	Sobre la tubería de derivación sector 3 y sector 2y4
SECTOR NO. 3									
MULTIPLE	127,8	0,0046	2,0	29,51	19,52	MANGUERA POLIETILENO	Cal. 60	Reducción PVC de 3" a 2"	Continuación de la tee de 3"
								Válvula de paso PVC 2"	A la entrada del múltiple, continuación de reducción de 3" a 2"

								Adaptador PVC a Polietileno de 2"	A la entrada del múltiple
ENTRADA SECTOR 4	75,0	0,0046	3,0	29,51	28,84	PVC	RDE 51	Reducción PVC de 3" a 2"	A la entrada del múltiple, sobre tubería de distribución
SECTOR NO. 4									
MULTIPLE	132,2	0,0046	2,0	28,84	20,22	MANGUERA POLIETILENO	Cal. 60	Válvula de paso PVC 2"	A la entrada del múltiple, continuación de la reducción de 3" a 2"
								Adaptador PVC a Polietileno de 2"	A la entrada del múltiple
CULTIVO DE PAPAYA									
ENTRADA SECTOR 1	45,2	0,0046	2,0	25,23	23,53	PVC	RDE 41	Tee PVC de 2"	A la entrada del lote, punto F
								Codo PVC de 2"	A 45 mts del punto F
								Tee PVC de 2"	Continuación del codo de 2"
SECTOR NO. 1									
MULTIPLE	91,8	0,0046	2,0	23,53	20,55	MANGUERA POLIETILENO	Cal. 60	Válvula de paso PVC 2"	A la entrada del múltiple, continuación de la tee de 2"
								Adaptador PVC a Polietileno de 2"	A la entrada del múltiple
ENTRADA SECTOR 2	137,4	0,0046	2,0	23,53	15,93	PVC	RDE 41	Tee PVC de 2"	Sobre la tubería de derivación sector 2 y sector 4
SECTOR NO. 2									
MULTIPLE	79,8	0,0046	2,0	15,93	14,89	MANGUERA POLIETILENO	Cal. 60	Válvula de paso PVC 2"	A la entrada del múltiple, continuación de la tee de 2"
								Adaptador PVC a Polietileno de 2"	A la entrada del múltiple
								Tee PVC de 2"	Sobre la tubería de derivación sector 3 y sector 5
ENTRADA SECTOR 3	0,2	0,0046	2,0	25,23	25,22	PVC	RDE 41	Adaptador PVC a Polietileno de 2"	A la entrada del múltiple
								Tee Polietileno de 2"	Sobre la tubería del múltiple
SECTOR NO. 3									

MÚLTIPLE	84,0	0,0046	2,0	25,22	20,36	MANGUERA POLIETILENO	Cal. 60	Válvula de paso PVC 2"	A la entrada del múltiple, continuación de la tee de 2"
ENTRADA SECTOR 4	9,2	0,0046	2,0	15,93	15,14	PVC	RDE 41	Codo PVC de 2"	A 9 mts de la tee de 2" sector 2
SECTOR NO. 4									
MÚLTIPLE	83,4	0,0046	2,0	15,14	9,21	MANGUERA POLIETILENO	Cal. 60	Válvula de paso PVC 2" Adaptador PVC a Polietileno de 2"	A la entrada del múltiple, continuación del codo de 2"
ENTRADA SECTOR 5	42,3	0,0046	2,0	25,23	22,78	PVC	RDE 41	Codo PVC de 2" Tee PVC de 2"	A la entrada del múltiple A 42 mts de la tee de 2" derivación sector 3 Sobre la tubería de derivación sector 5 y sector 6
SECTOR NO. 5									
MÚLTIPLE	92,2	0,0046	2,0	22,78	17,49	MANGUERA POLIETILENO	Cal. 60	Válvula de paso PVC 2" Adaptador PVC a Polietileno de 2"	A la entrada del múltiple, continuación de la tee de 2" A la entrada del múltiple
ENTRADA SECTOR 6	99,6	0,0046	2,0	22,78	16,29	PVC	RDE 41	Codo PVC de 2"	A 99 mts tee de 2" sector 5
SECTOR NO. 6									
MÚLTIPLE	88,2	0,0046	2,0	16,29	10,11	MANGUERA POLIETILENO	Cal. 60	Válvula de paso PVC 2" Adaptador PVC a Polietileno de 2"	A la entrada del múltiple, continuación de codo de 2" A la entrada del múltiple

Fuente: Elaboración Propia.

3.11 Sistema de potencia

Para el funcionamiento del sistema de riego se obtuvo con una C.D.T de 47 m.c.a, un caudal de 16,7 Lts/seg, una Efb del 70% y Efm del 75% una motobomba diesel de 20 Hp, con base en este cálculo se selecciono una motobomba diesel Lombardini de 21,5 Hp a 3000 RPM, ubicada al costado noroeste del lago del predio. Esta motobomba tiene una succión y descarga de 4". (Anexo N)

3.12 Programación de riego

Para un optimo funcionamiento del sistema de irrigación se deben seguir una programación la cual tiene como función identificar los sectores de riego que estarán en funcionamiento por turno, para ello se conocerá el tiempo que cada uno de ellos demande para suministrar el caudal asignado y el periodo en los cuales se debe regar.

En la tabla 20, se ilustra la programación de riego para las cuatro clases de cultivos a establecer en el proyecto. En ella se localizan los sectores de riego de cada cultivo a irrigar en cada turno y el tiempo que se deben mantener abiertas las válvulas de paso de cada sector.

Tabla 20. Programación de riego.

Día 1				
	Turno 1	Tiempo (hr,min)	Turno 2	Tiempo (hr,min)
Aguacate	S1	4,00	S2	4,00
Mango	S1	3,30	S2	3,30
Papaya	S1-S2	4,45	S3-S4	4,45
Maracuyá	S1-S2	4,15	S3-S4	4,15
Día 2				
	Turno 1	Tiempo (hr,min)	Turno 2	Tiempo (hr,min)
Aguacate	S3-S4	4,00	S5-S6	4,00
Mango	S3-S4	3,30	S5-S6	3,30
Papaya	-----	-----	-----	-----
Maracuyá	S5-S6	4,15	-----	-----

Fuente: Elaboración Propia.

4. PRESUPUESTO

ITEM	DESCRIPCION	UND	CANT.	VR. UNIT.	VR. TOTAL
1	CABEZAL DE RIEGO Y SISTEMA DE POTENCIA				
1,1	SISTEMA DE POTENCIA				
1,1,1	Motobomba Lombardini de 4" * 4" de 21,5 HP a 3000 RPM	Und	1	12.000.000	12.000.000
	TOTAL SISTEMA DE POTENCIA				\$ 12.000.000
1,2	SISTEMA DE FILTRADO				
1,2,1	Filtro de Arena Mondragón de 3"/36" de 30-50 m³/hr	Und	2,0	1.650.000	3.300.000
1,2,2	Filtro de Malla Mondragón 4"S de 80 m³/hr	Und	1,0	580.000	580.000
1,2,3	Tubería PVC Ø = 3" RDE 51 US	MI	14,0	11.500	161.000
1,2,4	Tubería PVC Ø = 4" RDE 51 US	MI	3,0	15.400	46.200
1,2,5	Cheque Ø = 3"	Und	1,0	260.000	260.000
1,2,6	Válvula de bola Ø= 3"	Und	4,0	180.000	720.000
1,2,7	Válvula de paso PVC Ø= 4"	Und	1,0	790.000	790.000
1,2,8	Tee PVC Ø= 3" * 3" * 3"	Und	4,0	27.000	108.000
1,2,9	Tee PVC Ø= 3" * 4" * 3"	Und	1,0	32.000	32.000
1,2,10	Codo PVC Ø= 3" De 90°	Und	4,0	19.800	79.200
1,2,11	Manómetros de Glicerina de 100 P.S.I	Und	3,0	120.000	360.000
1,2,12	Válvula ventosa Ø= 3/4"	Und	1,0	20.000	20.000
1,2,13	Collarín PVC Ø= 3" * 3/4"	Und	1,0	12.200	12.200
	TOTAL SISTEMA DE FILTRADO				\$ 6.468.600
1,3	SISTEMA DE FERTILIZACION				
1,3,1	MICROASPERSION				
1,3,1,1	Tubería PVC Ø = 3/4" RDE 26 US	MI	4,0	2.500	10.000
1,3,1,2	Inyector Ventury 3/4"	Und	2,0	300.000	600.000
1,3,1,3	Codo PVC Ø= 3/4" De 90°	Und	4,0	800	3.200
1,3,1,4	Collarín PVC Ø= 3" * 3/4"	Und	2,0	12.200	24.400
1,3,1,5	Collarín PVC Ø= 2" * 3/4"	Und	2,0	11.500	23.000
1,3,1,6	Válvula de paso PVC Ø= 2"	Und	1,0	38.000	38.000
1,3,1,7	Válvula de paso PVC Ø= 3"	Und	1,0	55.000	55.000
1,3,2	GOTEO				0
1,3,2,1	Tubería PVC Ø = 3/4" RDE 26 US	MI	4,0	2.500	10.000
1,3,2,2	Inyector Ventury 3/4"	Und	2,0	300.000	600.000
1,3,2,3	Codo PVC Ø= 3/4" De 90°	Und	4,0	800	3.200
1,3,2,4	Collarín PVC Ø= 3" * 3/4"	Und	4,0	12.200	48.800
1,3,2,5	Válvula de paso PVC Ø= 3"	Und	2,0	55.000	110.000
	TOTAL SISTEMA DE FERTILIZACION				\$ 1.525.600
	VALOR TOTAL CABEZAL DE RIEGO Y SISTEMA DE POTENCIA				\$ 19.994.200
2	CONDUCCION				
	SUMINISTRO				
2,1	Tubería PVC Ø = 4" RDE 51 UZ	MI	54,0	15.400	831.600
2,2	Tubería PVC Ø = 3" RDE 51 UZ	MI	564,0	11.500	6.486.000
2,3	Tubería PVC Ø = 2" RDE 51 UZ	MI	30,0	10.200	306.000
2,4	Tee PVC Ø= 4" * 4" * 4"	Und	2,0	64.000	128.000

2,5	Tee PVC Ø= 3" * 3" * 3"	Und	1,0	27.000	27.000
2,6	Codo PVC Ø= 3" gran radio	Und	2,0	37.000	74.000
2,7	Codo PVC Ø= 3" De 90°	Und	6,0	19.800	118.800
2,8	Codo PVC Ø= 2" De 90°	Und	3,0	16.700	50.100
2,9	Reducción PVC Ø= 4" a 3"	Und	2,0	40.000	80.000
2,10	Reducción PVC Ø= 4" a 2"	Und	1,0	40.000	40.000
2,11	Reducción PVC Ø= 3" a 2"	Und	1,0	25.000	25.000
2,12	Válvula reguladora de caudal Ø= 4"	Und	1,0	750.000	750.000
2,13	Válvula reguladora de caudal Ø= 3"	Und	1,0	580.000	580.000
VALOR TOTAL CONDUCCION					\$ 9.496.500

3 RED DE DISTRIBUCION Y EMISION

3,1 RIEGO POR MICROASPERION

SUMINISTROS

3,1,1	Tubería PVC Ø = 3" RDE 51 UZ	MI	285,0	11.500	3.277.500
3,1,2	Tubería PVC Ø = 2" RDE 51 UZ	MI	374,0	10.200	3.814.800
3,1,3	Manguera Polietileno Ø = 2" Cal. 60	MI	1.438,0	2.000	2.876.000
3,1,4	Manguera Polietileno Ø = 1/2" PR 55	MI	20.340,0	900	18.306.000
3,1,5	Microaspersores Aqua Smart 2002 e implementos	Und	3.180,0	4.300	13.674.000
3,1,6	Silletas	Und	242,0	300	72.600
3,1,7	Obturadores	Und	242,0	200	48.400
3,1,8	Tee PVC Ø= 2" * 2" * 2"	Und	5,0	18.000	90.000
3,1,9	Codo PVC Ø= 2" De 90°	Und	3,0	16.700	50.100
3,1,10	Válvula de paso PVC Ø= 2"	Und	6,0	38.000	228.000
3,1,11	Niple Ø= 2"	Und	6,0	10.000	60.000
3,1,12	Tapón roscado PVC Ø= 2"	Und	6,0	8.500	51.000
3,1,13	Adaptador PVC a Polietileno Ø= 2"	Und	6,0	12.000	72.000
TOTAL SUMINISTRO MICROASPERION					\$ 42.620.400

3,2 RIEGO POR GOTEO

SUMINISTROS

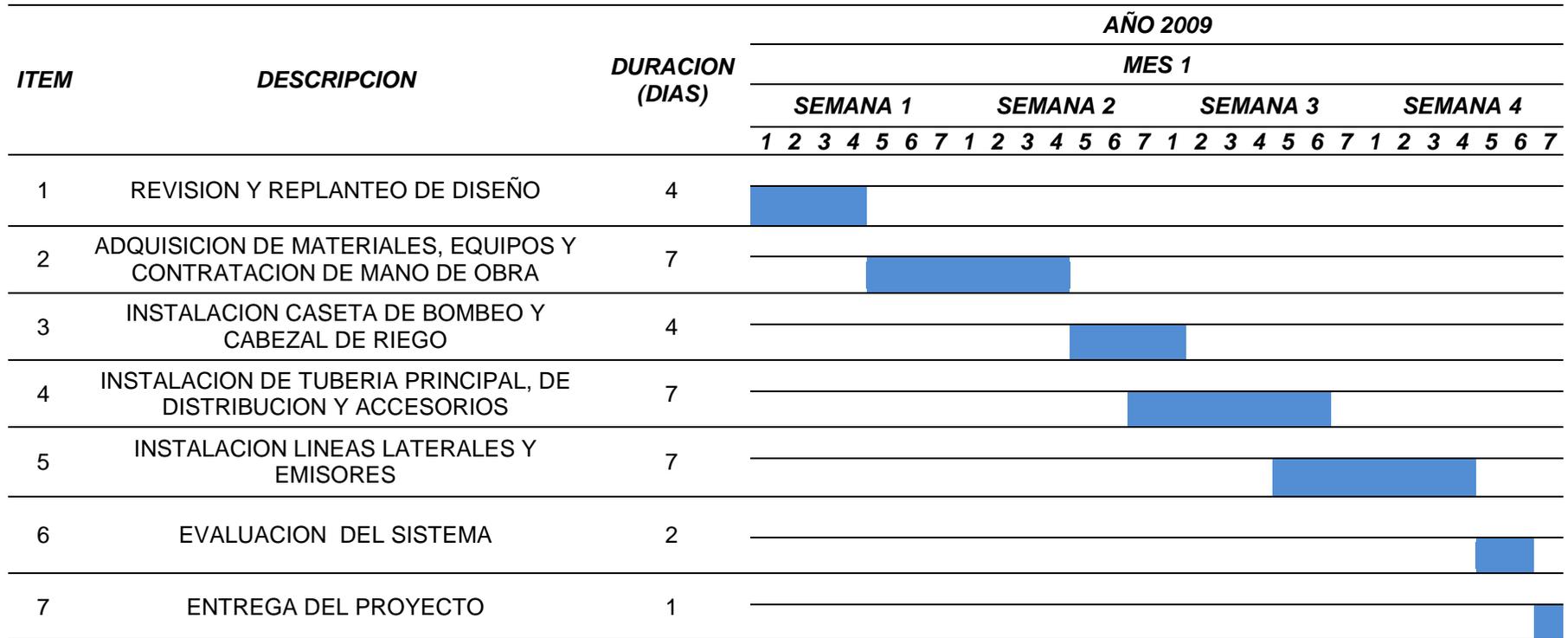
3,2,1	Tubería PVC Ø = 3" RDE 51 UZ	MI	288,0	11.500	3.312.000
3,2,2	Tubería PVC Ø = 2" RDE 51 UZ	MI	336,0	10.200	3.427.200
3,2,3	Manguera Polietileno Ø = 2" Cal. 60	MI	1.017,0	2.000	2.034.000
3,2,4	Manguera Polietileno Ø = 1/2" PR 55	Und	30.122,0	900	27.109.800
3,2,5	Gotero Supertif Autocopensado	Und	10.755,0	500	5.377.500
3,2,6	Silletas	Und	334,0	300	100.200
3,2,7	Obturadores	Und	334,0	200	66.800
3,2,8	Tee PVC Ø= 2" * 2" * 2"	Und	7,0	18.000	126.000
3,2,9	Tee PVC Ø= 3" * 3" * 3"	Und	2,0	27.000	54.000
3,2,10	Tee PVC Ø= 3" * 2" * 3"	Und	1,0	59.300	59.300
3,2,11	Codo PVC Ø= 3" De 90°	Und	1,0	19.800	19.800
3,2,12	Codo PVC Ø= 2" De 90°	Und	4,0	16.700	66.800
3,2,13	Reducción PVC Ø= 3" a Ø= 2"	Und	2,0	25.000	50.000
3,2,14	Válvula de paso PVC Ø= 2"	Und	10,0	38.000	380.000
3,2,15	Niple Ø= 2"	Und	10,0	10.000	100.000
3,2,16	Tapón roscado PVC Ø= 2"	Und	10,0	8.500	85.000
3,2,17	Adaptador PVC a Polietileno Ø= 2"	Und	10,0	12.000	120.000
TOTAL SUMINISTRO MICROASPERION					\$ 42.488.400

VALOR TOTAL DE SUMINISTRO RED DE DISTRIBUCION Y EMISION

\$ 85.108.800

OBRA CIVIL					
4,0	Localización y Replanteo de la línea	MI	6176,4	200	1.235.280
4,1	Excavación para instalación de tubería en material común.	M3	1904,2	2.000	3.808.400
4,2	Instalación de tuberías PVC y Polietileno. Incluye: arreglo del fondo de la zanja, bajada y empalme de tubería, limpiador y lubricante.				
4,2,1	Tubería PVC Ø = 4" RDE 51 UZ	MI	54,0	600	32.400
4,2,2	Tubería PVC Ø = 3" RDE 51 UZ	MI	849,0	450	382.050
4,2,3	Tubería PVC Ø = 2" RDE 51 UZ	MI	404,0	350	141.400
4,2,4	Manguera Polietileno Ø = 2" Cal. 60	MI	1.438,0	200	287.600
4,2,5	Manguera Polietileno Ø = 1/2" PR 55	MI	20.340,0	100	2.034.000
4,3	Relleno compactado de la tubería con material seleccionado de la excavación.	M3	1904,2	1.500	2.856.300
4,4	Instalación sistema de potencia y cabezal de riego				
4,4,1	Suministro e instalación de motobomba y sistema de filtrado: incluye motobomba Lombardini de 21,5 HP a 3000 RPM, filtros de arena Mondragón de 3"/36" de 30-50 m³/hr, filtro de malla Mondragón 4"S de 80 m³/hr, manómetros de glicerina, válvula ventosa, cheque, válvulas de paso y todo lo necesario para la correcta ejecución	GI	1,0	500.000	500.000
4,4,2	Suministro e instalación de caseta de bombeo y sistema de filtrado de 4*4*2 mts: incluye ladrillo tolete, placa en concreto de 3000 PSI, puerta metálica, techo, mano de obra y todo lo necesario para la correcta ejecución de la obra.	GI	1,0	6.000.000	6.000.000
3,13	Suministro e instalación de válvulas reguladoras de caudal Ø=3 y 4" Incluye cajilla de 0,6 x 0,6 mts e = 0,1 mts, en concreto 2500 PSI, cadena, candado, portacandado, tapa en concreto reforzado con hierro de 3/8" separados cada 0.15 mts. en ambos sentidos y todo lo necesario para la correcta ejecución de la obra.	Und	2,0	300.000	600.000
3,14	Suministro e instalación de sistema de fertilización: incluye placa en concreto 3000 PSI de 1*1,2 mts, reforzado con hierro de 3/8" separados cada 0.15 mts ambos sentidos y todo lo necesario para la correcta ejecución de la obra.	Und	4,0	200.000	800.000
VALOR DE OBRA CIVIL DE CONDUCCION					\$ 18.677.430
VALOR TOTAL					\$ 133.276.930
A.I.U (10%)					\$ 13.327.693
VALOR TOTAL DEL PROYECTO					\$ 146.604.623

5. CRONOGRAMA DE OBRA



6. ANALISIS DE INVERSION

6.1 Costos de producción

En las tablas 21 al 24, se presentan los costos de inversión hectárea de cada uno de los frutales a establecer, se observa que el costo más alto en el primer año es la instalación del sistema de riego con un porcentaje del 63,7, 48,5 y 49,3 en mango y aguacate, maracuyá y papaya, respectivamente. El segundo ítem más costoso es la mano de obra, esta representa un 18,5% del costo total inicial para los cultivos de mango y aguacate, sin embargo en el segundo año se reduce a un 8,3% con relación al primero y crece a un 15% a partir del tercer año. En los cultivos de maracuyá y papaya la mano de obra representa un 15,6% y 14,8% respectivamente del costo de inversión en el primer año, en el segundo este valor decrece a un 12% y 10,6% respectivamente en relación al costo inicial, posteriormente en el tercer año asciende a un 2% con relación al segundo, debido al aumento en producción.

El capital de trabajo a financiar es del 80% del costo total anual, para los cultivos de mango y aguacate los dos primeros años son de producción cero, ya que a partir de este tiempo estos cultivos empiezan su producción, mientras que los cultivos de maracuyá y papaya presentan producción a partir del primer año.

Tabla 21. Costos de instalación y sostenimiento ha/año cultivo de mango.

ACTIVIDAD	UNIDAD	V/ UNITARIO	PERIODOS ANUALES									
			AÑO 1		AÑO 2		AÑO 3		AÑO 4		AÑO 5	
			CANT.	VALOR	CANT.	VALOR	CANT.	VALOR	CANT.	VALOR	CANT.	VALOR
RIEGO												
Equipos e instalación	Global		1	\$ 7.116.729		\$ 0		\$ 0		\$ 0		\$ 0
TOTAL RIEGO				\$ 7.116.729		\$ 0		\$ 0		\$ 0		\$ 0
MANO DE OBRA												
Preparación Terreno	Jornal	\$15.000	25	\$ 375.000								
Trazado, Hoyado	Jornal	\$15.000	20	\$ 300.000								
Siembra	Jornal	\$15.000	14	\$ 210.000								
Resiembra	Jornal	\$15.000	2	\$ 30.000								
Fertilización	Jornal	\$15.000	15	\$ 225.000	15	\$ 225.000	15	\$ 225.000	15	\$ 225.000	15	\$ 225.000
Deschuponadas	Jornal	\$15.000	5	\$ 75.000								
Podas	Jornal	\$15.000	10	\$ 150.000								
Control Malezas Manual	Jornal	\$15.000	17	\$ 255.000	17	\$ 255.000	17	\$ 255.000	17	\$ 255.000	17	\$ 255.000
Control Malezas Químico	Jornal	\$15.000		\$ 0		\$ 0		\$ 0		\$ 0		\$ 0
Control de plagas y enfermedades	Jornal	\$15.000	10	\$ 150.000	10	\$ 150.000	10	\$ 150.000	10	\$ 150.000	10	\$ 150.000
Recolección, selección y empaque	Jornal	\$15.000		\$ 0		\$ 0	50	\$ 750.000	50	\$ 750.000	50	\$ 750.000
Operación sistema de riego	Jornal	\$15.000	20	\$ 300.000	20	\$ 300.000	20	\$ 300.000	20	\$ 300.000	20	\$ 300.000
TOTAL MANO DE OBRA / HA / AÑO				\$ 2.070.000		\$ 930.000		\$ 1.680.000		\$ 1.680.000		\$ 1.680.000
INSUMOS												
Plántulas	Unidad	\$300	194	\$58.200								
Cajas plásticas	Cajas	\$9.000	50	\$450.000								
INSECTICIDAS												
Azodrin	Lt	\$30.000	1	\$30.000	1	\$ 30.000	1	\$ 30.000	1	\$ 30.000	1	\$ 30.000
Malathion	Lt	\$30.000	3	\$90.000	3	\$ 90.000	3	\$ 90.000	3	\$ 90.000	3	\$ 90.000
FERTILIZACION FOLIAR												

Total Liquido	Lt.	\$10.400	3	\$ 31.200	3	\$ 31.200	3,00	\$ 31.200	3	\$ 31.200	3	\$ 31.200
FERTILIZACION RADICULAR												
10-30-10	Kg.	\$896	200	\$ 179.200	200	\$ 179.200	200,00	\$ 179.200	200	\$ 179.200	200	\$ 179.200
17-6-18-2	Kg.	\$800	200	\$ 160.000	200	\$ 160.000	200,00	\$ 160.000	200	\$ 160.000	200	\$ 160.000
Agrimins	Kg.	\$980	100	\$ 98.000	100	\$ 98.000	100,00	\$ 98.000	100	\$ 98.000	100	\$ 98.000
FUNGICIDAS												
Ridomil	Grs.	\$41	1.500	\$60.800	1.500	\$ 60.800	1.500,00	\$ 60.800	1.500	\$ 60.800	1.500	\$ 60.800
Dithane M-45	Kg.	\$11.600	5	\$58.000	5	\$ 58.000	5,00	\$ 58.000	5	\$ 58.000	5	\$ 58.000
Ortodice	Kg.	\$14.000	1	\$14.000	1	\$ 14.000	1,00	\$ 14.000	1	\$ 14.000	1	\$ 14.000
COADYUVANTES												
Inex-a	Lt.	\$22.156	5	\$ 110.780	5	\$ 110.780	5,00	\$ 110.780	5	\$ 110.780	5	\$ 110.780
TOTAL INSUMOS / HA / AÑO				\$ 1.340.180		\$ 831.980		\$ 831.980		\$ 831.980		\$ 831.980
Asistencia Técnica (1 VISITA MENSUAL)	AÑO	\$ 600.000	1,00	\$ 600.000		\$ 600.000		\$ 600.000		\$ 600.000		\$ 600.000
TOTAL COSTOS DIRECTOS				\$ 11.126.909		\$ 2.361.980		\$ 3.111.980		\$ 3.111.980		\$ 3.111.980
COSTOS INDIRECTOS												
Transporte de Insumos	Ton.	\$40.000	1,00	\$ 40.000	1	\$ 40.000	1	\$ 40.000	1	\$ 40.000	1	\$ 40.000
Transporte de Producción	Ton.	\$50.000	0,00	\$ 0	0	\$ 0	8,8	\$ 440.000	9	\$ 440.000	9	\$ 440.000
TOTAL COSTOS INDIRECTOS				\$ 40.000		\$ 40.000		\$ 480.000		\$ 480.000		\$ 480.000
TOTAL COSTOS DE PRODUCCION / HA				\$ 11.166.909		\$ 2.401.980		\$ 3.591.980		\$ 3.591.980		\$ 3.591.980
CAPITAL DE TRABAJO A FINANCIAR (80%)				\$ 8.933.527		\$ 1.921.584		\$ 2.633.584		\$ 2.633.584		\$ 2.873.584
INTERESES DE FINANCIACION (9%)				\$ 804.017		\$ 172.943		\$ 237.023		\$ 237.023		\$ 258.623
COMISION FAG (1%)				\$ 89.335		\$ 19.216		\$ 26.336		\$ 26.336		\$ 28.736
IVA SOBRE COMISION (16% V/COMISION)				\$ 14.294		\$ 3.075		\$ 4.214		\$ 4.214		\$ 4.598
COMISION FNHF (1%)				\$ 0		\$ 0		\$ 125.000		\$ 140.000		\$ 140.000
TOTAL EGRESOS CON FINANCIACION				\$ 12.074.556		\$ 2.597.213		\$ 3.684.552		\$ 3.699.552		\$ 4.023.936

Tabla 22. Costos de instalación y sostenimiento ha/año cultivo de aguacate.

ACTIVIDAD	UNIDAD	V/ UNITARIO	PERIODOS ANUALES									
			AÑO 1		AÑO 2		AÑO 3		AÑO 4		AÑO 5	
			CANT.	VALOR	CANT.	VALOR	CANT.	VALOR	CANT.	VALOR	CANT.	VALOR
RIEGO												
Equipos e instalación	Global		1	\$ 7.116.729		\$ 0		\$ 0		\$ 0		\$ 0
TOTAL RIEGO				\$ 7.116.729		\$ 0		\$ 0		\$ 0		\$ 0
MANO DE OBRA												
Preparación Terreno	Jornal	\$15.000	25	\$ 375.000								
Trazado, Hoyado	Jornal	\$15.000	20	\$ 300.000								
Siembra	Jornal	\$15.000	14	\$ 210.000								
Resiembra	Jornal	\$15.000	2	\$ 30.000								
Fertilización	Jornal	\$15.000	15	\$ 225.000	15	\$ 225.000	15	\$ 225.000	15	\$ 225.000	15	\$ 225.000
Deschuponadas	Jornal	\$15.000	5	\$ 75.000								
Podas	Jornal	\$15.000	10	\$ 150.000								
Control Malezas Manual	Jornal	\$15.000	17	\$ 255.000	17	\$ 255.000	17	\$ 255.000	17	\$ 255.000	17	\$ 255.000
Control Malezas Químico	Jornal	\$15.000		\$ 0		\$ 0		\$ 0		\$ 0		\$ 0
Control de plagas y enfermedades	Jornal	\$15.000	10	\$ 150.000	10	\$ 150.000	10	\$ 150.000	10	\$ 150.000	10	\$ 150.000
Recolección, selección y empaque	Jornal	\$15.000		\$ 0		\$ 0	50	\$ 750.000	50	\$ 750.000	50	\$ 750.000
Operación sistema de riego	Jornal	\$15.000	20	\$ 300.000	20	\$ 300.000	20	\$ 300.000	20	\$ 300.000	20	\$ 300.000
TOTAL MANO DE OBRA / HA / AÑO				\$ 2.070.000		\$ 930.000		\$ 1.680.000		\$ 1.680.000		\$ 1.680.000
INSUMOS												
Plántulas	Unidad	\$300	194	\$58.200								
Cajas plásticas	Cajas	\$9.000	50	\$450.000								
INSECTICIDAS												
Azodrin	Lt	\$30.000	1	\$30.000	1	\$ 30.000	1	\$ 30.000	1	\$ 30.000	1	\$ 30.000
Malathion	Lt	\$30.000	3	\$90.000	3	\$ 90.000	3	\$ 90.000	3	\$ 90.000	3	\$ 90.000
FERTILIZACION FOLIAR												
Total Liquido	Lt.	\$10.400	3	\$ 31.200	3	\$ 31.200	3,00	\$ 31.200	3	\$ 31.200	3	\$ 31.200

FERTILIZACION RADICULAR												
10-30-10	Kg.	\$896	200	\$ 179.200	200	\$ 179.200	200,00	\$ 179.200	200	\$ 179.200	200	\$ 179.200
17-6-18-2	Kg.	\$800	200	\$ 160.000	200	\$ 160.000	200,00	\$ 160.000	200	\$ 160.000	200	\$ 160.000
Agrimins	Kg.	\$980	100	\$ 98.000	100	\$ 98.000	100,00	\$ 98.000	100	\$ 98.000	100	\$ 98.000
FUNGICIDAS												
Ridomil	Grs.	\$41	1.500	\$60.800	1.500	\$ 60.800	1.500,00	\$ 60.800	1.500	\$ 60.800	1.500	\$ 60.800
Dithane M-45	Kg.	\$11.600	5	\$58.000	5	\$ 58.000	5,00	\$ 58.000	5	\$ 58.000	5	\$ 58.000
Ortocide	Kg.	\$14.000	1	\$14.000	1	\$ 14.000	1,00	\$ 14.000	1	\$ 14.000	1	\$ 14.000
COADYUVANTES												
Inex-a	Lt.	\$22.156	5	\$ 110.780	5	\$ 110.780	5,00	\$ 110.780	5	\$ 110.780	5	\$ 110.780
TOTAL INSUMOS / HA /AÑO				\$ 1.340.180		\$ 831.980		\$ 831.980		\$ 831.980		\$ 831.980
Asistencia Técnica (1 VISITA MENSUAL)	AÑO	\$ 600.000	1,00	\$ 600.000		\$ 600.000		\$ 600.000		\$ 600.000		\$ 600.000
TOTAL COSTOS DIRECTOS				\$ 11.126.909		\$ 2.361.980		\$ 3.111.980		\$ 3.111.980		\$ 3.111.980
COSTOS INDIRECTOS												
Transporte de Insumos	Ton.	\$40.000	1,00	\$ 40.000	1	\$ 40.000	1	\$ 40.000	1	\$ 40.000	1	\$ 40.000
Transporte de Producción	Ton.	\$50.000	0,00	\$ 0	0	\$ 0	8,8	\$ 440.000	9	\$ 440.000	9	\$ 440.000
TOTAL COSTOS INDIRECTOS				\$ 40.000		\$ 40.000		\$ 480.000		\$ 480.000		\$ 480.000
TOTAL COSTOS DE PRODUCCION / HA				\$ 11.166.909		\$ 2.401.980		\$ 3.591.980		\$ 3.591.980		\$ 3.591.980
CAPITAL DE TRABAJO A FINANCIAR (80%)				\$ 8.933.527		\$ 1.921.584		\$ 2.633.584		\$ 2.633.584		\$ 2.873.584
INTERESES DE FINANCIACION (9%)				\$ 804.017		\$ 172.943		\$ 237.023		\$ 237.023		\$ 258.623
COMISION FAG (1%)				\$ 89.335		\$ 19.216		\$ 26.336		\$ 26.336		\$ 28.736
IVA SOBRE COMISION (16% V/COMISION)				\$ 14.294		\$ 3.075		\$ 4.214		\$ 4.214		\$ 4.598
COMISION FNHF (1%)				\$ 0		\$ 0		\$ 125.000		\$ 140.000		\$ 140.000
TOTAL EGRESOS CON FINANCIACION				\$ 12.074.556		\$ 2.597.213		\$ 3.684.552		\$ 3.699.552		\$ 4.023.936

Tabla 23. Costos de instalación y sostenimiento ha/año cultivo de maracuyá.

ACTIVIDAD	UNIDAD	V/ UNITARIO	PERIODOS ANUALES					
			AÑO 1		AÑO 2		AÑO 3	
			CANTIDAD	VALOR	CANT.	VALOR	CANT.	VALOR
RIEGO								
Equipos e instalación	Global		1,00	\$ 7.116.729		0		0
TOTAL RIEGO				\$ 7.116.729		0		0
MANO DE OBRA								
Preparación Terreno	Jornal	\$15.000	10	\$ 150.000		0		0
Trazado, Hoyado	Jornal	\$15.000	15	\$ 225.000				
Siembra	Jornal	\$15.000	15	\$ 225.000		0		0
Construcción espalderas	Jornal	\$15.000	15	\$ 225.000				
Mantenimiento espalderas	Jornal	\$15.000	5	\$ 75.000	5	\$ 75.000	5	\$ 75.000
Fertilización	Jornal	\$15.000	15	\$ 225.000	15	\$ 225.000	15	\$ 225.000
Control de plagas y enfermedades	Jornal	\$15.000	20	\$ 300.000	20	\$ 300.000	20	\$ 300.000
Plateo y Control de Malezas	Jornal	\$15.000	8	\$ 120.000	8	\$ 120.000	8	\$ 120.000
Podas y deschuponado	Jornal	\$15.000	20	\$ 300.000	20	\$ 300.000	20	\$ 300.000
Recolección y selección	Jornal	\$15.000	10	\$ 150.000	30	\$ 450.000	50	\$ 750.000
Operación sistema de riego	Jornal	\$15.000	20	\$ 300.000	20	\$ 300.000	20	\$ 300.000
TOTAL MANO DE OBRA / HA / AÑO				\$ 2.295.000		\$ 1.770.000		\$ 2.070.000
INSUMOS								
Plántulas	Plántulas	\$400	1.111	\$ 444.400				
Postes de madera	Unidad	\$4.000	160	\$ 640.000				
Postes de guadua	Unidad	\$2.000	160	\$ 320.000				
Alambre Galvanizado Calibre 12	Kg.	\$2.250	400	\$ 900.000				
Grapas	Kg.	\$3.000	9	\$ 27.000				
Hilaza	Cono	\$6.500	3	\$ 19.500				
Cajas plásticas	Cajas	\$900	50	\$ 45.000				
INSECTICIDAS								
Malathion	Lt.	\$30.000	3	\$ 90.000	3	\$ 90.000	3	\$ 90.000
Ekatin 25%	Lt.	\$19.900	1	\$ 19.900	1	\$ 19.900	1	\$ 19.900
Decis 2.5 c.e.	C.C.	\$97	1.000	\$ 97.000	1.000	\$ 97.000	1.000	\$ 97.000
Azucó o Azufral	Lt.	\$6.000	6	\$ 36.000	6	\$ 36.000	6	\$ 36.000
FERTILIZACION FOLIAR								
Nitrato de Potasio	Kg.	\$2.530	200	\$ 506.000	200	\$ 506.000	200	\$ 506.000
FERTILIZACION RADICULAR								
				\$ 0		\$ 0		\$ 0
15-15-15	Kg.	\$770	200	\$ 154.000	200	\$ 154.000	200	\$ 154.000
17-6-18-2	Kg.	\$800	200	\$ 160.000	200	\$ 160.000	200	\$ 160.000
Agrimins	Kg.	\$980	50	\$ 49.000	50	\$ 49.000	50	\$ 49.000
KCL	Kg.	\$598	50	\$ 29.900	50	\$ 29.900	50	\$ 29.900
FUNGICIDAS								
Dithane M-45	Kg.	\$11.600	5	\$ 58.000	5	\$ 58.000	5	\$ 58.000
COADYUVANTES								
Inex-a	Lt.	\$22.156	10	\$ 221.560	10	\$ 221.560	10	\$ 221.560
TOTAL INSUMOS / HA / AÑO				\$ 3.817.260		\$ 1.421.360		\$ 1.421.360
Asistencia Técnica	Mes	50.000	12	\$ 600.000	12	\$ 600.000	12	\$ 600.000
TOTAL COSTOS DIRECTOS				\$ 13.828.989		\$ 3.791.360		\$ 4.091.360

COSTOS INDIRECTOS								
Arrendamiento	Mes	\$40.000	12,00	\$ 480.000	12	\$ 480.000	12	\$ 480.000
Transporte Insumos	Ton	\$40.000	5,00	\$ 200.000	5	\$ 200.000	5	\$ 200.000
Transporte Producción	Ton	\$50.000	3,00	\$ 150.000	25	\$ 1.250.000	25	\$ 1.250.000
TOTAL COSTOS INDIRECTOS				\$ 830.000		\$ 1.930.000		\$ 1.930.000
TOTAL COSTOS DE PRODUCCION / HA				\$ 14.658.989		\$ 5.721.360		\$ 6.021.360
CAPITAL DE TRABAJO A FINANCIAR (80%)				\$ 11.727.191		\$ 4.577.088		\$ 4.817.088
INTERESES DE FINANCIACION (9%)				\$ 1.055.447		\$ 411.938		\$ 433.538
COMISIÓN FAG (1%)				\$ 117.272		\$ 45.771		\$ 48.171
IVA SOBRE COMISION (16% V/COMISION)				\$ 18.764		\$ 7.323		\$ 7.707
COMISION FNHF (1%)				\$ 30.000		\$ 150.000		\$ 168.000
TOTAL EGRESOS CON FINANCIACION				\$ 15.880.472		\$ 6.336.392		\$ 6.678.776

Tabla 24. Costos de instalación y sostenimiento ha/año cultivo de papaya.

ACTIVIDAD	UNIDAD	V/ UNITARIO	PERIODOS ANUALES			
			AÑO 1		AÑO 2	
			CANT.	VALOR	CANT.	VALOR
RIEGO						
Equipos e instalación	Global		1	\$ 7.116.729		\$ 0
TOTAL RIEGO				\$ 7.116.729		\$ 0
MANO DE OBRA						
Preparación Terreno	Jornal	\$15.000	15	\$ 225.000		
Trazado, Hoyado	Jornal	\$15.000	12	\$ 180.000		
Siembra	Jornal	\$15.000	8	\$ 120.000		
Resiembra	Jornal	\$15.000	1	\$ 15.000		
Fertilización	Jornal	\$15.000	10	\$ 150.000	15	\$ 225.000
Deschuponadas	Jornal	\$15.000		\$ 0		
Podas	Jornal	\$15.000	2	\$ 30.000		
Control Malezas	Jornal	\$15.000	25	\$ 375.000	17	\$ 255.000
Aporque	Jornal	\$15.000	6	\$ 90.000	6	\$ 90.000
Control de plagas y enfermedades	Jornal	\$15.000	12	\$ 180.000	12	\$ 180.000
Aplicación Riego	Jornal	\$15.000	20	\$ 300.000	20	\$ 300.000
Recolección, selección y empaque	Jornal	\$15.000	12,00	\$ 180.000	12	\$ 180.000
Operación sistema de riego	Jornal	\$15.000	20	\$ 300.000	20	\$ 300.000
TOTAL MANO DE OBRA / HA / AÑO				\$ 2.145.000		\$ 1.530.000
INSUMOS						
Plántulas	Unidad	\$1.000	1.333	\$1.333.000		
Cajas plásticas	Cajas	\$9.000	50	\$450.000		
INSECTICIDAS						
Azodrin	Lt	\$30.000	1	\$30.000	1	\$ 30.000
Malathion	Lt	\$30.000	3	\$90.000	3	\$ 90.000
FERTILIZACION FOLIAR						

Total Liquido	Lt.	\$10.400	3	\$ 31.200	3	\$ 31.200
FERTILIZACION RADICULAR						
10-30-10	Kg.	\$896	200	\$ 179.200	200	\$ 179.200
17-6-18-2	Kg.	\$800	200	\$ 160.000	200	\$ 160.000
Agrimins	Kg.	\$980	100	\$ 98.000	100	\$ 98.000
FUNGICIDAS						
Ridomil	Grs.	\$400	1.500	\$600.000	1.500	\$ 600.000
Dithane M-45	Kg.	\$11.600	5	\$58.000	5	\$ 58.000
Ortocide	Kg.	\$14.000	1	\$14.000	10	\$ 140.000
COADYUVANTES						
Inex-a	Lt.	\$22.156	5	\$ 110.780	5	\$ 110.780
TOTAL INSUMOS / HA / AÑO				\$ 3.154.180		\$ 1.497.180
Asistencia Técnica (1 VISITA MENSUAL)		AÑO	\$ 600.000	1,00	\$ 600.000	\$ 600.000
TOTAL COSTOS DIRECTOS				\$ 13.015.909		\$ 3.627.180
COSTOS INDIRECTOS						
Arrendamiento	Mes	\$40.000	12,00	\$ 480.000	12	\$ 480.000
Transporte de Insumos	Ton.	\$40.000	1,00	\$ 40.000	1	\$ 40.000
Transporte de Producción	Ton.	\$50.000	18,00	\$ 900.000	18	\$ 900.000
TOTAL COSTOS INDIRECTOS				\$ 1.420.000		\$ 1.420.000
TOTAL COSTOS DE PRODUCCION / HA				\$ 14.435.909		\$ 5.047.180
CAPITAL DE TRABAJO A FINANCIAR (80%)				\$ 11.548.727		\$ 4.037.744
INTERESES DE FINANCIACION (9%)				\$ 1.039.385		\$ 363.397
COMISION FAG (1%)				\$ 115.487		\$ 40.377
IVA SOBRE COMISION (16% V/COMISION)				\$ 18.478		\$ 6.460
COMISION FNHF (1%)				\$ 120.000		\$ 140.000
TOTAL EGRESOS CON FINANCIACION				\$ 15.729.260		\$ 5.597.415

6.2 Análisis de rentabilidad

En las tablas 25 al 28, se presentan los resultados de rentabilidad de cada uno de los cultivos, se observa que para los cultivos de mango y aguacate en los dos primeros años presentan una rentabilidad de -100% indicando una no producción, posteriormente después del segundo año la rentabilidad arroja un porcentaje hasta del 278% y 315% en mango y aguacate respectivamente; la maracuyá y la papaya solo presentan rentabilidad negativa en el primer año, posteriormente presenta rentabilidad positiva en ambos cultivos hasta del 150%.

El flujo de caja para los cultivos anuales como el mango y el aguacate presentan valores negativos hasta el tercer año, indicando ganancias después

del mismo. El valor presente neto para estos cultivos es de \$1.323.384 con una tasa interna de retorno del 13% y 18% respectivamente. Los cultivos de maracuyá y papaya solo presentan valores negativos en el primer año en su flujo de caja, el valor presente neto esta en el orden de \$ 634.094 y \$ 518.098 respectivamente con una tasa interna de retorno de 13% y 16%.

Tabla 25. Rentabilidad ha/año cultivo de mango.

ACTIVIDAD	PERIODOS ANUALES				
	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
TOTAL DE PRODUCCION (KILOS)	0	0	25.000	28.000	28.000
TOTAL DE INGRESOS (VALOR / KG) \$500	\$ 0	\$ 0	\$ 12.500.000	\$ 14.000.000	\$ 14.000.000
TOTAL DE EGRESOS CON FINANCIACION	\$ 12.074.556	\$ 2.597.213	\$ 3.684.552	\$ 3.699.552	\$ 4.023.936
FLUJO NETO	-\$ 12.074.556	-\$ 2.597.213	\$ 8.815.448	\$ 10.300.448	\$ 9.976.064
RENTABILIDAD(INGRESOS-EGRESOS)/(EGRESOS)*100	-100	-100	239	278	248
FLUJO DE CAJA	-\$ 12.074.456	-\$ 14.671.769	-\$ 5.856.321	\$ 4.444.127	\$ 14.420.191
VALOR PRESENTE NETO (VPN)	\$ 1.323.384				
TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)	13%				

Tabla 26. Rentabilidad ha/año cultivo de aguacate.

ACTIVIDAD	PERIODOS ANUALES				
	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
TOTAL DE PRODUCCION (KILOS)	0	0	25.000	28.000	28.000
TOTAL DE INGRESOS (VALOR / KG) \$600	\$ 0	\$ 0	\$ 15.000.000	\$ 16.800.000	\$ 16.800.000
TOTAL DE EGRESOS CON FINANCIACION	\$ 12.074.556	\$ 2.597.213	\$ 4.033.936	\$ 4.051.936	\$ 4.051.936
FLUJO NETO	-\$ 12.074.556	-\$ 2.597.213	\$ 10.966.064	\$ 12.748.064	\$ 12.748.064
RENTABILIDAD(INGRESOS-EGRESOS)/(EGRESOS)*100	-100	-100	272	315	315
FLUJO DE CAJA	-\$ 12.074.456	-\$ 14.671.769	-\$ 3.705.705	\$ 9.042.359	\$ 21.790.423
VALOR PRESENTE NETO (VPN)	\$ 1.323.384				
TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)	18%				

Tabla 27. Rentabilidad ha/año cultivo de maracuyá.

ACTIVIDAD	PERIODOS ANUALES		
	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3
TOTAL DE PRODUCCION (KILOS)	5.000	25.000	28.000
TOTAL DE INGRESOS (VALOR / KG) \$ 600	\$ 3.000.000	\$ 15.000.000	\$ 16.800.000
TOTAL DE EGRESOS CON FINANCIACION	\$ 15.880.472	\$ 6.336.392	\$ 6.678.776
FLUJO NETO	-\$ 12.880.472	\$ 8.663.608	\$ 10.121.224
RENTABILIDAD(INGRESOS-EGRESOS)/(EGRESOS)*100	-81	137	150
FLUJO DE CAJA	-\$ 12.880.472	-\$ 4.216.864	\$ 5.904.360
VALOR PRESENTE NETO (VPN)	\$ 634.094		
TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)	13%		

Tabla 28. Rentabilidad ha/año cultivo de papaya.

RENDIMIENTOS E INGRESOS		PERIODOS ANUALES	
ACTIVIDAD		AÑO 1	AÑO 2
TOTAL DE PRODUCCION (KILOS)		30.000	35.000
TOTAL DE INGRESOS	(VALOR / KG) \$ 400	\$ 12.000.000	\$ 14.000.000
TOTAL DE EGRESOS CON FINANCIACION		\$ 15.729.260	\$ 5.597.415
FLUJO NETO		\$ -3.729.260	\$ 8.402.585
RENTABILIDAD(INGRESOS-EGRESOS)/(EGRESOS)*100		-24	150
FLUJO DE CAJA		-\$ 3.729.260	\$ 4.673.325
VALOR PRESENTE NETO (VPN)	\$ 518.098		
TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)	16%		

7. CONCLUSIONES

- El balance hídrico de la zona del proyecto define en el año dos periodos de déficit hídrico, uno al inicio (enero, febrero) con duración aproximada de dos meses y un segundo periodo (mayo a septiembre) con duración aproximada de cinco meses, siendo éste último de gran relevancia por su amplitud e intensidad, lo cual indica la inevitable necesidad del abastecimiento de riego en los distintos cultivos a establecer.
- Las características físicas e hidrodinámicas del suelo en el predio San Carlos determinan la dominancia de la textura franco arenosa con baja retención de humedad aprovechable para las plantas, velocidad de infiltración y conductividad hidráulica que varían de moderadamente rápida (lote 1) a rápida (lote 2), siendo estas características consecuentes con el alto porcentaje de arena en la composición del suelo.
- Se diseñó un sistema de riego por goteo, con goteros Supertif Autocompensado de 3,85 l.p.h, el cual beneficia los cultivos de papaya y Maracuya; en la sectorización se consideró el caudal disponible, el tiempo y la frecuencia de riego, estos serán de 6 para una óptima operatividad, el módulo de riego es de 2,85 l.p.s/ha y 2,38 l.p.s/ha respectivamente.

Se diseñó un sistema de riego por microaspersión con microaspersores Aqua Master 2002 boquilla azul de 55 l.p.h, el cual beneficia los cultivos de aguacate y mango; el número de sectores de riego es de 6, con módulos de 3,75 l.p.s/ha y emisores autocompensados debido a las ondulaciones del terreno.

La distribución de los sistemas de riego obedeció a las necesidades hídricas de los cultivos y al plan agrícola proyectado en el área, los emisores se seleccionaron asumiendo el caudal demandado por planta y la infiltración básica del suelo.

- El análisis de inversión se proyectó para cultivos anuales (Aguacate y Mango) en periodos de cinco años y mensuales (Papaya y Maracuyá) de tres años con financiación del 80% del valor de la inversión anual, la TIR resultó en el rango de 13% al 18% para los anuales y del 13% al 16% para los mensuales, haciendo el proyecto económicamente viable.

8. RECOMENDACIONES

- Para que el sistema de riego por microaspersión y goteo en el predio San Carlos opere de una forma eficiente, se debe seguir las especificaciones técnicas e hidráulicas de diseño establecidas en este.
- Con el fin de prevenir taponamiento en los sistemas de filtrado, emisión y succión, se debe realizar un proceso de limpieza al reservorio donde se abastecerá de agua el sistema de irrigación, ya que se encuentra invadido por plantas acuáticas ocasionando eutrofización; por otro lado se debe realizar periódicamente el lavado de tuberías.
- Para darle durabilidad a las instalaciones del sistema de riego, esta debe ser operada por una persona la cual se le haya dado una previa capacitación en la manipulación de los elementos del sistema.

BIBLIOGRAFIA

- Fuentes Yague, J.L, Técnicas de riego, Ediciones Mundiprensa, 1998. 52- 56, 281,290 p.
- Gurovic, Luis A, Fundamentos y diseños de sistemas de riego, IICA, 1985. 433 p.
- Grassi, C, Manual de drenaje, CIDIAT, 1976. 346 p.
- Holzapfel, H, Riego por goteo y microjet, Universidad de Concepción, 2003. 11,13 p.
- Nakayama y Bucks, Trickle irrigation for crop production, Elsevier, 1986. 383 p.
- Moya Talens, J.A, Riego localizado y fertirrigacion, Ediciones Mundiprensa, 2006. 74,392 p.
- Pizarro Caballero, F. Riego localizado de alta frecuencia (RLAF), Ediciones MundiPrensa, 1996. 511 p.
- Rodrigo López, J. Riego localizado, Ediciones Mundiprensa, 1992. 52 p.
- Máster en Ingeniería del Agua, Redes de Agua Potable, Residuales y de Riego, 2002. 81 p.
- Cifuentes Perdomo, M.G, Diseño y construcción del centro experimental piloto de riego a presión CEPRAP y formulación de requerimientos hídricos, Universidad Surcolombiana, 1999. 65 p.
- <http://www.chileriego.cl/docs/016-01.doc>
- <http://www.naandanjain.com>
- <http://www.irriferr.cl/muestrapresentaciones.php?id=31>
- http://es.wikipedia.org/wiki/riego_por_goteo

ANEXOS

ANEXO A. RESULTADO ANALISIS DE SUELOS PREDIO SAN CARLOS

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
 NIT. 891.180.084-2
LABORATORIO DE SUELOS
 FACULTAD DE INGENIERIA



PRUEBAS FÍSICAS DE SUELOS

Solicitante: **JUAN JOSE RAMIREZ** Nombre de la finca: **SAN CARLOS**
 Vereda: **LLANO SUR** Municipio: **CAMPOALEGRE**
 Cultivo: **LOTE 1** Departamento: **HUILA**
 Fecha: **Junio 22 de 2006**

Prueba No.	Fracción (%)	Textura	Densidad aparente (g/cm ³)	Densidad real (g/cm ³)	Humedad (%) CC _{0.3} bar	Humedad (%) PMP ₁₅ bar
L1	A : 78.3	Franco Arenoso	1.52	2.41	14.29	7.73
	L: 9.7					
	Ar: 12.0					

Solicitante: **JUAN JOSE RAMIREZ** Nombre de la finca: **SAN CARLOS**
 Vereda: **LLANO SUR** Municipio: **CAMPOALEGRE**
 Cultivo: **LOTE 2** Departamento: **HUILA**
 Fecha: **Junio 22 de 2006**

Prueba No.	Fracción (%)	Textura	Densidad aparente (g/cm ³)	Densidad real (g/cm ³)	Humedad (%) CC _{0.3} bar	Humedad (%) PMP ₁₅ bar
L2	A : 76.3	Franco Arenoso	1.45	2.41	14.85	8.26
	L: 11.7					
	Ar: 12.0					

Métodos de laboratorio utilizados:

Textura: Bouyoucos
 Densidad aparente: Terrón Parafinado
 Densidad Real: Método del Picnómetro.
 Retención de Humedad: Platos de Richards.

ANEXO B. DATOS CLIMATOLOGICOS MEDIOS MULTIANUALES ESTACION CLIMATOLOGICA LOS ROSALES

I D EAM- INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEREOLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

SISTEMA DE INFORMACION
NACIONAL AMBIENTAL

VALORES MEDIOS (V) MENSUALES VELOCIDAD DEL VIENTO (M/S)

FECHA DE PROCESO : 2006/0 mar-31

ESTACION : 2110505 LOS ROSALES

LATITUD	0237 N	TIPO EST	CP	DEPTO	HUILA	FECHA-INS	1973- DIC
LONGITUD	7525 W	ENTIDAD	01 IDEAM	MUNICIPIO	CAMPOALEGRE	FECHA-SUS	activa
ELEVACION	0553 m.s.n.m	REGIONAL	04 HUILA- CAQUETA	CORRIENTE	NEIVA		

*****	****	****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
AÑO	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *	
1974	1	1	E .3	SE .2		SW 1.5	SW 1.5	SW 1.1	SW 4.1	SW 3.1		SE .2	SE .1	E .5		
1975	1	1	S .8	E .4	SW .9	SW .4	SW .7	SW 2.4	SW 3.1	SW 3.0	SW 1.7	SW .4	NE .9	E 1.2		
1976	1	1	SE .3	E .6	SE .1	SW .9	SW 1.8	SW 3.4	SW 5.6					SE .4		
1977	1	1	SE .5	SW 3.5				SW 3.1	SW 3.4	SW 3.5	SW 3.0	SW 1.1	E .7	S .3		
1978	1	1	SE .3	SE .3	S .4	S .3	SW 1.2	SW 3.3	SW 3.0	SW 5.2	SW 1.8	S .5	SE .1	E .5		
1979	1	1	E .4	S .5	S .4	SW 2.0	SW 1.4	SW 4.5								
1981	1	1		SW .9	E .4	SW .6	NE .2	SW 2.5	SW 4.9	SW 3.6	SW 4.1	SW .1	NE .6	S .2		
1982	1	1		E .6	SE .2	E .7	SW 2.4	SW 3.3	SW 4.0			SW 1.3		E .2		
1983	1	1		SW 1.3	SW .7	SW .8										
1985	1	1						SW 4.3	SW 4.9							
1986	1	1							SW 4.4		SW 3.2	SW .5		S .3		
1987	1	1	S .7	SW 2.0	SW 1.2							NE .3	NE .0	S .2		
1988	1	1	E .3	S .2	SW .8		W 1.4	W 3.0	NW 3.7	NW 3.0	W 1.8	N .4	W .2	W .7		
1989	1	1	N .3	W .2	SW .6	NE 1.1	N 2.7	N 1.7	N 3.0	N 4.0	N 2.0	N .9	W .2			
1990	1	1		SW .1	SW 1.2	SW .8	SW 2.5		SW 3.3		SW 1.8	E .1		SW .9		
1991	1	1	N .4													
1994	1	1								SW 4.9				SW .5	E .3	
1995	1	1	SW .8	S .2	SW .2	SW 1.0	SW 1.7	SW 2.3	SW 2.3	SW 2.9	SW 2.8	SW .5	NE .2	NE .2		
1996	1	1	NE .2	SW .6	E .1	SW .8	SW 2.0		SW 4.0	SW 3.3	SW 3.1	N .2	E .3	SW .5		
1997	1	1	NE .6	SW 1.1	E .1	SW 1.3	SW 2.9	SW 1.2	SW 4.7	SW 4.3	SW 1.8	SW .7	SW 1.1	SW .4		

1998	1	1	SW .9	SW .8	SW 1.1				SW 3.7	SW 2.5	SW 1.7	SW 1.1	NE .4	E .3		
1999	1	1		SE .1	S .4	SW 1.2	SW .8		SW 3.7	SW 4.2				NE .5		
2000	1	1	NE .5	SW .1	SE .1	SW .8	SW 1.0	SW 1.2		SW 3.0	SW .8	SW 1.6	NE .4	W .2		
2001	1	1	W .3	SW .8			SW 1.3	SW 3.5	SW 2.8	SW 5.0	SW 1.7	SW 1.2	W .2			
2002	1	1	SW .4	SW .3	SW .7	SW .9	SW 2.1	SW 2.9	SW 2.6	SW 3.5	SW 2.2	SW 1.4	SW 1.0	SW .2		
2003	1	1	S .2	SW 1.9					SW 3.0	SW 3.9	SW 4.6	SW 1.2				
2004	1	1		S .2	SW .7	NE 1.4	SW 1.2	N .9		SW 3.7						
MAXIMOS				SW .9	SW 3.5	SW 1.2	SW 2.0	SW 2.9	SW 4.5	SW 5.6	SW 5.2	SW 4.6	SW 1.6	SW 1.1	E 1.2	SW 5.6
MINIMOS				NE .2	SW .1	SE .1	S .3	NE .2	N .9	SW 2.3	SW 2.5	SW .8	SW .1	NE .0	S .2	NE
MAXIMOS	Km/Día			77,76	302,4	103,68	172,8	250,56	388,8	483,84	449,28	397,44	138,24	95,04	103,68	
MINIMOS				15,552	8,64	8,64	25,92	17,28	77,76	198,72	216	69,12	8,64	0	17,28	

Fuente: IDEAM

IDEAM INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

SISTEMA DE INFORMACION
NACIONAL AMBIENTAL

VALORES MEDIOS MENSUALES DE HUMEDAD RELATIVA (%)

FECHA DE PROCESO : 2006/0 mar-31

ESTACION : 2110505 ROSALES LOS

LATITUD 0237 N TIPO CP DEPTO HUILA FECHA-INS 1973- DIC
LONGITUD 7525 W ENTI 01 IDEAM MUNICIPIO CAMPOALEGRE FECHA-SUS
ELEVACION 0553 m.s.n.m REGI 04 HUILA- CAQUETA CORRIENTE NEIVA

AÑO	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *
1974	2	1	71 3	78		72 3	66						77	72	73 3
1975	2	1	59	68	69		75	69 3		60	57	64	77	76	67 3
1976	2	1	72	71	81	74	70	62	54	52	52	71		70	66 3
1977	2	1	60	60		73			55	53		69 3	77		64 3
1978	2	1	58	62 3	67 3	76	70	61 3	54	51	54 3	64 3	70	74	63 3
1979	2	1	71 3	59 3	73 3	69 3	74 3	63 3	56 3	64 3	63 3	65 3	77 3	71 3	67 3
1980	2	1	68 3	72 3	67 3	70 3	64 3	69 3	53 3	50 3	52 3	61 3	71 3	74 3	64 3
1981	2	1	71 3	66 3	66 3	71 3	76	69	61	53	51	62 3	77 3	79 3	67 3
1982	2	1	77 3	77 3	75 3	76 3	73 3	64 3	59	*	57 3	69 3	*	77 3	70 3
1983	2	1		*	*	*	*	58 3	54	51	56	*	*	*	55 3
1984	2	1	*		78 3	*	79 3	74 3		*	*		76 3		77 3
1985	2	1			67 3			64	57	58	56	67	74	78	65 3
1986	2	1	71	75	78	74 3	69 3	69 3	55 3	52 3	57	77	77	70	69 3
1987	2	1	66	62	68	73	71	61 3	60 3	58	54	70 3	78	71 3	66 3
1988	2	1	67 3	70 3	71 3	73 3	68 3	69 3	61 3	56 3	62 3	71 3	78 3	82 3	69 3
1989	2	1	75 3	76 3	78 3	*	78 3	69 3	73 3	61 3	71 3	68 3	73 3	*	72 3
1990	2	1	69 3	74 3	75 3	74 3	70 3	62 3	60 3	51 3	47 3	73 3	*	74 3	66 3
1991	2	1	70 3	71 3	72 3	72 3	71 3	72 3	64 3	61 3	57 3	52 3	73 3	75 3	68 3
1992	2	1	71 3	67 3	65 3	71 3	*	*		*	67 3	67 3	75 3	78 3	70 3
1993	2	1	74 3	79 3	82 3	76 3	75 3	64 3	59 3	53 3	55 3	61 3	77 3	76 3	69 3
1994	2	1	76 3	73 3	76 3	76 3	72 3	63 3	56 3	51 3	53 3	69 3	77 3	72 3	68 3
1995	1	1	59 3	58	73	70	71 3	66 3	63	58	50	67	76 3	77 3	66 3
1996	1	1	75 3	78 3	77	74 3	74 3	67 3	63 3	72 1	53 3	71	73 3	72	71 3

1997	1	1	76 3	68	65	69 3	66 3	66 3	54 3	49 3	48 3	55 3	66 3	62 3	62 3
1998	1	1	59 3	55	69	77	70 1	61 1	62 3	57 3	55 1	62 1	77 1	77 1	65 3
1999	1	1	79 1	78 3	77 1	75 1	74 1	72 1	58 3	49 1	65 1	70 1	80 1	80 3	71 3
2000	1	1	76 3	78 1	83 1	80 1	78 1	69 1	57 1	56 1	62 1	62 1	71 1	71 1	70 3
2001	1	1	63 3	55 1	72 1	66 1	69 1	59 3	54 1	46 1	54 3	56 1	74 1	78 1	62 3
2002	1	1	68 3	67 1	70 1	73 1	74 3	70 1	62 1	56 1	54 1	57 1	70 1	68 1	66 3
2003	1	1	61 1	64 3	67 1	73 1	68 1	65 3	53 1	48 1	56 1	66 1	75 1	75 1	64 3
2004	1	1	74 1	65 1	66 1	79 1	72 1	63 1	61 1	58	56 1	72	84 1	86	70
2005	1	1	86	76	80 1	81	76	70 3	52 3	49 3	53 3	80	*	84 3	72 3
2006	1	1	*												
MEDIOS			70	69	73	74	72	66	58	55	56	66	75	75	67
MAXIMOS			86	79	83	81	79	74	73	72	71	80	84	86	86
MINIMOS			58	55	65	66	64	58	52	46	47	52	66	62	46

Fuente: IDEAM

IDEAM INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

SISTEMA DE INFORMACION
NACIONAL AMBIENTAL

VALORES TOTALES MENSUALES DE BRILLO SOLAR (Horas)

FECHA DE PROCESO : 2006/0 mar-31

ESTACION : 2110505 ROSALES LOS

LATITUD 0237 N TIPO CP DEPTO HUILA FECHA-INS 1973- DIC
LONGITUD 7525 W ENTI 01 IDEAM MUNICIPIO CAMPOALEGRE FECHA-SUS
ELEVACION 0553 m.s.n.m REGI 04 HUILA- CAQUETA CORRIENTE NEIVA

AÑO	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *
1974	2	1		110.7		104.2 3	139.0	117.8	129.6	69.2 3	69.2 3	159.6	153.4	185.2	1237.9 3
1975	2	1	180.1	113.8	141.8	119.9	122.8	136.2		112.8	155.4	150.5	138.1	139.2	1510.6 3
1976	2	1	163.5	154.2	128.9	103.4	137.6	124.4	120.9	142.9	125.4	140.1	173.4	172.1	1686.8
1977	2	1	218.8		133.2	111.1		103.1 3	156.8	152.0	121.7				996.7 3
1978	2	1	175.1	126.8 3	149.4	129.2	138.7	136.5 3	172.6	121.2 3	171.3	163.4	158.2	108.1	1750.5 3
1979	1	1	170.6	139.5 3	124.9 3	148.6	122.9	143.0 3	171.1	128.5	156.0	144.8 3	147.2	123.6 3	1720.7 3
1980	2	1	173.5	171.7 3	132.1 3	153.9	163.5	139.7	160.4	181.3	143.6	158.2	152.8	108.2 3	1838.9 3
1981	2	1	191.4	144.0 3	161.1 3	130.1	154.9	138.1 3	135.1 3	151.1	133.0	174.8	150.6	161.7	1825.9 3
1982	2	1	189.0	134.6 3	136.1	119.4 3	136.9	172.8	132.3	150.2 3	117.1 3	144.7 3	136.0 3	133.5 3	1702.6 3
1983	2	1		161.9 3	137.0 3	123.6 3	169.1 3	140.7 3	140.1 3	129.8	131.0 3	126.5	164.9 3	156.3 3	1580.9 3
1984	2	1	130.3 3	134.2 3	133.5 3	109.0 3	161.1 3	138.0 3	138.2 3	121.7 3			119.3 3	*	1185.3 3
1985	2	1						144.5	155.2	144.6 3	148.0	147.7	169.2	186.5	1095.7 3
1986	2	1	162.3	131.8	119.8 3	144.3	165.2 3	114.0 3	124.5 3	161.3 3	126.5	129.5	151.6	191.6 3	1722.4 3
1987	2	1	205.1	124.1 3	145.5	133.5	163.5	148.2 3	144.3	136.5	*	137.7 3	155.1	188.6 3	1682.1 3
1988	2	1	195.3	139.6 3	144.3	91.6 3	126.6 3	127.4 3	121.8 3	110.2 3	130.8 3	156.3	131.5 3	170.1	1645.5 3
1989	2	1	138.6 3	125.8 3	133.3	133.7 3	129.7 3	138.9 3	157.6 3	174.1	136.1 3	160.0 3	112.3 3	*	1540.1 3
1990	2	1	165.8 3	112.0	132.8 3	118.7	137.7	148.8 3	150.4 3	152.8	134.2 3	89.0 3	139.2 3	126.9	1608.3 3
1991	2	1	194.6	127.5	141.1	120.6	121.6	129.4 3	87.5	85.3	116.8	146.2 3	121.9	153.8 3	1546.3 3
1992	2	1	182.2	136.0 3	118.4 3	88.3 3	95.1 3	148.1 3	119.6	152.6	143.4 3	148.8 3	125.4 3	151.0 3	1608.9 3
1993	2	1	160.1 3	151.2	113.0	119.6 3	140.8	128.5 3	163.8 3	148.7 3	*	133.5 3	141.1 3	186.9 3	1587.2 3
1994	2	1	155.0 3	136.8 3	115.3	121.1 3	142.4 3	152.6	148.1 3	118.9	120.4 3	145.9 3	153.6 3	175.0 3	1685.1 3
1995	2	1	189.0 3	180.9 3	114.2	99.2 3	118.4 3	137.0	160.9 3	150.2	144.1	142.0 3	153.0	175.3	1764.2 3
1996	2	1	168.0	111.8	115.0	145.4	136.8 3	106.8 3	130.1 3	140.3	150.6	146.1 3	161.2	166.0 3	1678.1 3

1997	2	1	150.7 3	156.9	127.4	129.7 3	119.9 3	147.9 3	126.5	152.7	135.2	174.0	130.1	214.1	1765.1 3
1998	1	1	180.1	132.6 3	108.9	137.4 3	71.8	98.9	121.9	138.9	137.8	176.4	140.0	151.5	1596.2 3
1999	1	1	164.0	133.0	147.5	103.6 3	153.7	145.9	159.7	143.6	119.5 3	162.3	157.5	172.0	1762.3 3
2000	1	1	180.6	162.0	127.0	118.4	133.8	169.6	148.0	169.5	131.4	135.5	135.2	142.3	1753.3
2001	1	1	216.9	140.0	131.4	139.4	129.0 3	145.2	138.8	131.4	114.5 3	181.3	151.1	142.1	1761.1 3
2002	1	1	197.1	153.0	141.2	125.3	107.1	136.6	145.3	142.2	137.8	144.4	151.2	180.2	1761.4
2003	1	1	176.9	128.3	119.1	117.4	135.9	133.3	138.2	135.9	121.8	141.1	162.6	168.5	1679.0
2004	1	1	188.1	177.8	164.7	129.8	125.1	142.7	143.8	137.9	127.4	145.9	133.5	155.2	1771.9
2005	1	1	166.2	142.7	107.7	118.8	119.3	75.1	89.1	87.7	105.3	129.2	127.5	122.4	1391.0
MEDIOS			176.9	139.8	131.5	122.2	134.0	134.7	139.7	136.8	131.2	147.8	145.1	158.9	1698.6
MAXIMOS			218.8	180.9	164.7	153.9	169.1	172.8	172.6	181.3	171.3	181.3	173.4	214.1	218.8
MINIMOS			130.3	110.7	107.7	88.3	71.8	75.1	87.5	69.2	69.2	89.0	112.3	108.1	69.2

Fuente: IDEAM

IDEAM INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

SISTEMA DE
INFORMACION
NACIONAL AMBIENTAL

VALORES MEDIOS MENSUALES DE TEMPERATURA

FECHA DE
PROCESO :

2006/0 mar-31

ESTACION

LATITUD
LONGITUD
ELEVACION

0237 N
7525 W
0553 m.s.n.m

TIPO CP
ENTI 01 IDEAM
REGI 04 HUILA- CAQUETA

DEPTO HUILA
MUNICIPIO CAMPOALEGRE
CORRIENTE NEIVA

FECHA-IN 1973- DIC
FECHA-SU

AÑO	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *
1974	2	1	25.4 3	24.4		26.4 3	26.4	26.6	25.8			25.8	25.4	25.4	25.7 3
1975	2	1	27.0	26.1	25.9		25.6	25.3		26.1	27.0	26.1	25.0	24.8	25.9 3
1976	2	1	25.3	25.6	25.2	25.7	25.8	26.4	26.8	27.4	27.7	25.9	25.4	25.9	26.1
1977	2	1	27.5	27.4	4	26.0		4	28.0	27.7	4	26.4 3	26.0	27.8	27.1 3
1978	1	1	27.5	28.3 3	27.3	25.7	26.1	3	27.4	26.5 3	28.0 3	26.9	26.6	26.0	26.9 3
1979	2	1	26.1 3	27.4 3	25.9 3		25.7 3	26.0 3	26.9 3	26.6 3	26.9 3	27.0 3	25.6 3	25.9 3	26.4 3
1980	2	1	26.7 3	26.2 3	26.8 3	26.5 3	26.7 3	26.0 3	27.4	27.9 3	28.3 3	27.2 3	26.1	25.5	26.8 3
1981	2	1	26.4 3	26.8	27.2 3	26.2	25.8	26.0	26.2	27.6	27.9	26.9 3	25.5 3	25.9 3	26.5 3
1982	2	1	25.8 3	25.5 3	25.9 3	25.7 3	25.8 3	26.5 3	26.6	*	28.4 3	25.8 3	*	26.1 3	26.2 3
1983	2	1		*	*	*	*	27.3 3	27.5	27.9	28.2	27.1 3	26.2 3	*	27.4 3
1984	2	1	*	25.4 3	26.6 3	*	25.5 3	25.4 3	25.3 3	*	*	*	25.0 3		25.5 3
1985	2	1			26.9 3			25.8	26.5	26.7	27.4	26.6	25.5	25.4	26.4 3
1986	2	1	25.8	25.1	24.6	25.8 3	26.7	26.0 3	26.5 3	28.0 3	27.5	25.1	25.4 3	26.4	26.1 3
1987	2	1	27.1	27.8	27.3	26.3	26.5	27.4	27.6	27.6	28.5	27.0	26.0	26.6	27.1
1988	2	1	27.6 3	27.4 3	26.9 3	25.9 3	26.4 3	25.7 3	25.9 3	27.6 3	27.2 3	25.9 3	25.3 3	24.6 3	26.4 3
1989	2	1	25.6 3	25.3 3	24.8 3	25.4 3	25.4 3	25.9 3	25.6 3	26.8 3	26.4 3	26.2 3	26.2 3	*	25.8 3
1990	2	1	26.3 3	25.9 3	26.6 3	26.1 3	26.2 3	27.2 3	26.4 3	27.9 3	29.1 3	26.0 3	*	25.8 3	26.7 3
1991	2	1	26.3 3	26.5 3	26.8 3	26.2 3	26.5 3	26.5 3	26.3 3	26.2 3	27.9 3	27.9 3	26.0 3	25.8 3	26.6 3
1992	2	1	26.0 3	26.9 3	27.3 3	27.4 3	*	*	27.0 3	28.1 3	28.2 3	28.9 3	26.3 3	26.0 3	27.2 3
1993	2	1	26.3 3	25.7 3	25.0 3	25.8 3	25.9 3	26.4 3	26.8 3	27.7 3	27.6 3	27.2 3	25.6 3	25.8 3	26.3 3
1994	2	1	25.3 3	25.4 3	25.2 3	25.2 3	25.7 3	26.2 3	26.6 3	27.1 3	27.9 3	25.9 3	25.1 3	26.1 3	26.0 3
1995	2	1	27.3 3	27.9	26.2	26.4	26.0 3	26.6 3	26.8 3	27.2	28.4	26.5	25.6 3	25.4 3	26.7 3
1996	2	1	25.2 3	25.1 3	25.3	25.9 3	25.5 3	25.9 3	26.1 3	26.8	27.9 3	25.9	25.9	25.5	25.9 3

1997	2	1	25.3 3	26.2	27.4	26.5 3	26.7 3	26.7 3	27.3 3	28.3 3	29.4 3	28.8 3	27.2 3	27.6 3	27.3 3
1998	1	1	28.7 3	29.7	27.8	27.0	26.9	27.2	26.5	27.6	28.2	27.8	25.4	25.4	27.4 3
1999	1	1	25.1	24.9	25.5	25.6	25.3	25.4	26.4	27.8	26.1	25.7	25.4	25.2 3	25.7 3
2000	1	1	25.4	25.0	24.7	24.5	25.1	25.9	26.7	27.0	26.7	26.8	26.1	25.6	25.8
2001	1	1	26.4	27.7	26.0	26.6	26.4	26.8 3	27.6	28.3	28.0 3	28.7	25.9	25.6	27.0 3
2002	1	1	26.6 3	26.9	26.7	26.1	25.7	25.3	26.7	27.6	28.1	28.0	26.2	26.8	26.7 3
2003	1	1	27.7	27.3	26.8	26.0	26.6	26.5 3	27.4	28.8	27.9	27.0	25.6	25.8	27.0 3
2004	1	1	26.0	26.9	27.5	25.7	26.0	26.5	26.5	27.6	27.9	26.7	25.2	25.2	26.5
2005	1	1	26.0	26.3	25.8	26.0	25.8	27.1	27.3	28.1	28.0	26.0	25.9	25.1	26.5
2006	1	1	*												
MEDIOS			26,3	26,4	26,3	26	26	26,3	26,7	27,5	27,8	26,8	25,8	25,8	26,5
MAXIMOS			28,7	29,7	27,8	27,4	26,9	27,4	28	28,8	29,4	28,9	27,2	27,8	29,7
MINIMOS			25,1	24,4	24,6	24,5	25,1	25,3	25,3	26,1	26,1	25,1	25	24,6	24,4

Fuente: IDEAM

ANEXO C. RADIACION EXTRATERRESTRE Ra (mm/día)

<i>Hemisferio Norte</i>												<i>Lat.</i>	<i>Hemisferio Sur</i>											
<i>Ene.</i>	<i>Feb.</i>	<i>Mar.</i>	<i>Abr.</i>	<i>May.</i>	<i>Jun.</i>	<i>Jul.</i>	<i>Ago.</i>	<i>Sep.</i>	<i>Oct.</i>	<i>Nov.</i>	<i>Dic.</i>		<i>Ene.</i>	<i>Feb.</i>	<i>Mar.</i>	<i>Abr.</i>	<i>May.</i>	<i>Jun.</i>	<i>Jul.</i>	<i>Ago.</i>	<i>Sep.</i>	<i>Oct.</i>	<i>Nov.</i>	<i>Dic.</i>
3,8	6,1	9,4	12,7	15,8	17,1	16,4	14,1	10,9	7,4	4,5	3,2	50°	17,5	14,7	10,9	7,0	4,2	3,1	3,5	5,5	8,9	12,9	16,5	18,2
4,3	6,6	9,8	13,0	15,9	17,2	16,5	14,3	11,2	7,8	5,0	3,7	48°	17,6	14,9	11,2	7,5	4,7	3,5	4,0	6,0	9,3	13,2	16,6	18,2
4,9	7,1	10,2	13,3	16,0	17,2	16,6	14,5	11,5	8,3	5,5	4,3	46°	17,7	15,1	11,5	7,9	5,2	4,0	4,4	6,5	9,7	13,4	16,7	18,3
5,3	7,6	10,6	13,7	16,1	17,2	16,6	14,7	11,9	8,7	6,0	4,7	44°	17,8	15,3	11,9	8,4	5,7	4,4	4,9	6,9	10,2	13,7	16,7	18,3
5,9	8,1	11,0	14,0	16,2	17,3	16,7	15,0	12,2	9,1	6,5	5,2	42°	17,8	15,5	12,2	8,8	6,1	4,9	5,4	7,4	10,6	14,0	16,8	18,3
6,4	8,6	11,4	14,3	16,4	17,3	16,7	15,2	12,5	9,6	7,0	5,7	40°	17,9	15,7	12,5	9,2	6,6	5,3	5,9	7,9	11,0	14,2	16,9	18,3
6,9	9,0	11,8	14,5	16,4	17,2	16,7	15,3	12,8	10,0	7,5	6,1	38°	17,9	15,8	12,8	9,6	7,1	5,8	6,3	8,3	11,4	14,4	17,0	18,3
7,4	9,4	12,1	14,7	16,4	17,2	16,7	15,4	13,1	10,6	8,0	6,6	36°	17,9	16,0	13,2	10,1	7,5	6,3	6,8	8,8	11,7	14,6	17,0	18,2
7,9	9,8	12,4	14,8	16,4	17,1	16,8	15,5	13,4	10,8	8,5	7,2	34°	17,8	16,1	13,5	10,5	8,0	6,8	7,2	9,2	12,0	14,9	17,1	18,2
8,3	10,2	12,8	15,0	16,5	17,0	16,8	15,6	13,6	11,2	9,0	7,8	32°	17,8	16,2	13,8	10,9	8,5	7,3	7,7	9,6	12,4	15,1	17,2	18,1
8,8	10,7	13,1	15,2	16,5	17,0	16,8	15,7	13,9	11,6	9,5	8,3	30°	17,8	16,4	14,0	11,3	8,9	7,8	8,1	10,1	12,7	15,3	17,3	18,1
9,3	11,1	13,4	15,3	16,5	16,8	16,7	15,7	14,1	12,0	9,9	8,8	28°	17,7	16,4	14,3	11,6	9,3	8,2	8,6	10,4	13,0	15,4	17,2	17,9
9,8	11,5	13,7	15,3	16,4	16,7	16,6	15,7	14,3	12,3	10,3	9,3	26°	17,6	16,4	14,4	12,0	9,7	8,7	9,1	10,9	13,2	15,5	17,2	17,8
10,2	11,9	13,9	15,4	16,4	16,6	16,5	15,8	14,5	12,6	10,7	9,7	24°	17,5	16,5	14,6	12,3	10,2	9,1	9,5	11,2	13,4	15,6	17,1	17,7
10,7	12,3	14,2	15,5	16,3	16,4	16,4	15,8	14,6	13,0	11,1	10,2	22°	17,4	16,5	14,8	12,6	10,6	9,6	10,0	11,6	13,7	15,7	17,0	17,5
11,2	12,7	14,4	15,6	16,3	16,4	16,3	15,9	14,8	13,3	11,6	10,7	20°	17,3	16,5	15,0	13,0	11,0	10,0	10,4	12,0	13,9	15,8	17,0	17,4
11,6	13,0	14,6	15,6	16,1	16,1	16,1	15,8	14,9	13,6	12,0	11,1	18°	17,1	16,5	15,1	13,2	11,4	10,4	10,8	12,3	14,1	15,8	16,8	17,1
12,0	13,3	14,7	15,6	16,0	15,9	15,9	15,7	15,0	13,9	12,4	11,6	16°	16,9	16,4	15,2	13,5	11,7	10,8	11,2	12,6	14,3	15,8	16,7	16,8
12,4	13,6	14,9	15,7	15,8	15,7	15,7	15,7	15,1	14,1	12,8	12,0	14°	16,7	16,4	15,3	13,7	12,1	11,2	11,6	12,9	14,5	15,8	16,5	16,6
12,8	13,9	15,1	15,7	15,7	15,5	15,5	15,6	15,2	14,4	13,3	12,5	12°	16,6	16,3	15,4	14,0	12,5	11,6	12,0	13,2	14,7	15,8	16,4	16,5
13,2	14,2	15,3	15,7	15,5	15,3	15,3	15,5	15,3	14,7	13,6	12,9	10°	16,4	16,3	15,5	14,2	12,8	12,0	12,4	13,5	14,8	15,9	16,2	16,2
13,6	14,5	15,3	15,6	15,3	15,0	15,1	15,4	15,3	14,8	13,9	13,3	8°	16,1	16,1	15,5	14,4	13,1	12,4	12,7	13,7	14,9	15,8	16,0	16,0
13,9	14,8	15,4	15,4	15,1	14,7	14,9	15,2	15,3	15,0	14,2	13,7	6°	15,8	16,0	15,6	14,7	13,4	12,8	13,1	14,0	15,0	15,7	15,8	15,7
14,3	15,0	15,5	15,3	14,9	14,4	14,6	15,1	15,3	15,1	14,5	14,1	4°	15,5	15,8	15,6	14,9	13,8	13,2	13,4	14,3	15,1	15,6	15,5	15,4
14,7	15,3	15,6	15,3	14,6	14,2	14,3	14,9	15,3	15,3	14,8	14,4	2°	15,3	15,7	15,7	15,1	14,1	13,5	13,7	14,5	15,2	15,5	15,3	15,1
15,0	15,5	15,7	15,3	14,4	13,9	14,1	14,8	15,3	15,4	15,1	14,8	0°	15,0	15,5	15,7	15,3	14,4	13,9	14,1	14,8	15,3	15,4	15,1	14,8

Fuente: Fuentes Yague J.L., *Técnicas de Riego*, 1998.

**ANEXO D. DURACION MAXIMA DIARIA MEDIA DE LAS HORAS DE
FUERTE INSOLACION (N)**

Latitud Norte	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGOS	SEP	OCT	NOV	DIC
Latitud Sur	JUL	AGOS	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
50°	8,5	10,1	11,8	13,8	15,4	16,3	15,9	14,5	12,7	10,8	9,1	8,1
48°	8,8	10,2	11,8	13,6	15,2	16	15,6	14,3	12,6	10,9	9,3	8,3
46°	9,1	10,4	11,9	13,5	14,9	15,7	15,4	14,2	12,6	10,9	9,5	8,7
44°	9,3	10,5	11,9	13,4	14,7	15,4	15,2	14	12,6	11	9,7	8,9
42°	9,4	10,6	11,9	13,4	14,6	15,2	14,9	13,9	12,6	11,1	9,8	9,1
40°	9,6	10,7	11,9	13,3	14,4	15	14,7	13,7	12,5	11,2	10	9,3
35°	10,1	11	11,9	13,1	14	14,5	14,3	13,5	12,4	11,3	10,3	9,8
30°	10,4	11,1	12	12,9	13,6	14	13,9	13,2	12,4	11,5	10,6	10,2
25°	10,7	11,3	12	12,7	13,3	13,7	13,5	13	12,3	11,6	10,9	10,6
20°	11	11,5	12	12,6	13,1	13,3	13,2	12,8	12,3	11,7	11,2	10,9
15°	11,3	11,6	12	12,5	12,8	13	12,9	12,6	12,2	11,8	11,4	11,2
10°	11,6	11,8	12	12,3	12,6	12,7	12,6	12,4	12,2	11,8	11,6	11,5
5°	11,8	11,9	12	12,2	12,3	12,4	12,3	12,3	12,1	12	11,9	11,8
0°	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1

Fuente: Fuentes Yague J.L., *Técnicas de Riego*, 1998.

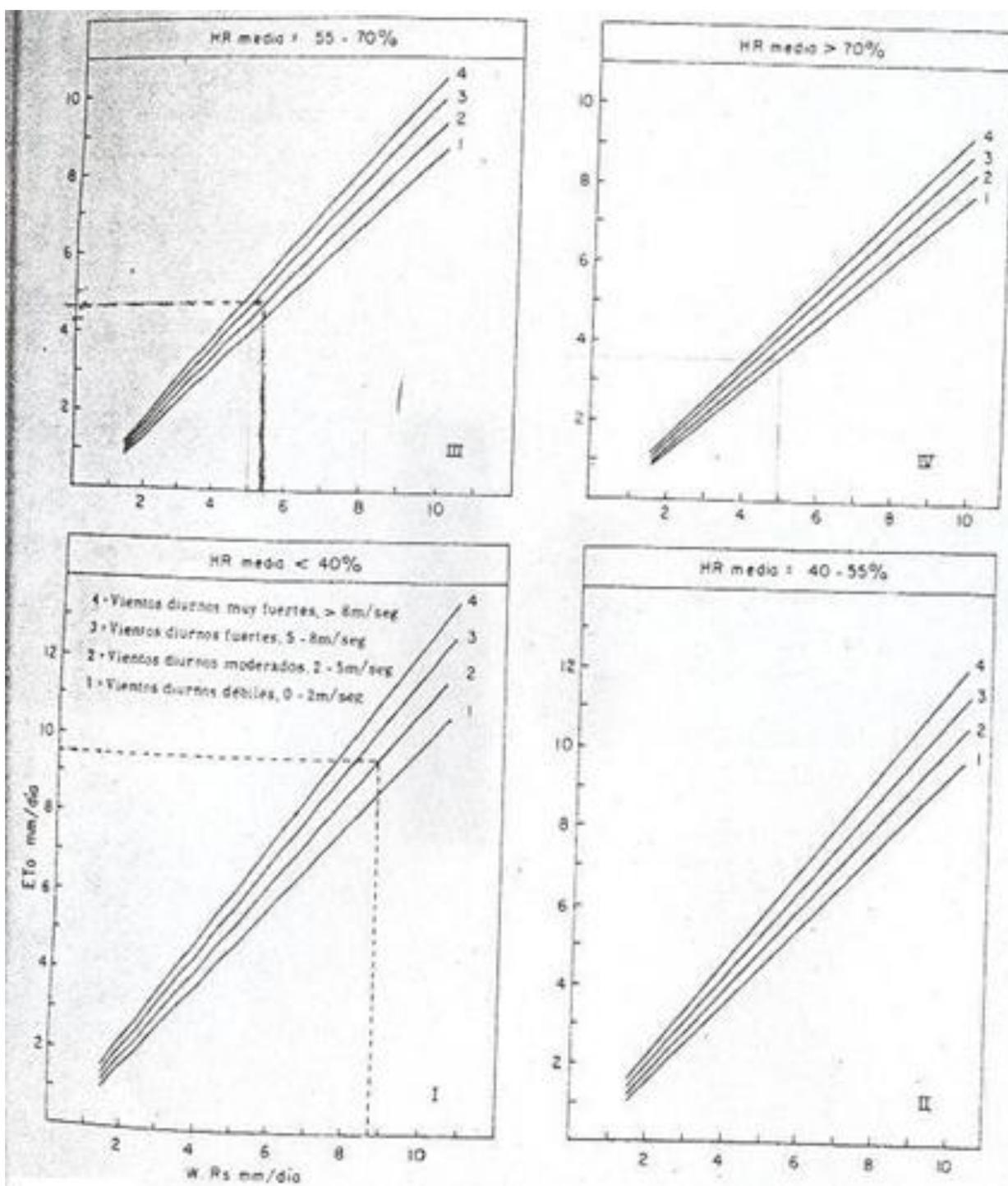
ANEXO E. FACTOR DE PONDERACION (W) PARA EFECTOS DE LA RADIACION SOBRE LA ETo

Temperatura °C	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
Altitud (m)										
0	0,43	0,46	0,49	0,52	0,55	0,58	0,61	0,64	0,66	0,68
500	0,45	0,48	0,51	0,54	0,57	0,6	0,62	0,65	0,67	0,7
1000	0,46	0,49	0,52	0,55	0,58	0,61	0,64	0,66	0,69	0,71
2000	0,49	0,52	0,55	0,58	0,61	0,64	0,66	0,69	0,71	0,73
3000	0,52	0,55	0,58	0,61	0,64	0,66	0,69	0,71	0,73	0,75
4000	0,55	0,58	0,61	0,64	0,66	0,69	0,71	0,73	0,76	0,78

Temperatura °C	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
Altitud (m)										
0	0,71	0,73	0,75	0,77	0,78	0,8	0,82	0,83	0,84	0,85
500	0,72	0,74	0,76	0,78	0,79	0,81	0,82	0,84	0,85	0,86
1000	0,73	0,75	0,77	0,79	0,8	0,82	0,83	0,85	0,86	0,87
2000	0,75	0,77	0,79	0,81	0,82	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88
3000	0,77	0,79	0,81	0,82	0,84	0,85	0,86	0,88	0,88	0,89
4000	0,79	0,81	0,83	0,84	0,85	0,86	0,88	0,89	0,9	0,9

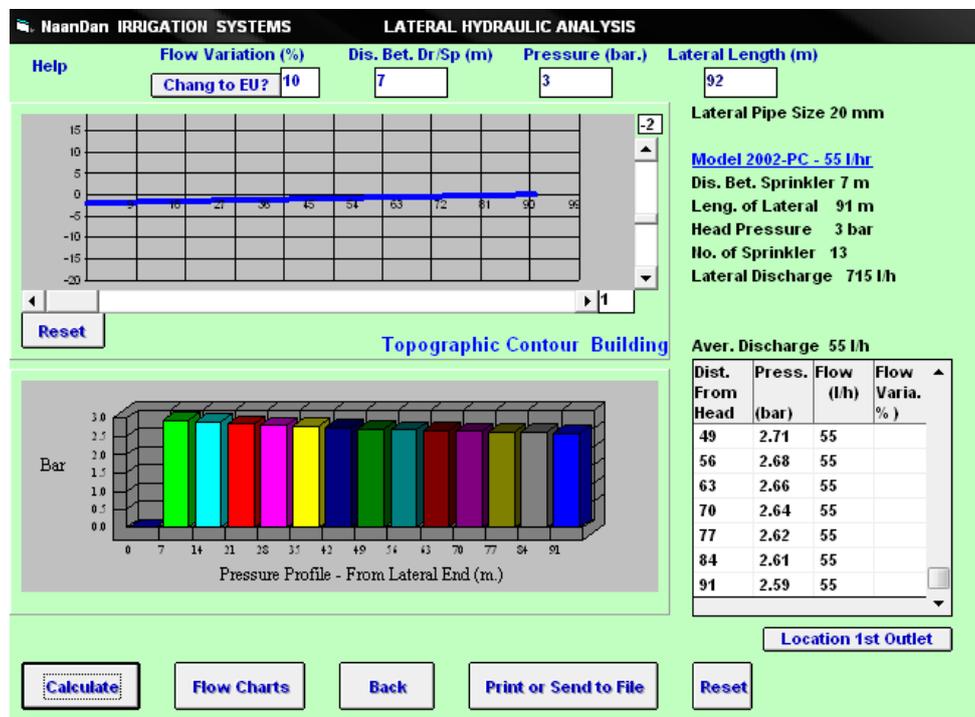
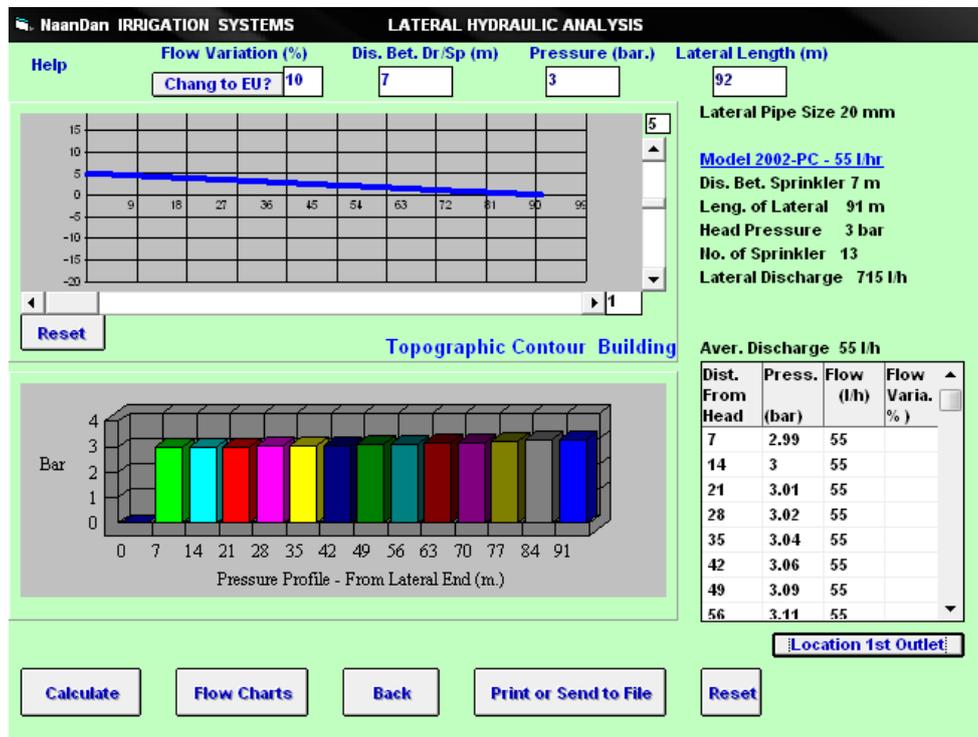
Fuente: Fuentes Yague J.L., *Técnicas de Riego*, 1998.

ANEXO F. VALORES (ETP) METODO DE LA RADIACION



Fuente: Fuentes Yague J.L., Técnicas de Riego, 1998.

ANEXO G. CHEQUEO PERDIDAS DE PRESION EN LATERALES, SOFTWARE NAANDAN 9,5



Fuente: NAANDAN IRRIGATION SYSTEMS

ANEXO H. DATOS CLIMATOLOGICOS MEDIOS DIARIOS ESTACION CLIMATOLOGICA LOS ROSALES, PERIODO 2003-2007

**I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES
SISTEMA DE INFORMACION**

VALORES TOTALES DIARIOS DE PRECIPITACION (mms) NACIONAL AMBIENTAL
FECHA DE PROCESO : 2009/02/11 AÑO 2003 ESTACION : 2110505 ROSALES LOS
LATITUD 0237 N TIPO EST CP DEPTO HUILA FECHA-INSTALACION 1973-DIC
LONGITUD 7525 W ENTIDAD 01 IDEAM MUNICIPIO CAMPOALEGRE FECHA-SUSPENSION
ELEVACION 0553 m.s.n.m REGIONAL 04 HUILA-CAQUET CORRIENTE NEIVA

DIA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
(1-10)	0,0	22,4	1,2	80,9	5,7	12,6	3,1	2,5	32,8	74,4	21,1	173,7
(11-20)	60,6	1,5	56,3	95,1	19,6	7,8	3,2	3,2	6,9	8,3	16,7	87,2
(21-31)	24,0	1,5	55,2	16,4	16,2	10,3	0,6	3,2	14,5	108,5	99,1	45,1
TOTAL	84,6	25,4	112,7	192,4	41,5	30,7	7,0	8,9	54,3	191,2	137,0	306,0

Fuente: IDEAM

**IDEAM - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES
SISTEMA DE INFORMACION**

VALORES TOTALES DIARIOS DE PRECIPITACION (mms) NACIONAL AMBIENTAL
FECHA DE PROCESO : 2009/02/11 ANO 2005 ESTACION : 2110505 ROSALES LOS
LATITUD 0237 N TIPO EST CP DEPTO HUILA FECHA-INSTALACION 1973-DIC
LONGITUD 7525 W ENTIDAD 01 IDEAM MUNICIPIO CAMPOALEGRE FECHA-SUSPENSION
ELEVACION 0553 m.s.n.m REGIONAL 04 HUILA-CAQUET CORRIENTE NEIVA

DIA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
(1-10)	5,50	80,40	135,42	34,14	2,20	3,41	6,23	6,31	4,03	5,90	6,92	106,51
(11-20)	18,72	75,10	22,21	39,93	9,11	6,50	2,33	1,80	1,32	40,30	144,14	213,12
(21-31)	14,30	0,00	23,81	52,84	30,60	7,51	1,80	79,61	61,42	166,10	86,60	72,72
TOTAL	38,52	155,50	181,44	126,91	41,91	17,42	10,36	87,72	66,77	212,30	237,66	392,35

Fuente: IDEAM

**I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES
SISTEMA DE INFORMACION**

VALORES TOTALES DIARIOS DE PRECIPITACION (mms) NACIONAL AMBIENTAL
FECHA DE PROCESO : 2009/02/11 ANO 2006 ESTACION : 2110505 ROSALES LOS
LATITUD 0237 N TIPO EST CP DEPTO HUILA FECHA-INSTALACION 1973-DIC
LONGITUD 7525 W ENTIDAD 01 IDEAM MUNICIPIO CAMPOALEGRE FECHA-SUSPENSION
ELEVACION 0553 m.s.n.m REGIONAL 04 HUILA-CAQUET CORRIENTE NEIVA

DIA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
(1-10)	82,62	38,24	45,13	27,92	35,14	53,81	0,71	2,81	1,20	2,21	62,82	135,42
(11-20)	37,03	26,43	206,31	132,12	0,00	5,72	6,21	8,12	10,82	101,51	72,52	117,81
(21-31)	3,04	30,81	18,51	76,51	5,51	10,00	30,53	1,63	10,43	84,90	94,11	0,80
TOTAL	122,69	95,48	269,95	236,55	40,65	69,53	37,45	12,56	22,45	188,62	229,45	254,03

Fuente: IDEAM

**I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES
SISTEMA DE INFORMACION**

VALORES MEDIOS DIARIOS DE HUMEDAD RELATIVA (%) **NACIONAL AMBIENTAL**
FECHA DE PROCESO : 2009/02/11 **ANO 2003** **ESTACION : 2110505 ROSALES LOS**
LATITUD 0237 N **TIPO EST CP** **DEPTO HUILA** **FECHA-INSTALACION 1973-DIC**
LONGITUD 7525 W **ENTIDAD 01 IDEAM** **MUNICIPIO CAMPOALEGRE** **FECHA-SUSPENSION**
ELEVACION 0553 m.s.n.m **REGIONAL 04 HUILA-CAQUET** **CORRIENTE NEIVA**

DIA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
(1-10)	53,00	69,40	57,20	69,80	69,30	63,65	57,50	49,70	54,60	66,40	75,30	78,70
(11-20)	66,30	62,32	65,50	74,10	71,50	69,70	53,20	46,00	50,80	60,90	74,70	76,80
(21-31)	64,74	58,53	79,00	75,40	64,82	62,00	49,28	48,55	63,50	70,92	76,20	70,74
MEDIA	61,35	63,42	67,23	73,10	68,54	65,12	53,33	48,08	56,30	66,07	75,40	75,41

Fuente: IDEAM

**I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES
SISTEMA DE INFORMACION**

VALORES MEDIOS DIARIOS DE HUMEDAD RELATIVA (%) **NACIONAL AMBIENTAL**
FECHA DE PROCESO : 2009/02/11 **ANO 2004** **ESTACION : 2110505 ROSALES LOS**
LATITUD 0237 N **TIPO EST CP** **DEPTO HUILA** **FECHA-INSTALACION 1973-DIC**
LONGITUD 7525 W **ENTIDAD 01 IDEAM** **MUNICIPIO CAMPOALEGRE** **FECHA-SUSPENSION**
ELEVACION 0553 m.s.n.m **REGIONAL 04 HUILA-CAQUET** **CORRIENTE NEIVA**

DIA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
(1-10)	70,80	59,40	67,00	72,20	73,20	74,80	60,30	62,70	58,10	66,10	82,50	85,00
(11-20)	79,50	58,10	59,00	73,19	70,40	55,30	62,00	56,67	53,40	67,50	87,30	89,40
(21-31)	72,28	80,43	71,37	82,90	73,28	58,20	60,55	54,09	58,10	83,00	81,70	83,82
MEDIA	74,19	65,98	65,79	76,10	72,29	62,77	60,95	57,82	56,53	72,20	83,83	86,07

Fuente: IDEAM

**I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES
SISTEMA DE INFORMACION**

VALORES MEDIOS DIARIOS DE HUMEDAD RELATIVA (%) **NACIONAL AMBIENTAL**
FECHA DE PROCESO : 2009/02/11 **ANO 2005** **ESTACION : 2110505 ROSALES LOS**
LATITUD 0237 N **TIPO EST CP** **DEPTO HUILA** **FECHA-INSTALACION 1973-DIC**
LONGITUD 7525 W **ENTIDAD 01 IDEAM** **MUNICIPIO CAMPOALEGRE** **FECHA-SUSPENSION**
ELEVACION 0553 m.s.n.m **REGIONAL 04 HUILA-CAQUET** **CORRIENTE NEIVA**

DIA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
(1-10)	80,55	79,06	81,20	83,40	75,89	67,40	53,28	46,75	49,50	75,80	84,00	85,52
(11-20)	85,08	77,60	79,30	76,19	77,80	70,92	56,00	46,40	46,25	81,50	87,00	83,77
(21-31)	90,79	69,22	79,46	83,40	75,19	76,33	48,00	55,28	63,83	82,91	88,00	82,52
MEDIA	85,47	75,29	79,99	81,00	76,29	71,55	52,43	49,48	53,19	80,07	86,33	83,94

Fuente: IDEAM

**I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES
SISTEMA DE INFORMACION**

VALORES MEDIOS DIARIOS DE HUMEDAD RELATIVA (%) **NACIONAL AMBIENTAL**
FECHA DE PROCESO : 2009/02/11 **ANO 2006** **ESTACION : 2110505 ROSALES LOS**
LATITUD 0237 N **TIPO EST CP** **DEPTO HUILA** **FECHA-INSTALACION 1973-DIC**
LONGITUD 7525 W **ENTIDAD 01 IDEAM** **MUNICIPIO CAMPOALEGRE** **FECHA-SUSPENSION**
ELEVACION 0553 m.s.n.m **REGIONAL 04 HUILA-CAQUET** **CORRIENTE NEIVA**

DIA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
(1-10)	81,20	82,80	81,16	84,58	75,70	75,00	57,25	49,10	48,30	57,22	76,69	83,29
(11-20)	81,60	78,05	86,67	83,70	63,60	67,29	53,80	49,20	50,30	74,20	82,70	84,59
(21-31)	77,07	74,31	80,74	79,00	66,37	65,32	64,42	47,54	42,80	74,74	77,49	78,00
MEDIA	79,96	78,39	82,86	82,43	68,56	69,20	58,49	48,61	47,13	68,72	78,96	81,96

Fuente: IDEAM

**I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES
SISTEMA DE INFORMACION**

VALORES MEDIOS DIARIOS DE HUMEDAD RELATIVA (%) **NACIONAL AMBIENTAL**
FECHA DE PROCESO : 2009/02/11 **ANO 2007** **ESTACION : 2110505 ROSALES LOS**
LATITUD 0237 N **TIPO EST CP** **DEPTO HUILA** **FECHA-INSTALACION 1973-DIC**
LONGITUD 7525 W **ENTIDAD 01 IDEAM** **MUNICIPIO CAMPOALEGRE** **FECHA-SUSPENSION**
ELEVACION 0553 m.s.n.m **REGIONAL 04 HUILA-CAQUET** **CORRIENTE NEIVA**

DIA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
(1-10)	69,90	60,90	67,88	78,39	77,70	76,80	69,22	48,20	41,90	69,02	82,20	78,30
(11-20)	69,50	69,28	75,00	76,50	71,98	70,10	67,24	47,20	41,70	76,68	80,86	81,90
(21-31)	72,28	61,72	79,19	79,20	82,64	71,08	73,68	47,45	41,70	77,64	80,82	79,00
MEDIA	70,56	63,97	74,02	78,03	77,44	72,66	70,05	47,62	41,77	74,45	81,29	79,73

Fuente: IDEAM

**I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES
SISTEMA DE INFORMACION**

VALORES TOTALES DIARIOS DE BRILLO SOLAR (HORAS)

NACIONAL AMBIENTAL

FECHA DE PROCESO : 2009/02/11 ANO 2006 ESTACION : 2110505 ROSALES LOS
 LATITUD 0237 N TIPO EST CP DEPTO HUILA FECHA-INSTALACION 1973-DIC
 LONGITUD 7525 W ENTIDAD 01 IDEAM MUNICIPIO CAMPOALEGRE FECHA-SUSPENSION
 ELEVACION 0553 m.s.n.m REGIONAL 04 HUILA-CAQUET CORRIENTE NEIVA

DIA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
(1-10)	4,35	5,18			2,27	2,32	4,39	5,18	5,15	4,68	4,82	4,70
(11-20)	3,53	5,50			3,74	3,64	3,22	5,30	3,59	3,48	3,16	4,92
(21-31)	4,31	3,71			5,58	4,33	4,54	4,84	4,94	4,43	6,21	3,97
MEDIA	4,06	4,80	0,00	0,00	3,86	3,43	4,05	5,11	4,56	4,20	4,73	4,53

Fuente: IDEAM

I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES
SISTEMA DE INFORMACION

VALORES MEDIOS DIARIOS DE TEMPERATURA (°C) **NACIONAL AMBIENTAL**

FECHA DE PROCESO : 2009/02/11 **ANO 2004** **ESTACION : 2110505 ROSALES LOS**

LATITUD 0237 N **TIPO EST CP** **DEPTO HUILA** **FECHA-INSTALACION 1973-DIC**

LONGITUD 7525 W **ENTIDAD 01 IDEAM** **MUNICIPIO CAMPOALEGRE** **FECHA-SUSPENSION**

ELEVACION 0553 m.s.n.m **REGIONAL 04 HUILA-CAQUET** **CORRIENTE NEIVA**

DIA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
(1-10)	26,72	27,23	24,18	26,84	26,07	25,67	26,62	26,72	27,25	27,33	25,72	25,39
(11-20)	25,41	28,27	28,45	25,78	26,53	27,23	26,32	27,85	28,26	27,32	24,55	24,69
(21-31)	25,98	28,22	27,14	24,52	25,40	26,65	26,57	28,24	28,05	25,46	25,34	25,39
MEDIA	26,04	27,91	26,59	25,71	26,00	26,52	26,50	27,60	27,85	26,70	25,20	25,16

Fuente: IDEAM

**I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES
SISTEMA DE INFORMACION**

VALORES MEDIOS DIARIOS DE TEMPERATURA (°C) **NACIONAL AMBIENTAL**
FECHA DE PROCESO : 2009/02/11 **ANO 2007** **ESTACION : 2110505 ROSALES LOS**
LATITUD 0237 N **TIPO EST CP** **DEPTO HUILA** **FECHA-INSTALACION 1973-DIC**
LONGITUD 7525 W **ENTIDAD 01 IDEAM** **MUNICIPIO CAMPOALEGRE** **FECHA-SUSPENSION**
ELEVACION 0553 m.s.n.m **REGIONAL 04 HUILA-CAQUET** **CORRIENTE NEIVA**

DIA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
(1-10)	26,42	27,27	26,50	24,95	25,69	25,36	27,56	27,05	27,73	27,56	24,91	25,38
(11-20)	27,34	27,47	26,76	26,04	26,70	25,67	27,78	27,35	28,40	25,97	25,14	24,67
(21-31)	27,07	27,29	25,43	25,17	24,88	25,14	26,89	26,84	28,99	25,61	25,93	25,23
MEDIA	26,94	27,34	26,23	25,39	25,76	25,39	27,41	27,08	28,37	26,38	25,33	25,09

Fuente: IDEAM

ANEXO I. RESULTADOS PRUEBAS DE INFILTRACION

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

NIT. 891.180.084-2

LABORATORIO DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERIA

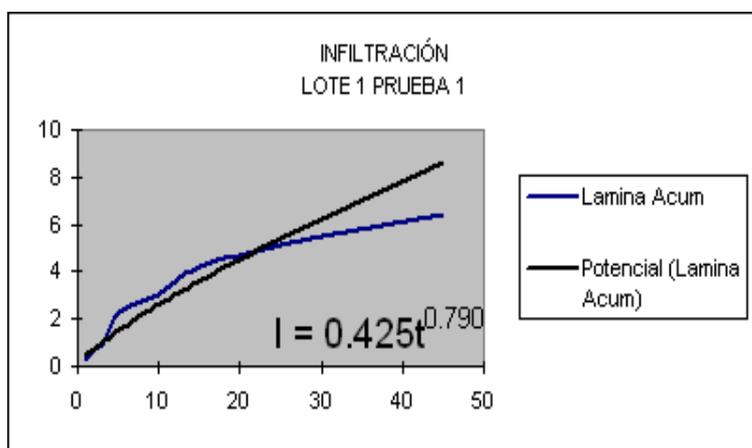


PRUEBAS DE INFILTRACION

Solicitante: **JUAN JOSE RAMIREZ**
 Vereda: **LLANO SUR**
 Prueba: **No. 1 LOTE 1**
 Fecha: **Junio 22 de 2006**

Nombre de la finca: **SAN CARLOS**
 Municipio: **CAMPOALEGRE**
 Departamento: **HUILA**

Tiempo (min)	Lámina infiltrada (cm)
1	0.3
2	0.7
3	0.9
4	1.6
5	2.3
10	3
15	4.2
30	5.5
45	6.4



Infiltración acumulada $I = K T^M$	
K	0.425
M	0.790

Infiltración Instantánea $i = di/dt = k T^m$	
k	0.335
m	- 0.21

Infiltración Básica $I_b = di/dt = - 0.1 i$	
T	45 min
I_b (cm/min)	0.15095
I_b (cm/hr)	9.06

**INFILTRACION MODERADAMENTE RAPIDA
6.3 - 12.7**

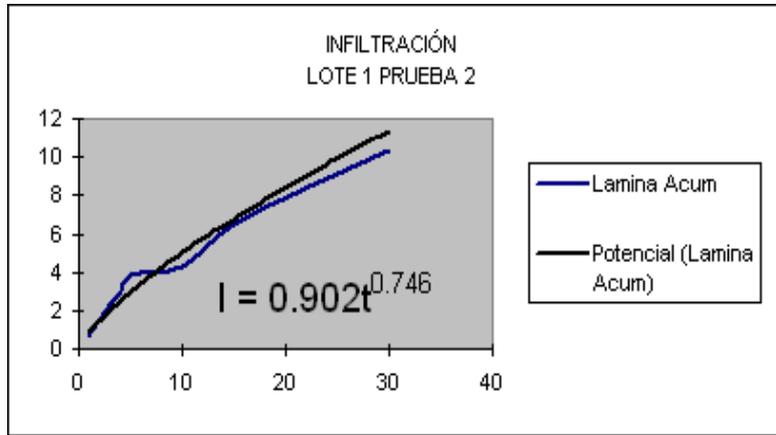
Ubicación: N 02° 36' 34.5"
 W 75° 25' 49.6"

Altura: 591 m.s.n.m

Solicitante: **JUAN JOSE RAMIREZ**
 Vereda: **LLANO SUR**
 Prueba: **No. 2 LOTE 1**
 Fecha: **Junio 22 de 2006**

Nombre de la finca: **SAN CARLOS**
 Municipio: **CAMPOALEGRE**
 Departamento: **HUILA**

Tiempo (min)	Lámina infiltrada (cm)
1	0.7
2	1.5
3	2.3
4	3
5	3.9
10	4.3
15	6.5
30	10.4



Infiltración acumulada $I = K T^M$	
K	0.902
M	0.746

Infiltración Instantánea $i = di/dt = k T^m$	
k =	0.672
m =	-0.254

Infiltración Básica $I_b = di/dt = -0.1 i$	
T =	30 min
I_b (cm/min)	0.2836
I_b (cm/hr)	17.02

INFILTRACION RAPIDA 12.7 - 25.4

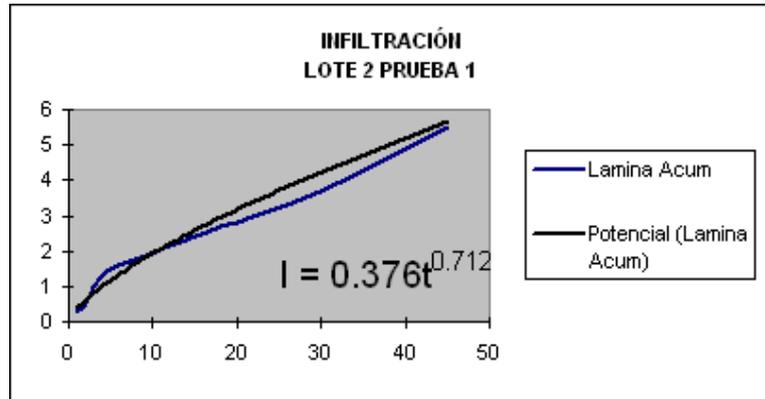
Ubicación: N 02° 36' 32.0"
 W 75° 25' 46.5"

Altura: 596 m.s.n.m

Solicitante: **JUAN JOSE RAMIREZ**
 Vereda: **LLANO SUR**
 Prueba: **No. 1 LOTE 2**
 Fecha: **Junio 22 de 2006**

Nombre de la finca: **SAN CARLOS**
 Municipio: **CAMPOALEGRE**
 Departamento: **HUILA**

Tiempo (min)	Lámina infiltrada (cm)
1	0.3
2	0.5
3	1
4	1.3
5	1.5
10	1.9
15	2.4
30	3.7
45	5.5



Infiltración acumulada $I = K T^M$	
K	0.376
M	0.712

Infiltración Instantánea $i = dl/dt = k T^m$	
k	0.267
m	- 0.288

Infiltración Básica $I_b = di/dt = - 0.1i$	
T =	45 min
I_b (cm/min)	0.0894
I_b (cm/hr)	5.37

INFILTRACION MODERADA 2.0 - 6.3

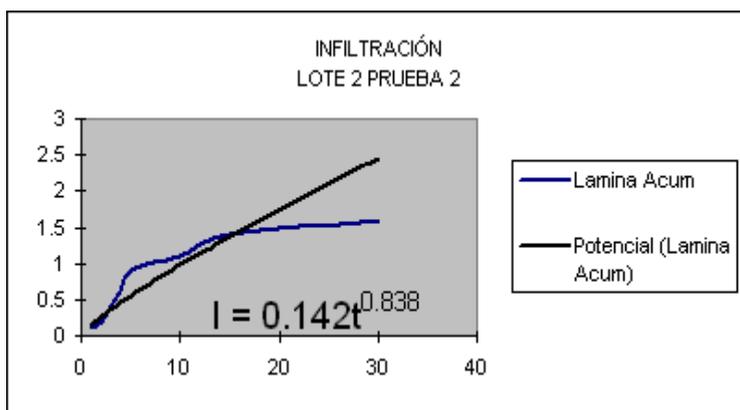
Ubicación: N 02° 36' 40.2"
 W 75° 25' 43.7"

Altura: 602 m.s.n.m

Solicitante: **JUAN JOSE RAMIREZ**
 Vereda: **LLANO SUR**
 Prueba: **No. 2 LOTE 2**
 Fecha: **Junio 22 de 2006**

Nombre de la finca: **SAN CARLOS**
 Municipio: **CAMPOALEGRE**
 Departamento: **HUILA**

Tiempo (min)	Lámina infiltrada (cm)
1	0.1
2	0.2
3	0.4
4	0.6
5	0.9
10	1.1
15	1.4
30	1.6



Infiltración acumulada $I = K T^M$	
K	0.142
M	0.838

Infiltración Instantánea $i = dl/dt = k T^m$	
k =	0.118
m =	- 0.162

Infiltración Básica $I_b = di/dt = - 0.1 i$	
T =	30 min
I_b (cm/min)	0.0685
I_b (cm/hr)	4.12

INFILTRACION MODERADA 2.0 - 6.3

Ubicación: N 02° 36' 39.3"
 W 75° 25' 40.0"

Altura: 598 m.s.n.m

ANEXO J. RESULTADOS PRUEBAS DE CONDUCTIVIDAD HIDRAULICA

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
NIT. 891.180.084-2
LABORATORIO DE SUELOS
FACULTAD DE INGENIERIA



CONDUCTIVIDAD HIDRAULICA DEL SUELO

Solicitante: **JUAN JOSE RAMIREZ** Nombre de la finca: **SAN CARLOS**
Vereda: **LLANO SUR** Municipio: **CAMPOALEGRE**
Prueba: **No. 1 LOTE 1** Departamento: **HUILA**
Fecha: **Junio 22 de 2006**

Prueba C1	Lote 1
t (seg)	h (cm)
0	10.5
15	12.5
30	14
45	15.6
60	19.4
75	21.8
90	24.1
105	26
120	27.4
135	29.3
K	10.42
Muy Rápida	> 4.30

CONDUCTIVIDAD HIDRAULICA

Observación: No se encontró nivel freático
Radio del pozo: 3.5 cm

Ubicación: N 02⁰ 36' 34.1"
W 75⁰ 25' 48.4"

Altura: 598 m.s.n.m

Solicitante: **JUAN JOSE RAMIREZ**
 Vereda: **LLANO SUR**
 Prueba: **No. 1 LOTE 2**
 Fecha: **Junio 22 de 2006**

Nombre de la finca: **SAN CARLOS**
 Municipio: **CAMPOALEGRE**
 Departamento: **HUILA**

CONDUCTIVIDAD HIDRAULICA

Prueba C1	Lote 2
t (seg)	h (cm)
0	11
15	11.8
30	12.8
45	13.7
60	15.3
75	17.4
90	17.7
105	18.6
120	19.5
K	6.44
Muy Rápida	> 4.30

Observación: No se observó nivel freático
 Radio del pozo: 3.5cm
 Profundidad del pozo: 88 cm

Ubicación: N 02° 36' 40" **Altura:** 595 m.s.n.m
 W 75° 25' 43.7"

Solicitante: **JUAN JOSE RAMIREZ**
 Vereda: **LLANO SUR**
 Prueba: **No. 2 LOTE 2**
 Fecha: **Junio 22 de 2006**

Nombre de la finca: **SAN CARLOS**
 Municipio: **CAMPOALEGRE**
 Departamento: **HUILA**

CONDUCTIVIDAD HIDRAULICA

Prueba C2	Lote 2
t (seg)	h (cm)
0	10.5
15	11.5
30	13
45	14
60	16.1
75	17.8
90	18.9
105	21.8
120	23.7
135	25.5
150	26.7
K	8.49
Muy rápida	>4.30

Observación: No se encontró nivel freático
 Radio del pozo: 3.5cm
 Profundidad del pozo: 72 m
 No existe impedimento en el primer metro.

Ubicación: N 02° 36' 38.9" **Altura:** 593 m.s.n.m
 W 75° 25' 39.8"

ANEXO K. CALCULOS HIDRAULICOS RED DE CONDUCCION

Tramo	Long (m)	Q (M ³ /SEG)	D. (Pulg.)	D. Ext. (m)	Esp. (m)	D. Int. (m)	Perdidas		Velocidad (m/s)	Chequeo	Cota Terreno (m)		Cota Piezométrica (m)		Presión Estática (m)		Presión Disponible (m)		Clase	RDE	Exc (m ³)
							(m/m)	Tramo (m)			Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final			
BOMBEO - A	6,0	0,0167	4,0	0,11430	0,00224	0,10982	0,0238	6,1459	1,76	OK	89,00	90,00	136,00	129,85	47,00	46,00	47,00	39,85	PVC	RDE 51	6,3
A - B	47,5	0,0121	4,0	0,11430	0,00224	0,10982	0,0131	0,6359	1,28	OK	90,00	91,30	129,85	129,22	46,00	44,70	39,85	37,92	PVC	RDE 51	49,5
B - C	28,1	0,0027	2,0	0,06032	0,00152	0,05728	0,0194	0,5563	1,05	OK	91,30	94,70	129,22	128,66	44,70	41,30	37,92	33,96	PVC	RDE 41	24,8
MICROASPERSION																					
<u>CULTIVO DE MANGO</u>																					
B-D	171,5	0,0047	3,0	0,08890	0,00174	0,08542	0,0077	1,3488	0,82	OK	91,30	92,50	129,22	127,87	44,70	43,50	37,92	35,37	PVC	RDE 51	165,8
<u>CULTIVO DE AGUACATE</u>																					
GOTEO																					
A-E	130,0	0,0092	3,0	0,08890	0,00174	0,08542	0,0268	3,5609	1,61	OK	90,00	91,00	129,85	126,29	46,00	45,00	39,85	35,29	PVC	RDE 51	125,7
E-F	259,0	0,0046	3,0	0,08890	0,00174	0,08542	0,0074	1,9652	0,80	OK	91,00	99,10	126,29	124,33	45,00	36,90	35,29	25,23	PVC	RDE 51	250,4
<u>CULTIVO DE PAPAYA</u>																					

Fuente: Elaboración Propia.

ANEXO M. CALCULOS HIDRAULICOS RED DE DISTRIBUCION PREDIAL

Tramo	Long (m)	Q (M ³ /SEG)	D (Pulg.)	D. Ext (m)	Esp (m)	D.Int (m)	Perdidas		Velocidad		Cota Terreno (m)		Cota Piezométrica (m)		Presión Estática (m)		Presión Disponible (m)		Clase	RDE	Exc (m ³)
							(m/m)	Tramo (m)	(m/s)	Chequeo	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final			
MICROASPERSION																					
<u>CULTIVO DE MANGO</u>																					
SECTOR NO. 1																					
MULTIPLE	126,7	0,0027	2,0	0,06032	0,00152	0,05728	0,01941	2,5083	1,05	OK	94,70	96,50	128,66	126,15	41,30	39,50	33,96	29,65	MANGUERA POLIET.	Cal. 60	111,6
LATERAL CRITICO 1	57,0	0,000128	1/2	0,02134	0,00130	0,01874	0,02386	1,3875	0,46	OK	94,70	90,50	128,66	127,27	39,50	43,70	33,96	36,77	MANGUERA POLIET.	PR 55	43,5
LATERAL CRITICO 2	60,5	0,000128	1/2	0,02134	0,00130	0,01874	0,02386	1,4727	0,46	OK	96,50	92,50	126,15	124,68	43,70	47,70	29,65	32,18	MANGUERA POLIET.	PR 55	46,2
ENTRADA SECTOR 2	127,7	0,0027	2,0	0,06032	0,00152	0,05728	0,01941	2,5281	1,05	OK	94,70	96,60	128,66	126,13	41,30	39,40	33,96	29,53	PVC	RDE 51	112,5
SECTOR NO. 2																					
MULTIPLE	103,8	0,0027	2,0	0,06032	0,00152	0,05728	0,01941	2,0550	1,05	OK	96,60	99,80	126,13	124,08	39,40	36,20	29,53	24,28	MANGUERA POLIET.	Cal. 60	91,4
LATERAL CRITICO 1	64,0	0,000158	1/2	0,02134	0,00130	0,01874	0,02332	1,5220	0,57	OK	96,60	93,00	126,13	124,61	39,40	43,00	29,53	31,61	MANGUERA POLIET.	PR 55	48,9
LATERAL CRITICO 2	74,2	0,000158	1/2	0,02134	0,00130	0,01874	0,02332	1,7646	0,57	OK	99,80	98,50	124,08	122,31	36,20	37,50	24,28	23,81	MANGUERA POLIET.	PR 55	56,7
ENTRADA SECTOR 3	106,7	0,0027	2,0	0,06032	0,00152	0,05728	0,01941	2,1124	1,05	OK	96,60	99,80	126,13	124,02	39,40	36,20	29,53	24,22	PVC	RDE 51	94,0
SECTOR NO. 3																					

MULTIPLE	121,0	0,0027	2,0	0,06032	0,00152	0,05728	0,01941	2,3955	1,05	OK	99,80	99,00	124,02	121,63	36,20	37,00	24,22	22,63	MANGU ERA POLIET.	Cal. 60	106,6
LATERAL CRITICO 1	64,4	0,000139	1/2	0,02134	0,00130	0,01874	0,01839	1,2080	0,50	OK	99,80	98,50	124,02	122,81	36,20	37,50	24,22	24,31	MANGU ERA POLIET.	PR 55	49,2
LATERAL CRITICO 2	63,7	0,000139	1/2	0,02134	0,00130	0,01874	0,01839	1,1949	0,50	OK	99,00	102,5	121,63	120,43	37,00	33,50	22,63	17,93	MANGU ERA POLIET.	PR 55	48,7
ENTRADA SECTOR 4	66,2	0,0027	2,0	0,06032	0,00152	0,05728	0,01941	1,3106	1,05	OK	99,80	98,50	124,02	122,71	36,20	37,50	24,22	24,21	PVC	RDE 51	58,3
SECTOR NO. 4																					
MULTIPLE	105,5	0,0027	2,0	0,06032	0,00152	0,05728	0,01941	2,0886	1,05	OK	98,50	102,5	122,71	120,62	37,50	33,50	24,21	18,12	MANGU ERA POLIET.	Cal. 60	92,9
LATERAL CRITICO 1	68,0	0,000139	1/2	0,02134	0,00130	0,01874	0,01839	1,2755	0,50	OK	98,50	98,50	122,71	121,44	37,50	37,50	24,21	22,94	MANGU ERA POLIET.	PR 55	52,0
LATERAL CRITICO 2	71,8	0,000153	1/2	0,02134	0,00130	0,01874	0,02197	1,6088	0,55	OK	102,50	102,5	120,62	119,01	33,50	33,50	18,12	16,51	MANGU ERA POLIET.	PR 55	54,9
ENTRADA SECTOR 5	7,0	0,0027	2,0	0,06032	0,00152	0,05728	0,01941	0,1386	1,05	OK	98,50	98,50	122,71	122,57	37,50	37,50	24,21	24,07	PVC	RDE 51	6,2
SECTOR NO. 5																					
MULTIPLE	94,5	0,0027	2,0	0,06032	0,00152	0,05728	0,01941	1,8709	1,05	OK	98,50	93,00	122,57	120,70	37,50	43,00	24,07	27,70	MANGU ERA POLIET.	Cal. 60	83,3
LATERAL CRITICO 1	78,4	0,000167	1/2	0,02134	0,00130	0,01874	0,02583	2,0659	0,61	OK	98,50	96,50	122,57	120,51	37,50	39,50	24,07	24,01	MANGU ERA POLIET.	PR 55	59,9
LATERAL CRITICO 2	55,8	0,000125	1/2	0,02134	0,00130	0,01874	0,01511	0,8599	0,45	OK	93,00	92,50	120,70	119,84	43,00	43,50	27,70	27,34	MANGU ERA POLIET.	PR 55	42,6
ENTRADA SECTOR 6	66,3	0,0027	2,0	0,06032	0,00152	0,05728	0,01941	1,3126	1,05	OK	98,50	98,00	122,57	121,26	37,50	38,00	24,07	23,26	PVC	RDE 51	58,4
SECTOR NO. 6																					
MULTIPLE	87,0	0,0027	2,0	0,06032	0,00152	0,05728	0,01941	1,7224	1,05	OK	98,00	102,5	121,26	119,54	38,00	33,50	23,26	17,04	MANG POLIET.	Cal. 60	76,6

LATERAL CRITICO 1	78,7	0,000167	1/2	0,02134	0,00130	0,01874	0,02583	2,0738	0,61	OK	98,00	97,50	121,26	119,19	38,00	38,50	23,26	21,69	MANGU ERA POLIET.	PR 55	60,1
LATERAL CRITICO 2	93,0	0,000194	1/2	0,02134	0,00130	0,01874	0,03410	3,2346	0,70	OK	102,50	98,00	119,54	116,30	33,50	38,00	17,04	18,30	MANGU ERA POLIET.	PR 55	71,1
CULTIVO DE AGUACATE																					
SECTOR NO. 1																					
MULTIPLE	136,0	0,0047	2,0	0,06032	0,00152	0,05728	0,05418	7,5160	1,82	OK	92,50	99,00	127,87	120,35	43,50	37,00	35,37	21,35	MANGU ERA POLIET.	Cal. 60	119,8
LATERAL CRITICO 1	91,3	0,000194	1/2	0,02134	0,00130	0,01874	0,03410	3,1754	0,70	OK	92,50	95,50	127,87	124,69	43,50	40,50	35,37	29,19	MANGU ERA POLIET.	PR 55	69,8
LATERAL CRITICO 2	91,6	0,000194	1/2	0,02134	0,00130	0,01874	0,03410	3,1859	0,70	OK	99,00	95,00	120,35	117,17	37,00	41,00	21,35	22,17	MANGU ERA POLIET.	PR 55	70,0
ENTRADA SECTOR 2	36,6	0,0047	3,0	0,08890	0,00174	0,08542	0,00774	0,2890	0,82	OK	92,50	95,00	127,87	127,58	43,50	41,00	35,37	32,58	PVC	RDE 51	35,4
SECTOR NO. 2																					
MULTIPLE	135,6	0,0047	2,0	0,06032	0,00152	0,05728	0,05418	7,4939	1,82	OK	95,00	100,0	127,58	120,09	41,00	36,00	32,58	20,09	MANGU ERA POLIET.	Cal. 60	119,5
LATERAL CRITICO 1	63,5	0,000139	1/2	0,02134	0,00130	0,01874	0,01839	1,1911	0,50	OK	95,00	94,70	127,58	126,39	41,00	41,30	32,58	31,69	MANGU ERA POLIET.	PR 55	48,5
LATERAL CRITICO 2	102,0	0,00021	1/2	0,02134	0,00130	0,01874	0,03949	4,1084	0,76	OK	100,00	96,00	120,09	115,98	36,00	40,00	20,09	19,98	MANGU ERA POLIET.	PR 55	77,9
ENTRADA SECTOR 3	103,0	0,0047	3,0	0,08890	0,00174	0,08542	0,00774	0,8133	0,82	OK	95,00	100,2	127,58	126,77	41,00	35,80	32,58	26,57	PVC	RDE 51	99,6
SECTOR NO. 3																					
MULTIPLE	135,5	0,0047	2,0	0,06032	0,00152	0,05728	0,05418	7,4884	1,82	OK	100,20	99,50	126,77	119,28	35,80	36,50	26,57	19,78	MANGU ERA POLIET.	Cal. 60	119,4
LATERAL CRITICO 1	88,3	0,00018	1/2	0,02134	0,00130	0,01874	0,02968	2,6733	0,65	OK	100,20	95,00	126,77	124,09	35,80	41,00	26,57	29,09	MANGU ERA POLIET.	PR 55	67,5

LATERAL CRITICO 2	88,3	0,00018	1/2	0,02134	0,00130	0,01874	0,02968	2,6733	0,65	OK	99,50	101,5	119,28	116,61	36,50	34,50	19,78	15,11	MANGU ERA POLIET.	PR 55	67,5
ENTRADA SECTOR 4	35,5	0,0047	3,0	0,08890	0,00174	0,08542	0,00774	0,2803	0,82	OK	100,20	100,2	126,77	126,49	35,80	35,80	26,57	26,29	PVC	RDE 51	34,3
SECTOR NO. 4																					
MULTIPLE	106,3	0,0047	2,0	0,06032	0,00152	0,05728	0,05418	5,8746	1,82	OK	100,20	99,80	126,49	120,61	35,80	36,20	26,29	20,81	MANGU ERA POLIET.	Cal. 60	93,6
LATERAL CRITICO 1	105,2	0,00022	1/2	0,02134	0,00130	0,01874	0,04304	4,6186	0,80	OK	100,20	95,80	126,49	121,87	35,80	40,20	26,29	26,07	MANGU ERA POLIET.	PR 55	80,4
LATERAL CRITICO 2	102,0	0,000208	1/2	0,02134	0,00130	0,01874	0,03880	4,0363	0,75	OK	99,80	95,80	120,61	116,58	36,20	40,20	20,81	20,78	MANGU ERA POLIET.	PR 55	77,9
ENTRADA SECTOR 5	103,5	0,0047	3,0	0,08890	0,00174	0,08542	0,00774	0,8172	0,82	OK	100,20	99,80	126,49	125,67	35,80	36,20	26,29	25,87	PVC	RDE 51	100,1
SECTOR NO. 5																					
MULTIPLE	142,4	0,0047	2,0	0,06032	0,00152	0,05728	0,05418	7,8697	1,82	OK	99,80	104,4	125,67	117,80	36,20	31,60	25,87	13,40	MANGU ERA POLIET.	Cal. 60	125,4
LATERAL CRITICO 1	91,6	0,000194	1/2	0,02134	0,00130	0,01874	0,03410	3,1859	0,70	OK	99,80	101,5	125,67	122,48	36,20	34,50	25,87	20,98	MANGU ERA POLIET.	PR 55	70,0
LATERAL CRITICO 2	25,4	0,000055	1/2	0,02134	0,00130	0,01874	0,00330	0,0856	0,20	OK	104,40	104,0	117,80	117,71	31,60	32,00	13,40	13,71	MANGU ERA POLIET.	PR 55	19,4
ENTRADA SECTOR 6	6,0	0,0047	3,0	0,08890	0,00174	0,08542	0,00774	0,0474	0,82	OK	99,80	99,90	125,67	125,62	36,20	36,10	25,87	25,72	PVC	RDE 51	5,8
SECTOR NO. 6																					
MULTIPLE	143,0	0,0047	2,0	0,06032	0,00152	0,05728	0,05418	7,9029	1,82	OK	99,90	104,5	125,62	117,72	36,10	31,50	25,72	13,22	MANGU ERA POLIET.	Cal. 60	126,0
LATERAL CRITICO 1	105,7	0,000222	1/2	0,02134	0,00130	0,01874	0,04377	4,7190	0,80	OK	99,90	10,80	125,62	120,90	36,10	32,20	25,72	17,10	MANGU ERA POLIET.	PR 55	80,8
LATERAL CRITICO 2	57,4	0,000083	1/2	0,02134	0,00130	0,01874	0,00712	0,4171	0,30	OK	104,50	105,5	117,72	117,30	31,50	30,50	13,22	11,80	MANGU ERA POLIET.	PR 55	43,9

GOTEO

**CULTIVO DE
MARACUYA**

SECTOR NO. 1

MULTIPLE	129,1	0,0046	2,0	0,06032	0,00152	0,05728	0,05207	6,8561	1,79	OK	91,00	95,50	126,29	119,44	45,00	40,50	35,29	23,94	MANGU ERA POLIET.	Cal. 60	113,7
LATERAL CRITICO 1	72,5	0,000026	1/2	0,02134	0,00130	0,01874	0,00087	0,0641	0,10	OK	91,00	91,00	126,29	126,23	45,00	45,00	35,29	35,23	MANGU ERA POLIET.	PR 55	55,4
LATERAL CRITICO 2	72,5	0,000026	1/2	0,02134	0,00130	0,01874	0,00087	0,0641	0,10	OK	95,50	95,90	119,44	119,37	40,50	40,10	23,94	23,47	MANGU ERA POLIET.	PR 55	55,4
ENTRADA SECTOR 2	77,9	0,0046	3,0	0,06032	0,00152	0,05728	0,05207	4,1370	1,79	OK	91,00	91,50	126,29	122,16	45,00	44,50	35,29	30,66	PVC	RDE 51	68,6

SECTOR NO. 2

MULTIPLE	108	0,0046	2,0	0,06032	0,00152	0,05728	0,05207	5,7355	1,79	OK	91,50	95,50	122,16	116,42	44,50	40,50	30,66	20,92	MANGU ERA POLIET.	Cal. 60	95,1
LATERAL CRITICO 1	94,0	0,000033	1/2	0,02134	0,00130	0,01874	0,00130	0,1243	0,12	OK	91,50	91,70	122,16	122,03	44,50	44,30	30,66	30,33	MANGU ERA POLIET.	PR 55	71,8
LATERAL CRITICO 2	79,0	0,000028	1/2	0,02134	0,00130	0,01874	0,00100	0,0808	0,10	OK	95,50	94,00	116,42	116,34	40,50	42,00	20,92	22,34	MANGU ERA POLIET.	PR 55	60,4
ENTRADA SECTOR 3	129,5	0,0046	3,0	0,08890	0,00174	0,08542	0,00744	0,9826	0,80	OK	91,00	95,80	126,29	125,31	45,00	40,20	35,29	29,51	PVC	RDE 51	125,2

SECTOR NO. 3

MULTIPLE	127,8	0,0046	2,0	0,06032	0,00152	0,05728	0,05207	6,7871	1,79	OK	95,80	99,00	125,31	118,52	40,20	37,00	29,51	19,52	MANGU ERA POLIET.	Cal. 60	112,6
LATERAL CRITICO 1	72,5	0,000026	1/2	0,02134	0,00130	0,01874	0,00087	0,0641	0,10	OK	95,80	96,00	125,31	125,25	40,20	40,00	29,51	29,25	MANGU ERA POLIET.	PR 55	55,4
LATERAL CRITICO 2	15,4	0,000006	1/2	0,02134	0,00130	0,01874	0,00006	0,0010	0,02	OK	99,00	98,70	118,52	118,52	37,00	37,30	19,52	19,82	MANGU ERA POLIET.	PR 55	11,8

ENTRADA SECTOR 4	75,0	0,0046	3,0	0,08890	0,00174	0,08542	0,00744	0,5691	0,80	OK	95,80	95,90	125,31	124,74	40,20	40,10	29,51	28,84	PVC	RDE 51	72,5
SECTOR NO. 4																					
MULTIPLE	132,2	0,0046	2,0	0,06032	0,00152	0,05728	0,05207	7,0207	1,79	OK	95,90	97,50	124,74	117,72	40,10	38,50	28,84	20,22	MANGU ERA POLIET.	Cal. 60	116,5
LATERAL CRITICO 1	76,0	0,000027	1/2	0,02134	0,00130	0,01874	0,00093	0,0724	0,10	OK	95,90	94,70	124,74	124,67	40,10	41,30	28,84	29,97	MANGU ERA POLIET.	PR 55	58,1
LATERAL CRITICO 2	30,7	0,000011	1/2	0,02134	0,00130	0,01874	0,00019	0,0060	0,04	OK	97,50	97,00	117,72	117,71	38,50	39,00	20,22	20,71	MANGU ERA POLIET.	PR 55	23,5
CULTIVO DE PAPAYA																					
ENTRADA SECTOR 1	45,2	0,0046	2,0	0,06032	0,00152	0,05728	0,05207	2,4004	1,79	OK	99,10	98,40	124,33	121,93	36,90	37,60	25,23	23,53	PVC	RDE 41	39,8
SECTOR NO. 1																					
MULTIPLE	91,8	0,0046	2,0	0,06032	0,00152	0,05728	0,05207	4,8752	1,79	OK	98,40	96,50	121,93	117,05	37,60	39,50	23,53	20,55	MANGU ERA POLIET.	Cal. 60	80,9
LATERAL CRITICO 1	92,4	0,000039	1/2	0,02134	0,00130	0,01874	0,00180	0,1694	0,14	OK	98,40	98,50	121,93	121,76	37,60	37,50	23,53	23,26	MANGU ERA POLIET.	PR 55	70,6
LATERAL CRITICO 2	17,9	0,000008	1/2	0,02134	0,00130	0,01874	0,00011	0,0019	0,03	OK	96,50	96,70	117,05	117,05	39,50	39,30	20,55	20,35	MANGU ERA POLIET.	PR 55	13,7
ENTRADA SECTOR 2	137,4	0,0046	2,0	0,06032	0,00152	0,05728	0,05207	7,2969	1,79	OK	98,40	98,70	121,93	114,63	37,60	37,30	23,53	15,93	PVC	RDE 41	121,0
SECTOR NO. 2																					
MULTIPLE	79,8	0,0046	2,0	0,06032	0,00152	0,05728	0,05207	4,2379	1,79	OK	98,70	95,50	114,63	110,39	37,30	40,50	15,93	14,89	MANGU ERA POLIET.	Cal. 60	70,3
LATERAL CRITICO 1	110,2	0,000048	1/2	0,02134	0,00130	0,01874	0,00258	0,2896	0,17	OK	98,70	99,00	114,63	114,34	37,30	37,00	15,93	15,34	MANGU ERA POLIET.	PR 35	84,2
LATERAL CRITICO 2	46,6	0,000020	1/2	0,02134	0,00130	0,01874	0,00052	0,0248	0,07	OK	95,50	95,50	110,39	110,37	40,50	40,50	14,89	14,87	MANGU ERA POLIET.	PR 55	35,6

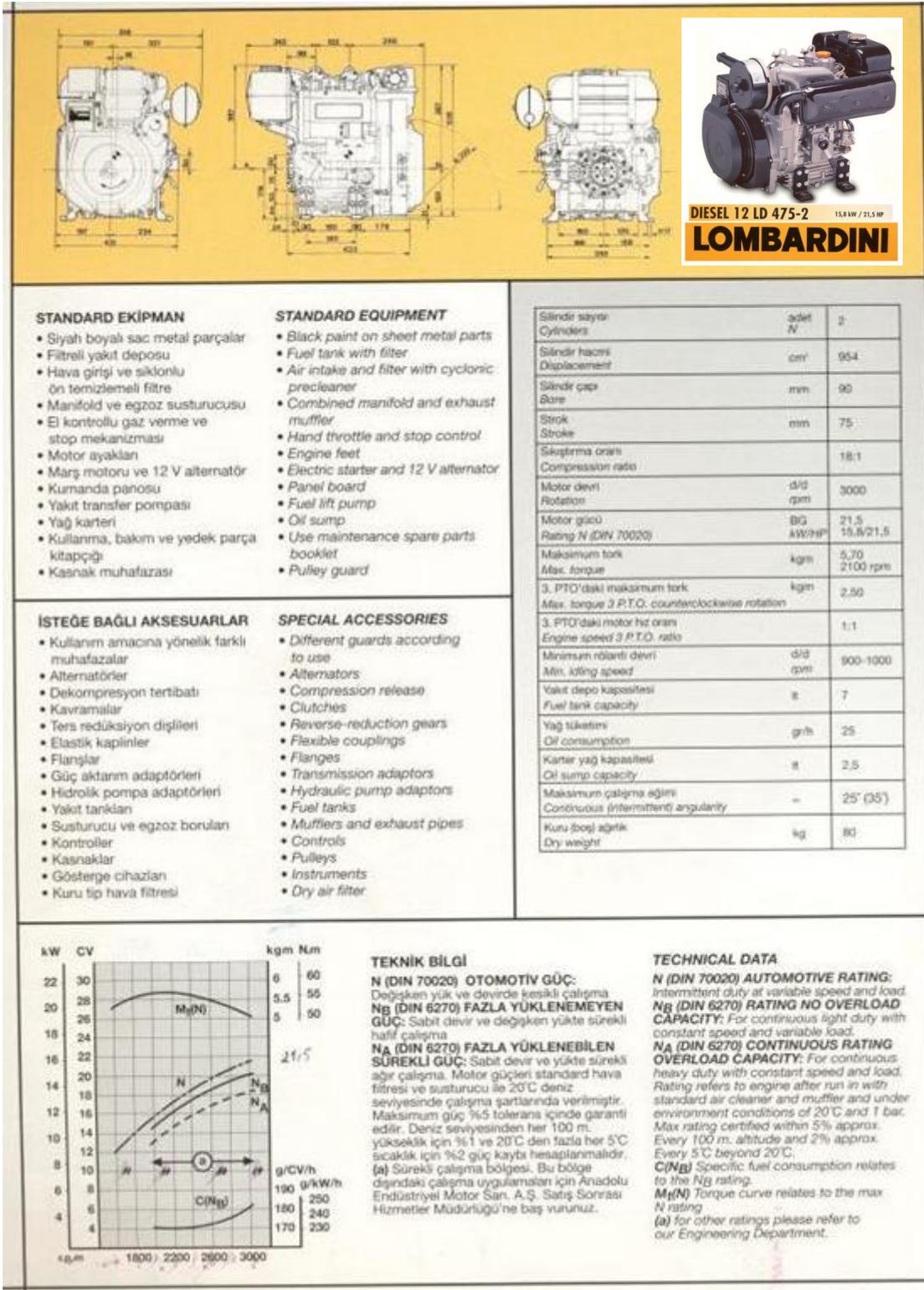
ENTRADA SECTOR 3	0,2	0,0046	2,0	0,06032	0,00152	0,05728	0,05207	0,0106	1,79	OK	99,10	99,10	124,33	124,32	36,90	36,90	25,23	25,22	PVC	RDE 41	0,2
SECTOR NO. 3																					
MULTIPLE	84,0	0,0046	2,0	0,06032	0,00152	0,05728	0,05207	4,4610	1,79	OK	99,10	99,50	124,32	119,86	36,90	36,50	25,22	20,36	MANGU ERA POLIET.	Cal. 60	74,0
LATERAL CRITICO 1	98,3	0,000042	1/2	0,02134	0,00130	0,01874	0,00208	0,2081	0,16	OK	99,10	100,0	124,32	124,11	36,90	36,00	25,22	24,11	MANGU ERA POLIET.	PR 55	75,1
LATERAL CRITICO 2	95,3	0,000041	1/2	0,02134	0,00130	0,01874	0,00198	0,1923	0,15	OK	99,50	100,5	119,86	119,66	36,50	35,50	20,36	19,16	MANGU ERA POLIET.	PR 55	72,8
ENTRADA SECTOR 4	9,2	0,0046	2,0	0,06032	0,00152	0,05728	0,05207	0,4886	1,79	OK	98,70	99,00	114,63	114,14	37,30	37,00	15,93	15,14	PVC	RDE 41	8,1
SECTOR NO. 4																					
MULTIPLE	83,4	0,0046	2,0	0,06032	0,00152	0,05728	0,05207	4,4291	1,79	OK	99,00	100,5	114,14	109,71	37,00	35,50	15,14	9,21	MANGU ERA POLIET.	Cal. 60	73,5
LATERAL CRITICO 1	102,7	0,000044	1/2	0,02134	0,00130	0,01874	0,00227	0,2376	0,16	OK	99,00	99,00	114,14	113,90	37,00	37,00	15,14	14,90	MANGU ERA POLIET.	PR 55	78,5
LATERAL CRITICO 2	95,3	0,000042	1/2	0,02134	0,00130	0,01874	0,00208	0,2018	0,16	OK	100,50	100,5	109,71	109,51	35,50	35,50	9,21	9,01	MANGU ERA POLIET.	PR 55	72,8
ENTRADA SECTOR 5	42,3	0,0046	2,0	0,06032	0,00152	0,05728	0,05207	2,2464	1,79	OK	99,10	99,30	124,33	122,08	36,90	36,70	25,23	22,78	PVC	RDE 41	37,3
SECTOR NO. 5																					
MULTIPLE	92,2	0,0046	2,0	0,06032	0,00152	0,05728	0,05207	4,8965	1,79	OK	99,30	99,70	122,08	117,19	36,70	36,30	22,78	17,49	MANGU ERA POLIET.	Cal. 60	81,2
LATERAL CRITICO 1	96,5	0,000041	1/2	0,02134	0,00130	0,01874	0,00198	0,1947	0,15	OK	99,30	99,50	122,08	121,89	36,70	36,50	22,78	22,39	MANGU ERA POLIET.	PR 55	73,7
LATERAL CRITICO 2	85,0	0,000037	1/2	0,02134	0,00130	0,01874	0,00162	0,1402	0,14	OK	99,70	102,0	117,19	117,05	36,30	34,00	17,49	15,05	MANGU ERA POLIET.	PR 55	64,9
ENTRADA SECTOR 6	99,6	0,0046	2,0	0,06032	0,00152	0,05728	0,05207	5,2894	1,79	OK	99,30	100,5	122,08	116,79	36,70	35,50	22,78	16,29	PVC	RDE 41	87,7

SECTOR N0. 6

MULTIPLE	88,2	0,0046	2,0	0,06032	0,00152	0,05728	0,05207	4,6840	1,79	OK	100,50	102,0	116,79	112,11	35,50	34,00	16,29	10,11	MANGU ERA POLIET.	Cal. 60	77,7
LATERAL CRITICO 1	95,0	0,000041	1/2	0,02134	0,00130	0,01874	0,00198	0,1917	0,15	OK	100,50	100,5	116,79	116,60	35,50	35,50	16,29	16,10	MANGU ERA POLIET.	PR 55	72,6
LATERAL CRITICO 2	90,0	0,000039	1/2	0,02134	0,00130	0,01874	0,00180	0,1650	0,14	OK	102,00	102,4	112,11	111,94	34,00	33,60	10,11	9,54	MANGU ERA POLIET.	PR 55	68,8

Fuente: *Elaboración Propia.*

ANEXO N. UNIDAD DE POTENCIA



Fuente: LOMBARDINI.

ANEXO O. CARACTERISTICAS MICROASPERSOR

Help 

2002
AquaSmart

Flow-regulated micro-sprinkler for optimal undertree irrigation

- ^ Uniform irrigation and fertigation at all topographical conditions
- ^ Wide range of flow rates and distribution patterns
- ^ Insect-proof pop-up swivel
- ^ Ideal also for overhead cooling and frost protection
- ^ Sturdy and solid structure
- ^ Easy to dismantle and assemble

Click On Pattern



Nozzle mm	P bar	Q l/h	D
20	1.2-4.0	20	4.5
Violet			
28	1.2-4.0	28	5.0
Grey			
35	1.2-4.0	35	5.0
Brown			
47	1.2-4.0	47	6.0
Blue			
55	1.2-4.0	55	6.5
Green			
70	1.2-4.0	70	7.0
Orange			
95	1.2-4.0	95	7.5
Yellow			

Fuente: NAANDAN IRRIGATION SYSTEMS

ANEXO P. CARACTERISTICAS GOTERO

Supertif Flow-Regulated On-Line Dripper Autocompensado



Specifications

- Flow rates: 2.2, 3.85, 7.8, 12.0, 23.0 lph
- Operating pressure range: 0.6 - 3.5 bar

Fuente: ISRARIEGO.

ANEXO Q. CARACTERISTICAS Y ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LOS FILTROS DE ARENA Y MALLA

FILTRO DE MALLA 4" S



Conexión entrada/salida	brida
Diámetro entrada/salida (mm)	100
Caudal máximo (m ³ /hr)	80
Presión máxima de operación (bar)	10
Temperatura máxima (°c)	90
Área de filtrado (cm ²)	2740

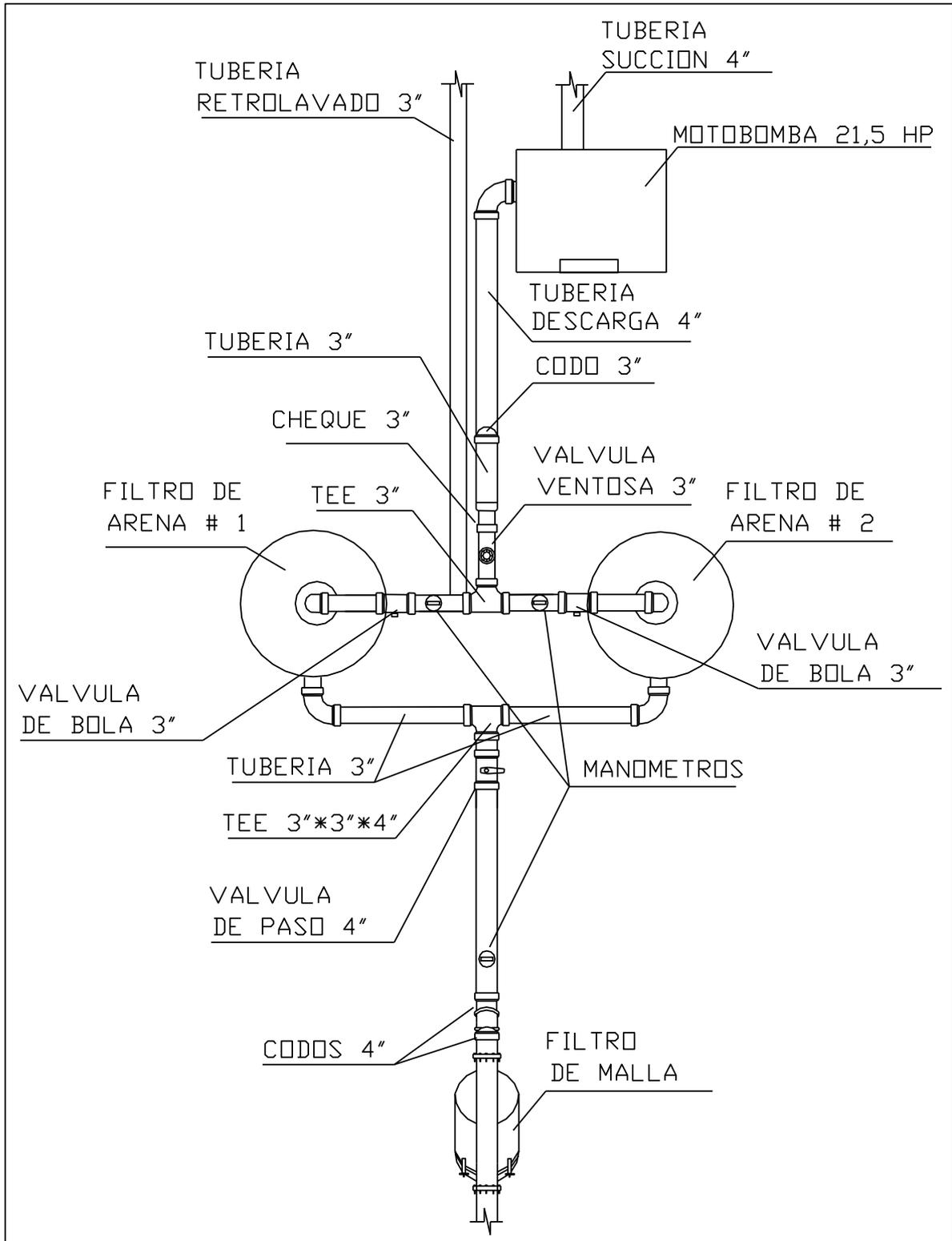
FILTRO DE ANRENA 3"/36"



Conexión entrada/salida	brida
Diámetro de entrada/salida (mm)	80
Caudal máximo (m ³ /hr)	80
Presión máxima de operación (bar)	6,5
Temperatura máxima (°c)	60
Diámetro del vaso (mm)	900

Fuente: Filtros Mondragon.

ANEXO R. ESQUEMA SISTEMA DE FILTRADO



VISTA EN PLANTA