

	<b>GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS</b>						  
	<b>CARTA DE AUTORIZACIÓN</b>						
<b>CÓDIGO</b>	<b>AP-BIB-FO-06</b>	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>	<b>VIGENCIA</b>	<b>2014</b>	<b>PÁGINA</b>	<b>1 de 2</b>

Neiva, 10 de febrero del 2016

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad

El (Los) suscrito(s):

Jhon Jairo Cortes Agudelo \_\_\_\_\_, con C.C. No. 1075248807 \_\_\_\_\_,  
 \_\_\_\_\_, con C.C. No. \_\_\_\_\_,  
 \_\_\_\_\_, con C.C. No. \_\_\_\_\_,  
 \_\_\_\_\_, con C.C. No. \_\_\_\_\_,

autor(es) de la tesis y/o trabajo de grado o \_\_\_\_\_

Titulado: Diseño e instalacion de un sistema de riego por aspersion para vivero de palma de aceite (*elaeis guineensis*), municipio de Pivijay (Magdalena)

presentado y aprobado en el año 2016 como requisito para optar al título de

Ingeniero Agricola \_\_\_\_\_;

autorizo (amos) al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales “open access” y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.

- Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.

	<b>GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS</b>					  	
	<b>CARTA DE AUTORIZACIÓN</b>						
<b>CÓDIGO</b>	<b>AP-BIB-FO-06</b>	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>	<b>VIGENCIA</b>	<b>2014</b>	<b>PÁGINA</b>	<b>2 de 2</b>

- Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores” , los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma:

*Juan Cortes.*

	<b>GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS</b>						  
	<b>DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO</b>						
<b>CÓDIGO</b>	<b>AP-BIB-FO-07</b>	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>	<b>VIGENCIA</b>	<b>2014</b>	<b>PÁGINA</b>	<b>1 de 4</b>

**TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO:** Diseño e instalacion de un sistema de riego por aspersion para vivero de palma de aceite (*elaeis guineensis*), municipio de Pivijay (Magdalena)

**AUTOR O AUTORES:**

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
CORTES AGUDELO	JHON JAIRO

**DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:**

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
PACHON BEJARANO	RODRIGO ALBERTO

**ASESOR (ES):**

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
QUIMBAYA LASSO	FELIPE ANDRES
ALVAREZ LINARES	GILBERTO

**PARA OPTAR AL TÍTULO DE: INGENIERO AGRICOLA**

**FACULTAD:** INGENIERIA

**PROGRAMA O POSGRADO:** AGRICOLA

**CIUDAD:** NEIVA

**AÑO DE PRESENTACIÓN:** 2016 **NÚMERO DE PÁGINAS:** 61

	<b>GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS</b>						  
	<b>DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO</b>						
<b>CÓDIGO</b>	<b>AP-BIB-FO-07</b>	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>	<b>VIGENCIA</b>	<b>2014</b>	<b>PÁGINA</b>	<b>2 de 4</b>

**TIPO DE ILUSTRACIONES** (Marcar con una X):

Diagramas X Fotografías X Grabaciones en discos \_\_\_ Ilustraciones en general \_\_\_ Grabados \_\_\_ Láminas \_\_\_  
 Litografías \_\_\_ Mapas \_\_\_ Música impresa \_\_\_ Planos X Retratos \_\_\_ Sin ilustraciones \_\_\_ Tablas o Cuadros X

**SOFTWARE** requerido y/o especializado para la lectura del documento: WORD, PDF Y AUTOCAD

**MATERIAL ANEXO: PLANO**

**PREMIO O DISTINCIÓN** (En caso de ser LAUREADAS o Meritoria):

**PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:**

<u>Español</u>	<u>Inglés</u>	<u>Español</u>	<u>Inglés</u>
1. Actividades agrícolas	agricultural activities	6. Vivero de palma de aceite	oil palm nursery
2. estrategias y tecnologías	strategies and technologies		
3. uso y ahorro eficiente de agua	efficiency water use		
4. cambio climático	climatic changes		
5. riego por aspersión	irrigation system by sprinkling		

**RESUMEN DEL CONTENIDO:** (Máximo 250 palabras)

En el departamento del Magdalena las actividades agrícolas, principalmente el sector palmicultor, constituye un papel importante en la dinámica económica, por ende, es de gran importancia incluir nuevas estrategias y tecnologías que garanticen producciones futuras guiadas a un uso y ahorro eficiente de agua, dada a la escasez que se refleja en el departamento proporcionados por los cambios climáticos (Rueda y Pacheco, 2015). El objetivo del presente proyecto fue diseñar e instalar un sistema de riego por aspersión para vivero de palma de aceite en la finca La Encuera, Municipio de Pivijay, Departamento del Magdalena. Los modelos matemáticos empleados en el cálculo de parámetros de las necesidades hídricas del cultivo además de los conceptos hidráulicos requeridos en el dimensionamiento de tubería y equipo de bombeo, se obtuvo en base a la revisión de literatura y la Metodología de Diseño de Sistemas de Riego planteada por el ingeniero/docente Miguel German Cifuentes.

	<b>GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS</b>					  	
	<b>DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO</b>						
<b>CÓDIGO</b>	<b>AP-BIB-FO-07</b>	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>	<b>VIGENCIA</b>	<b>2014</b>	<b>PÁGINA</b>	<b>3 de 4</b>

**ABSTRACT:** (Máximo 250 palabras)

In Magdalena department the agricultural activities, primary in palm oil sector constitute an important role in the economical dynamic, therefore is from great influence include new strategies and technologies that guarantee future guide productions in a efficiency water use because the shortage that the department suffer due to the climatic changes (Rueda and Pacheco, 2015). The project objective was design and installs an irrigation system by sprinkling for the oil palm nursery in La Encuera property, Pivijay municipality, Magdalena department that was performed on internships modality. The mathematic models implemented in the crops water requirements parameters calculation besides the hydraulic concepts for the tube sizing and the pumping equipment, are obtain according to the literature review and design methodology of irrigation systems scheme by Miguel German Cifuentes.



## GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS

### DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO



**CÓDIGO**

**AP-BIB-FO-07**

**VERSIÓN**

**1**

**VIGENCIA**

**2014**

**PÁGINA**

**4 de 4**

#### APROBACION DE LA TESIS

Nombre Presidente Jurado: Rodrigo Alberto Pachón

Firma:

Nombre Jurado: Gilberto Álvarez linares

Firma:

Nombre Jurado: Felipe Andrés Quimbaya

Firma:

**DISEÑO E INSTALACION DE UN SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN  
PARA VIVERO DE PALMA DE ACEITE (*elaeis guineensis*), MUNICIPIO  
DE PIVIJAY (MAGDALENA)**

**AUTOR**

**JHON JAIRO CORTES AGUDELO**

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
PROGRAMA DE INGENIERIA AGRÍCOLA  
NEIVA-HUILA  
2016**



**DISEÑO E INSTALACION DE UN SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN  
PARA VIVERO DE PALMA DE ACEITE (*elaeis guineensis*), MUNICIPIO  
DE PIVIJAY (MAGDALENA)**

**AUTOR**

**JHON JAIRO CORTES AGUDELO**

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar el título de  
Ingeniero Agrícola**

**Modalidad de grado pasantías**

**Director:**

**Ing Rodrigo Alberto Pachón Bejarano**

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
PROGRAMA DE INGENIERIA AGRÍCOLA  
NEIVA-HUILA  
2016**



**Nota de Aceptación**

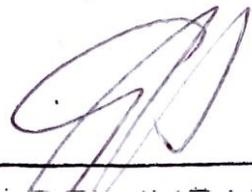
---

---

---

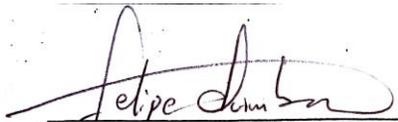
---

---



---

**Gilberto Álvarez Linares**  
**Docente Universidad Surcolombiana**  
**Jurado**



---

**Felipe Andrés Quimbaya Lasso**  
**Docente Universidad Surcolombiana**  
**Jurado**



---

**Rodrigo Alberto Pachón Bejarano**  
**Docente Universidad Surcolombiana**  
**Director**

Neiva, Enero de 2016



## **DEDICATORIA**

*Dedico este trabajo a:*

*Dios, por brindarme la vida y por estar conmigo en cada paso que doy, fortaleciendo mi corazón e iluminando mi camino con personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.*

*A mi familia por ser el pilar fundamental en todo lo que soy. Para mi padre Mauricio Alberto Cortes Losada y mi madre Patricia del Pilar Agudelo Vargas quienes siempre creyeron en mí, Gracias por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis triunfos.*



## **AGRADECIMIENTOS**

*Expreso mis agradecimientos a:*

*Agradezco a Dios por tenerme con salud y brindarme la sabiduría incondicional para culminar este proceso dentro mi formación como profesional, y ser mi mayor inspiración frente a este gran logro.*

*A mis padres Mauricio y Patricia, por su inmenso amor, comprensión, consejos, apoyo y ayuda en los momentos difíciles; son parte fundamental de lo que soy como persona, mis principios, responsabilidad, honestidad, perseverancia y coraje para seguir cada día conquistando nuevos triunfos; gracias por ser parte importante de mi vida y corazón compartiendo momentos inigualables, por las enseñanzas que en algunos momentos fueron regaños, ¡los amo con todo mi corazón!*

*A mi hermano Christian y mi hermana María del Pilar, por estar siempre conmigo, gracias por su apoyo, motivación, inspiración y felicidad, los quiero mucho son lo mejor de mi vida.*

*A mis abuelos, tíos y primos, gracias por su amor, compañía, sonrisas y su apoyo incondicional, los quiero mucho ustedes ocupan un lugar muy importante en mi corazón.*

*A todo mis compañeros y amigos, por su apoyo, compañía y amistad durante mi formación como profesional.*

*A todos los maestros por guiarme durante el proceso de formación como profesional ¡un abrazo!*



## CONTENIDO

RESUMEN .....	8
ABSTRACT .....	9
1. INTRODUCCIÓN.....	10
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	11
3. OBJETIVOS .....	12
a. Objetivo general.....	12
b. Objetivos específicos .....	12
4. REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	13
5. METODOLOGIA .....	15
5.1. Descripción y ubicación del área del proyecto.....	15
5.2. Levantamiento planimétrico .....	15
5.3. Tipo de suelo. ....	15
5.4. Determinación de la evapotranspiración de cultivo.....	15
5.5. Diseño agronómico.....	16
5.5.1. Densidad aparente.....	17
5.5.2. Capacidad de campo .....	17
5.5.3. Humedad en el punto de marchitamiento.....	17
5.5.4. Agotamiento del agua disponible.....	18
5.5.5. Eficiencia de aplicación .....	18
5.5.6. Lamina neta de riego .....	18
5.5.7. Frecuencia de riego.....	19
5.5.8. Tiempo de riego.....	19
5.5.9. Elección del aspersor .....	20
5.6. Diseño hidráulico.....	20
5.7. Metodología para instalación del sistema de riego.....	20
6. PRESENTACIÓN Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS .....	21
6.1. Ubicación del proyecto .....	21
6.2. Características climáticas de la zona .....	22
6.3. Diseño agronómico.....	25
6.4. Diseño hidráulico.....	25



6.4.1.	Cálculo de lateral de riego.....	26
6.4.2.	Cálculo de tubería múltiple .....	26
6.4.3.	Cálculo de tubería de alimentación .....	26
6.4.4.	Cálculo de tubería de principal.....	26
6.4.5.	Selección de unidad de filtrado y pérdidas de presión .....	27
6.4.6.	Selección del inyector Venturi.....	28
6.4.7.	Selección de unidad de bombeo.....	29
6.5.	Cantidades de obra.....	31
6.6.	Presupuesto .....	33
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	36
7.1.	Conclusiones.....	36
7.2.	Recomendaciones.....	37
8.	BIBLIOGRAFIA.....	38
	ANEXOS .....	39

### LISTA DE TABLAS

Tabla 1	Registro de precipitación acumulada (mm) 2004-2014 .....	22
Tabla 2	Registros de evaporación mensual acumulada (mm) 2014.....	23
Tabla 3	Información técnica filtros ARKAL 3" leader .....	28
Tabla 4.	Referencia inyector Venturi.....	29
Tabla 5	Sistema de bombeo .....	30
Tabla 6	Cantidad de obra.....	31
Tabla 7	Presupuesto.....	33

### LISTA DE GRÁFICOS

Grafico 1	Precipitación mensual acumulada, años 2004 al 2012 .....	23
Grafico 2	Evaporación mensual acumulada, año 2014 .....	24
Grafico 3	Balance hídrico ambiental, año 2014 .....	24
Grafico 4	Curva de la bomba según el fabricante.....	31



## LISTA DE IMÁGENES

Imagen 1 Ubicación del predio. ....	21
Imagen 2 Filtro ARKAL 3" leader.....	27
Imagen 3. Selección del inyector Venturi.....	28
Imagen 4. Inyector Venturi Mazzei.....	29
Imagen 5 Electro bomba GE 3B 400.....	30
Imagen 6. Fuente de abastecimiento caño Julepe .....	39
Imagen 7. Caseta de bombeo.....	39
Imagen 8. Instalacion del sistema de bombeo .....	40
Imagen 9. Instalacion de la tuberia principal .....	40
Imagen 10. Instalacion de la tuberia de alimentación.....	41
Imagen 11. Instalacion del múltiple y el lateral.....	41
Imagen 12. instalacion de Aspersores .....	42
Imagen 13. etapa inicial del Pre vivero .....	42
Imagen 14. Pre vivero con dos meses de edad .....	42
Imagen 15. Vivero de palma de aceite.....	43



## RESUMEN

En el departamento del Magdalena las actividades agrícolas principalmente el sector palmicultor constituye un papel importante en la dinámica económica, por ende es de gran importancia incluir nuevas estrategias y tecnologías que garanticen producciones futuras guiadas a un uso y ahorro eficiente de agua dada a la escasez que se refleja en el departamento proporcionados por los cambios climáticos (Rueda y Pacheco, 2015).

El objetivo del presente proyecto fue diseñar e instalar un sistema de riego por aspersión para vivero de palma de aceite en la finca La Encuera, Municipio de Pivijay, Departamento del Magdalena.

Los modelos matemáticos empleados en el cálculo de parámetros de las necesidades hídricas del cultivo además de los conceptos hidráulicos requeridos en el dimensionamiento de tubería y equipo de bombeo, se obtuvo en base a la revisión de literatura y la Metodología de Diseño de Sistemas de Riego planteada por el ingeniero/docente Miguel German Cifuentes.

Los datos agroclimáticos de la zona donde se realizó el proyecto, se obtuvieron de la estación meteorológica instalada en el predio laencuera.

El agua de riego es apta para ser utilizada en riego agrícola y en sistemas de riego por aspersión. La fuente corresponde al caño julepe que pasa por el costado superior del lote, el cual se ubicó el punto de captación a 152 metros del vivero.

El diseño agronómico está basado en el máximo uso consuntivo del cultivo, siendo la evapotranspiración máxima de 5 mm/día correspondiente al mes de marzo.

La instalación del sistema de riego se realizó atendiendo a normas y cronograma de trabajo establecido.

El caudal de diseño requerido para el sistema de riego es de 550 GPM con un CDT de 72.82 PSI siendo necesario un motor de 40 Hp para regar un total de 10 ha subdividido en 4 módulos de riego.

Para el cálculo de costos se consideraron: Materiales (\$ 6'050.000 por Ha), Instalación (\$ 548.000 por Ha).

**Palabras clave:** Actividades agrícolas; estrategias y tecnologías; uso y ahorro eficiente de agua; cambio climático; riego por aspersión; vivero de palma de aceite.



## ABSTRACT

In Magdalena department the agricultural activities, primary in palm oil sector constitute an important role in the economical dynamic, therefore is from great influence include new strategies and technologies that guarantee future guide productions in a efficiency water use because the shortage that the department suffer due to the climatic changes.

The project objective was design and installs an irrigation system by sprinkling for the oil palm nursery in La Encuera property, Pivijay municipality, Magdalena department that was performed on internships modality.

The mathematic models implemented in the crops water requirements parameters calculation besides the hydraulic concepts for the tube sizing and the pumping equipment, are obtain according to the literature review and design methodology of irrigation systems scheme by Miguel German Cifuentes.

The agroclimatic data in zone was carried out the project, Were Obtained from the meteorological station installed in the laencuera property.

Irrigation water is suitable for use in agricultural irrigation and sprinkler systems. The source correspond to julep channel Passing Through the upper side of the lot, which was the collection point located 152 meters from the nursery.

The design is based on agronomic maximum crop consumptive use, the maximum evapotranspiration of 5mm / Corresponding to March day.

The installation of the irrigation system was made taking one Standards and established work schedule.

The design flow is required for the irrigation system of 550 GPM PSI CDT 72.82 PSI Necessary Being engine 40 Hp paragraph watering a total of 10 ha divided into four modules irrigation.

For Costing Were Considered: Materials ( \$ 6'050.000 per hectare ) , installation ( \$ 548,000 per hectare.

**Keywords:** agricultural activities; strategies and technologies; efficiency water use; climatic changes; irrigation system by sprinkling; oil palm nursery.



## 1. INTRODUCCIÓN

INVERSIONES NOGUERA & MANRRIQUE S.A.S. decidió desarrollar el proyecto de renovación, este proyecto como fase inicial costa de la instalación de 10 ha en vivero de palma de aceite en el predio de la finca LAENCUERA, ubicado en la zona rural del municipio de Pivijay (Magdalena) a tan solo 8 Km del casco urbano, la cual se instaló el riego bajo la modalidad de aspersion.

Los sistemas de riego por aspersion se adaptan bastante bien al consumo de agua moderada y la eficiencia de uso es bastante aceptable. Además, la aplicación del agua en forma de lluvia aumenta la uniformidad de aplicación, la cual se muestra como una excelente alternativa para contrarrestar los problemas de falta de recurso hídrico que enfrenta el departamento del Magdalena. (Martinez, 2013)

El vivero está destinado para fines comerciales y para suplir las necesidades del proyecto de renovación que se lleva a cabo en INVERSIONES NOGUERA & MANRIQUE SAS que está encaminado a sustituir las palmas africanas con más de 30 años por un nuevo material que garantice el bienestar de la producción de racimo de fruto fresco (RFF) futuras.



## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Debido a la problemática generada en las últimas décadas relacionada con el déficit hídrico que se afronta a nivel mundial por múltiples causas, particularmente en la zona norte palmera de Colombia se presenta un periodo seco entre los meses de diciembre y abril, lo que hace indispensable el riego implementando del uso racional de agua.

La localización del vivero de la finca LAENCUERA, posee un riego superficial (inundación) heredados de otras actividades agrícolas tradicionales como el arroz y el banano. Este método de riego, por las condiciones en las cuales se emplea, y especialmente debido a la falta de adecuación y diseño inicial de los terrenos, implican una aplicación de grandes cantidades de agua mayores a 30 litros por segundo hectárea, las cuales a pesar de su magnitud no aseguran una distribución uniforme de la humedad.

¿Con el diseño e instalación de este proyecto se lograra un uso racional del recurso hídrico buscando optimizar la eficiencia operacional, mejorando la competitividad económica y conservando el recurso para las generaciones futuras?



### 3. OBJETIVOS

#### a. Objetivo general

Desarrollar e instalar un sistema de riego por aspersion para un vivero de palma de aceite.

#### b. Objetivos específicos

- Determinar la demanda de agua para la palma de aceite en la etapa de vivero.
- Establecer el diseño agronómico e hidráulico del sistema de riego por aspersion para la palma de aceite en la etapa de vivero.
- Instalación del sistema de riego por aspersion.



#### 4. REVISIÓN DE LA LITERATURA

Colombia a pesar de ser un país con riquezas hídrica, tiene regiones donde la baja precipitación y su mala distribución, hacen necesario el riego. La zona norte de Colombia, por presentar una precipitación inferior a 2000 mm anuales, y la Zona Oriental por la mala distribución de esta durante el año, requiere de riego. En la zona norte el problema se agrava por la progresiva disminución del caudal aprovechable de los ríos y por la deficiente infraestructura de riego, factores que limita la expansión del cultivo. (Fedepalma, 2005).

A pesar de que la mayoría de las plantaciones de palma que riegan lo hacen por el método de gravedad existen zonas como el centro norte del Cesar, donde se usan métodos de riego por aspersión, con los cuales se tienen mayor eficiencia en el uso del agua. En esta región existía en 1998 más de 1600 ha sembradas con palma de aceite donde se usa riego por aspersión sub-foliar (Fedepalma, 1998). Dada la confluencia de factores adversos, es probable que gran parte de los proyectos palmeros que se establezcan en la zona norte de Colombia Requieran de la instalacion de sistemas de riego por aspersión. (Meyes 2007).

En Colombia se desarrolló un proyecto que involucra el sistema de riego por aspersión de palma de aceite; dicho proyecto fue llevado a cabo en el Departamento del Cesar, municipio de Agustín Codazzi, en la plantación el Carmen. La región se caracteriza por una precipitación promedio anual de 1462 mm, con una distribución bimodal de dos periodos secos, de junio a agosto y de diciembre a marzo, y dos periodos lluviosos, de abril a junio y de septiembre a noviembre. El promedio mensual multianual de temperaturas máximas es inferior a 31 °C, y el promedio multianual de temperaturas mínimas es superior a 21 °C, con una temperatura Media de 28.1 °C (Mejia, Munevar, Rengifo, Lascano 2006).

El proyecto de la plantación el Carmen utilizó un área total de 6.2 ha, en el cual se utilizaron aspersores senninger auto-compensados que trabajan a una presion de 28.65 metros, cuyo caudal es de 0.13 litros por segundo, con un distanciamiento entre laterales de 15,6 metros y entre aspersores de 18 metros.

El agua de riego en el proyecto fue captada del río Cesar. La cual no presentó problemas con el contenido de hierro, pero sí con los sólidos totales durante el periodo de invierno.

Con respecto al consumo de agua, se aplicó una lámina de 1.71 mm en una hora, con un tiempo de riego de 4 horas para un total de aplicación 6.84 mm diarios con un coeficiente de uniformidad del 80%.



Además, teniendo en cuenta los resultados del proyecto, el estudio de la plantación el Carmen concluyó lo siguiente (mejía. Et al.,2006):

El riego en palma ha incrementado significativamente los resultados de material de alta calidad en zonas con déficit hídrico y/o una mala distribución de las lluvias durante el año.

Existe una fuerte relación entre la disponibilidad de humedad en el suelo en etapa de vivero fortaleciendo producciones futuras de alta rentabilidad.

El riego en la palma aceitera favorece la proliferación de insectos polinizadores de la palma y, en consecuencia, la polinización.

El sistema de riego que más se adapta a las condiciones del trópico es la aspersion sub-foliar.

La aplicación oportuna y exacta de las dosis de fertilizantes y agua a cada palma en el tiempo, adicional a la buena calidad de los materiales genéticos utilizados, permiten obtener un cultivo con excelente uniformidad en el desarrollo.

La disminución de tiempo en vivero y la eficiencia del fertirriego permitió reducir en 36% el consumo de agua y de 7,5 a 34,7% la cantidad de nutrientes aplicados (N, P, K, Mg y B).

El riego por aspersion es recomendable para proyectos de viveros de varios años consecutivos, debido a que todo el conjunto se reutiliza (20 años). El costo total de los equipos por palma es de \$547 COP.



## **5. METODOLOGIA**

### **5.1. Descripción y ubicación del área del proyecto**

Se ubicó el área del proyecto identificando el sitio, Municipio y Departamento para luego ubicar geográficamente la longitud y latitud del área del proyecto. Así mismo se describió de manera breve algunas características del área de estudio.

### **5.2. Levantamiento planimétrico**

El levantamiento planimétrico se realizó con la ayuda de un Nivel TOPCON y GPS GARMIN 550t, que nos permitió obtener datos reales y exactos mediante coordenadas MAGNA-SIRGA origen Bogotá. Estas coordenadas fueron transferidas al programa AutoCAD 2014 en el que se determinó el área exacta del proyecto y el diseño espacial lo que permitió determinar la cantidad de materiales y equipo a utilizar.

### **5.3. Tipo de suelo.**

El análisis de suelo se realizó a partir de muestras del sustrato con el cual se llenaron las bolsas de vivero, las muestras fueron enviadas al laboratorio de física y conservación de suelos de la Universidad Nacional sede Medellín., donde se realizó el análisis físico correspondiente (Anexo 3).

### **5.4. Determinación de la evapotranspiración de cultivo.**

- 1) Se efectuó un análisis de Oferta VS Demanda, este análisis contempla realizar un balance entre la oferta y la demanda ambiental para las condiciones del cultivo, para determinar los meses del año donde se hace necesaria la aplicación de riego para complementar la precipitación.
- 2) Se conoció los requerimientos hídricos del cultivo, teniendo en cuenta el mes más crítico de la Zona.



## 5.5. Diseño agronómico

El diseño agronómico representa la primera fase del procedimiento de diseño de cualquier tipo de riego, con el que se determina la cantidad de agua que ha de transportar la instalación, correspondiente a las necesidades brutas de riego en las épocas de máxima necesidad. Que tiene por finalidad garantizar que la instalación sea capaz de suministrar la cantidad suficiente de agua, con un control efectivo de las sales y una buena eficiencia en la aplicación del agua. Teniendo en cuenta lo citado por Fuentes (2003), este indica que el diseño se desarrolla en dos fases:

- Cálculo de las necesidades de agua.
- Determinación de los parámetros de riego: dosis, frecuencia e intervalo entre riegos, caudal necesario, duración del riego, número de emisores y disposición del mismo.

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

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

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

- Densidad Aparente.
- Capacidad de Campo (Cc).
- Humedad en el Punto de Marchitamiento (Pm).
- Fracción de Agotamiento del Agua Disponible (F).
- Eficiencia de Aplicación (Ea).
- Lámina Neta de Riego.
- Lamina Total o bruta de Riego.



### 5.5.1. Densidad aparente

Este es igual al peso del suelo seco / volumen por el peso del recipiente. (Construmática, 2011):

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

Da = densidad aparente  
Pss = peso de suelo seco  
V =volumen  
P.rec = peso del recipiente

### 5.5.2. Capacidad de campo

El concepto se emplea para designar el contenido en humedad de un suelo sometido a drenaje libre (después de un riego intenso o fuertes lluvias) durante 48 horas.

La capacidad de campo se determina con mayor facilidad en los suelos de textura arenosa que en los de textura arcillosa, ya que en los primeros, con gran número de macro poros, el final del drenaje es más evidente.

La capacidad de campo se puede determinar mediante la siguiente ecuación:

$$CC = 0.48Ac + 0.16L + 0.023 Ar + 2.62$$

CC = Capacidad de campo, expresada como humedad gravimétrica en %

Ac = Contenido de arcilla, expresada como humedad gravimétrica en %

L = Contenido de limo, expresada como humedad gravimétrica en %

Ar = Contenido de arena, expresada como humedad gravimétrica en %

### 5.5.3. Humedad en el punto de marchitamiento

Representa cuando el suelo se deseca a un nivel tal que el agua que queda está retenida con una fuerza de succión mayor que las de absorción de las raíces de las plantas. Es el agua que queda a una presión de 15 atmósferas. El agua contenida corresponde al agua higroscópica más el agua capilar no absorbible.

El concepto de punto de marchitez o de marchitamiento permanente ha sido definido como "el contenido de humedad en la zona de las raíces, según el cual la planta se marchita y no puede recobrar igual turgencia al colocarla en una atmósfera saturada de agua durante doce horas". Se puede determinar mediante membrana de Richard relacionándolo con el contenido en humedad a un potencial matricial de 15 bares (1500 kpa). Pues se ha comprobado que el contenido de humedad de un suelo a



una succión matricial de 1500 kpa se encuentra dentro del intervalo en el que una gran parte de las plantas se marchitan.

$$PMP = 0.302Ac + 0.102L + 0.0147 Ar$$

Ecuación de Bridges

PMP = punto de marchitamiento, expresada como humedad gravimétrica en %

Ac = Contenido de arcilla, expresada como humedad gravimétrica en %

L = Contenido de limo, expresada como humedad gravimétrica en %

Ar = Contenido de arena, expresada como humedad gravimétrica en %

#### 5.5.4. Agotamiento del agua disponible

Según Fuentes (2003), el método recomendable y más utilizado para calcular las pérdidas de agua por evapotranspiración (ETC) es el recomendado por la FAO, en el que la ETC se calcula como el producto de tres términos:

$$Etc = Eto * Kc * Kr$$

Etc = Evapotranspiración máxima del cultivo

Eto= Evapotranspiración potencial

Kc = Coeficiente del cultivo (FAO)

Kr = Coeficiente de desarrollo del cultivo

#### 5.5.5. Eficiencia de aplicación

La eficiencia de riego suele entender como el porcentaje de agua bruta aplicada que es aprovechada para satisfacer las necesidades del cultivo (montero 2000).

#### 5.5.6. Lamina neta de riego

La lamina neta de aplicación de agua es la cantidad de agua que debe ser aplicada durante el riego con el fin de cubrir el agua que ha utilizado el cultivo durante la evapotranspiración. Para calcular la lámina neta de aplicación de agua, se aplica la siguiente ecuación:

$$LN = \frac{(cc - pmp)}{100} * Da * Pre * Na$$

Donde:

LN = lamina neta

CC= Capacidad de campo

PMP = Punto de Marchitamiento Permanente



Da = Densidad aparente  
Pre = Profundidad radicular efectiva (35 cm)  
Na = Nivel de agotamiento (50%)

La dosis total o dosis bruta es la cantidad total de agua que se aplica cuando se toma en consideración la eficiencia de aplicación y viene dado por la fórmula:

$$LB = \frac{LN}{Ef}$$

Donde:

LB = Lamina bruta  
LN = Lamina Neta  
Ef = Eficiencia de aplicación (85 %)

### 5.5.7. Frecuencia de riego

Es igual reserva fácilmente disponible dividido por la ET (cultivo) diario

$$FR = \frac{LN}{Et (cultivo)}$$

De donde:

FR = Frecuencia entre riegos en horas.  
LN = Dosis neta expresada en mm  
Etc = Evapotranspiración de cultivo en mm/día

### 5.5.8. Tiempo de riego

El grado o intensidad de aplicación de agua por el aspersor

$$GA = \frac{Qur}{EP * EL}$$

Donde:

Ga: Grado de Aplicación mm/hr  
Qur: Caudal Unidad de Riego LPH  
EL: Espaciamiento entre unidades de riego sobre el lateral (m)  
EP: Espaciamiento entre líneas de riego sobre la tubería principal (m)



Es el tiempo necesario por unidad de riego para aplicar la lámina de agua requerida por el cultivo

$$TRur = \frac{Dt}{GA}$$

Donde:

TRur: Tiempo por Unidad de riego hr

Dt: Dosis Total mm

Ga: Grado de Aplicación mm/hr

Es el tiempo total de riego para aplicar la lámina de agua requerida por área del cultivo

$$TRt = TRur * \# \text{ Modulos Riego}$$

Siendo:

TRt: Tiempo Total de Riego hr

TRur: tiempo por unidad de riego hr

### 5.5.9. Elección del aspersor

Con los datos del catálogo se elige un aspersor que tenga las características adecuadas con una buena uniformidad de aplicación.

### 5.6. Diseño hidráulico

Para el diseño Hidráulico del sistema de Riego, se basó en la “*Metodología para Diseño de Riego a Presión*” del profesor/ingeniero Miguel German Cifuentes.

### 5.7. Metodología para instalación del sistema de riego

- Construcción de caseta de bombeo, instalación de unidad de bombeo y unidad de filtrado.
- Instalación de tubería principal y múltiple con los cabezales de campo requeridos.
- Instalación de laterales y emisores.



## 6. PRESENTACIÓN Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

### 6.1. Ubicación del proyecto

Este proyecto se realizara en la finca LAENCUERA, propiedad de INVERSIONES NOGUERA & MANRIQUE SAS. Ubicada en el municipio de Pivijay, departamento del Magdalena. La parcela destinada para la instalación del vivero de palma de aceite cuenta con un área de 10 ha a una altitud de 5 m.n.s.m. y se encuentra entre las coordenadas 1652700 - 1653450 m.N y 935550 - 936300 m.E.

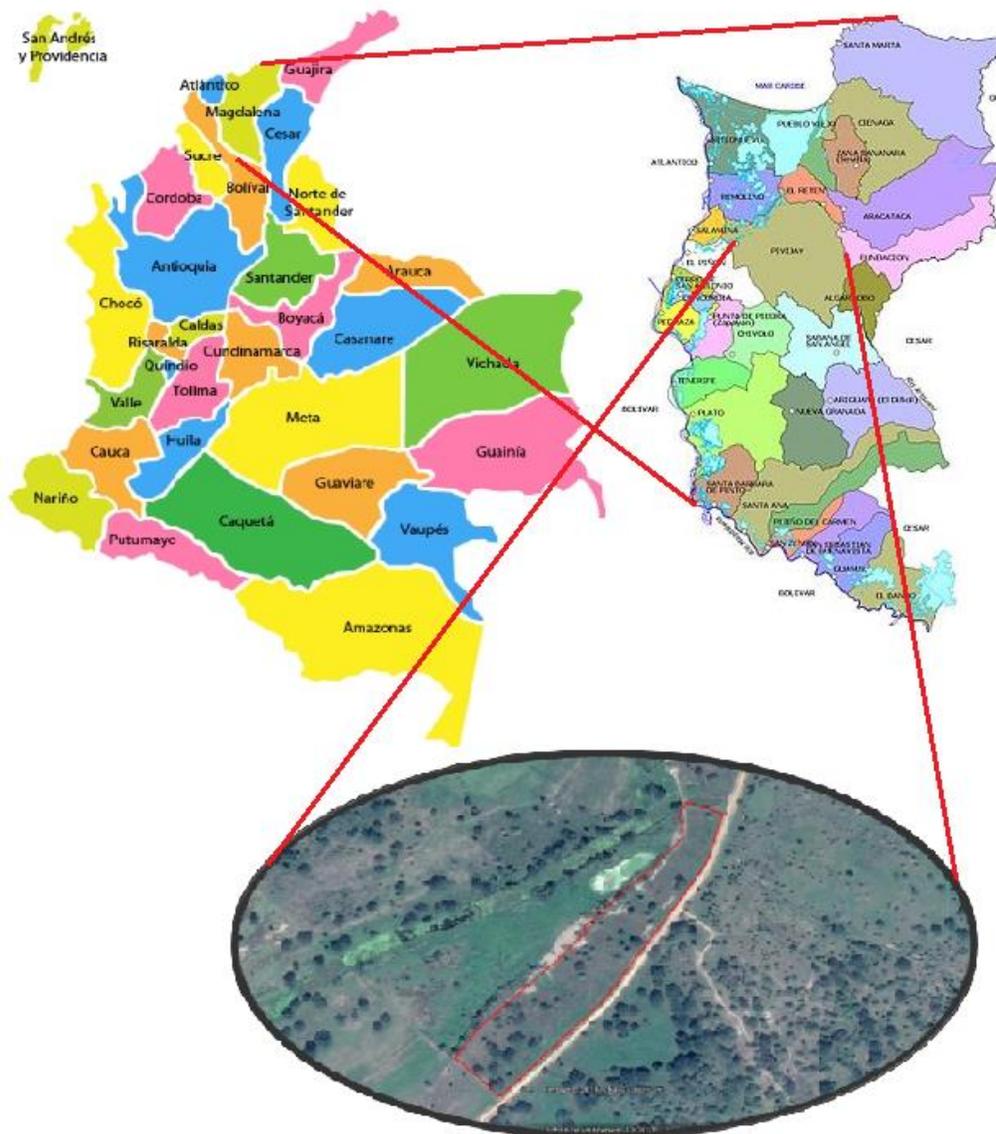


Imagen 1 Ubicación del predio.



El abastecimiento de agua para el riego del vivero, se realiza directamente del caño Julepe que pasa por el costado superior del lote, el cual se ubicó el punto de captación a 152 metros del vivero.

## 6.2. Características climáticas de la zona

En la zona las condiciones climáticas presenta épocas de verano intenso durante casi 8 meses cada año y la concentración de las lluvias es mayor en pocos meses siendo lluvias torrenciales y erosivas, que muestra una condición de déficit hídrico durante los meses secos indicando la necesidad de agua adicional mediante el riego, además es golpeado por el fenómeno natural de la niña y el niño.

Dentro del estudio climatológico la información climatológica y de evaporación se lleva el seguimiento mediante la estación instalada en el predio la encuera, la cual cuenta con un tanque evaporímetro tipo A y un pluviómetro Laurha.

- **Precipitación:** el registro pluviométrico nos indica que la zona tiene un régimen de pluviosidad bimodal presentando lluvias en los meses de abril y mayo y principalmente durante los meses de septiembre y octubre, con un promedio mensual 1487 mm. La tabla a continuación contiene la información pluviométrica desde el año 2004 hasta el año 2014.

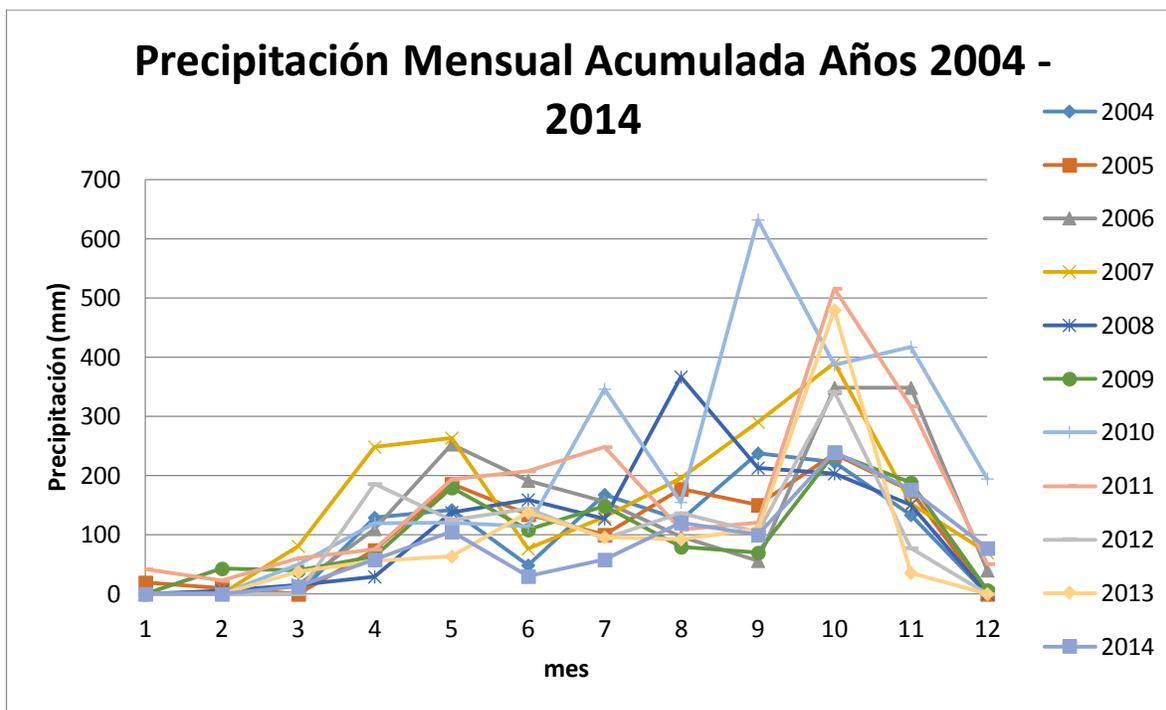
*Tabla 1 Registro de precipitación acumulada (mm) 2004-2014*

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
<b>2004</b>	0	0	0	129	142	48	168	125	238	223	133	0	1.206
<b>2005</b>	19	10	0	74	186	135	100	177	151	237	174	0	1.263
<b>2006</b>	0	0	15	110	253	191	156	97	56	349	349	40	1.616
<b>2007</b>	0	0	81	248	264	76	130	196	290	390	153	70	1.898
<b>2008</b>	0	5	15	29	138	159	127	367	213	203	151	0	1.407
<b>2009</b>	0	43	40	64	180	109	148	80	70	238	188	6	1.166
<b>2010</b>	0	0	50	119	120	114	346	155	633	387	417	195	2.536
<b>2011</b>	42	23	60	75	194	208	248	109	121	516	317	51	1.964
<b>2012</b>	0	0	0	186	125	144	94	137	104	342	77	0	1.209
<b>2013</b>	0	0	38	56	64	138	96	93	110	480	36	0	1.111
<b>2014</b>	0	0	13	58	105	30	58	120	100	240	176	77	977

Fuente: Base de datos Inversiones Noguera & Manrique S.A.S. Registro Pluviométrico, Formato 19



Grafico 1 Precipitación mensual acumulada, años 2004 al 2012



- **Evaporación:** los registros diarios del tanque evaporímetro tipo A nos indica que el mes crítico es el mes de marzo con aproximadamente 5 mm/día. La tabla a continuación contiene los datos de evaporación acumulada durante el periodo del 2014.

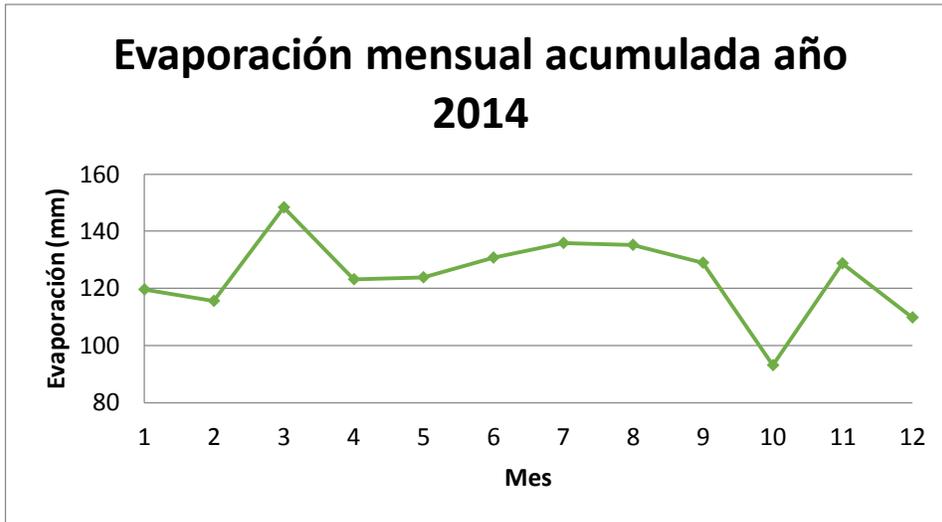
Tabla 2 Registros de evaporación mensual acumulada (mm) 2014.

Mes	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Evap.	119.	115.	148.	123.	123.8	130.8	135.7	135.0	129.0	92.99	128,	109.
Acum.	66	57	33	22	5	3	4	8	5		63	76

Fuente: Base de datos Inversiones Noguera & Manrique S.A.S. Registro Tanque Evaporímetro, Formato 37

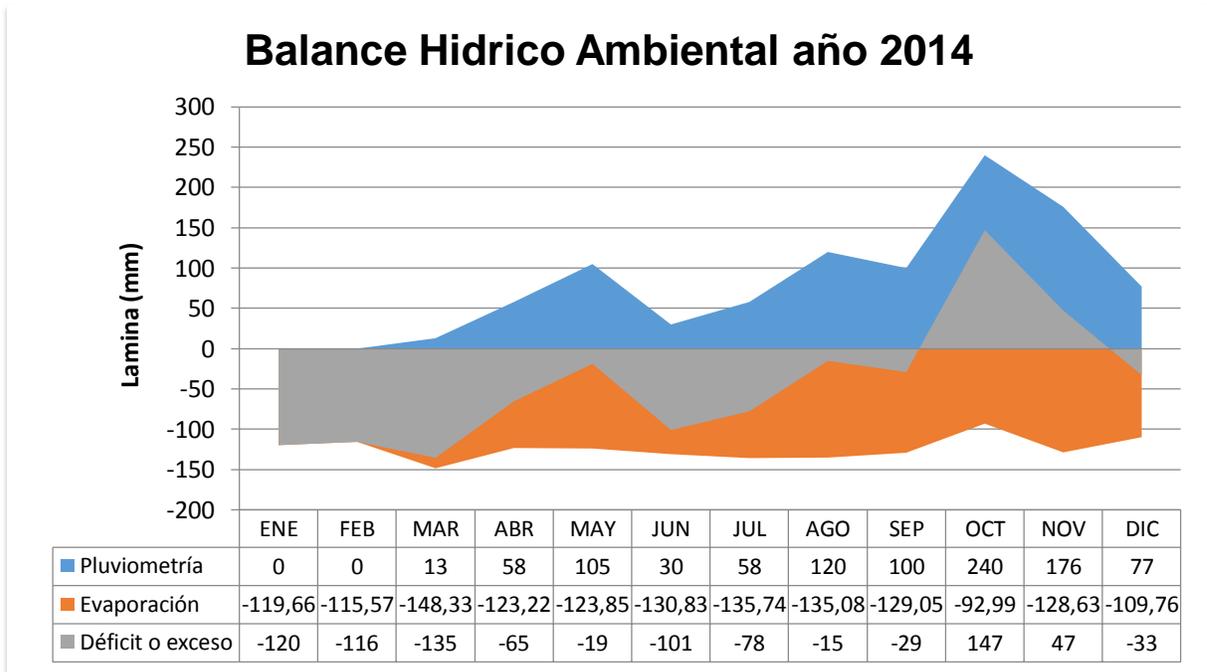


Grafico 2 Evaporación mensual acumulada, año 2014



- **Balance hídrico:** se realizó un análisis de oferta y demanda hidráulica ambiental del año 2014.

Grafico 3 Balance hídrico ambiental, año 2014



Como se observa en el grafico N3., en los meses de enero a agosto se hace necesaria la aplicación para complementar la precipitación, siendo el mes de marzo el más crítico o el mes de mayor consumo de agua donde el déficit



alcanza los 135 mm y evapotranspiración de Referencia diaria aproximada de 5 mm.

- **Evapotranspiración del cultivo:** El coeficiente del cultivo  $K_c$  utilizado el valor correspondiente a la etapa de desarrollo, en este caso 1.00 (Allen R., Pereira L., Raes D. y Smith M.FAO 2006). La evapotranspiración del cultivo respectivamente es:

$$\begin{aligned} Etc &= Eto * Kc \\ Etc &= 5.00 \text{ mm/día} * 1.00 \\ Etc &= 5.00 \text{ mm/día} \end{aligned}$$

### 6.3. Diseño agronómico.

Con los datos preliminares para el diseño se procedió a realizar el diseño agronómico (Anexo 7) con lo que se determinó una dosis neta de 307.9 m<sup>3</sup>/ha la cual al incorporar la eficiencia del 85% la aplicación asciende a una dosis total de 362.2 m<sup>3</sup>/ha.

Al analizar los registros de Evaporación se consideró el mes de marzo como el crítico con una evaporación de referencia de 5.00 mm/día, dando lugar a una Evapotranspiración para el vivero de palma de 5.00 mm/día, la frecuencia de riego se adaptó para suplir las necesidades hídricas diarias con una dosis total de 5.88 mm/día.

Se seleccionó un aspersor (Anexo 5) - Senninger Xcel Wobbler de 1/2" NPT (2.78 mm- Boq. De Alcance # 7 – Lima cuyo caudal es de 382 LPH en un marco de espaciamiento de 9 x 9 (Anexo 6 y 8) con un diámetro húmedo de 15.4 m y una presión de trabajo de 25 PSI.

Una vez elegido el aspersor se determinó la duración del riego el cual es de 1.2 horas por turno alcanzado la necesidad hídrica diaria de riego de 5.88 mm/día, el sistema se subdividió en 4 turnos de riego dando como resultado un tiempo total de riego de 5 horas.

### 6.4. Diseño hidráulico.

Una vez establecido el diseño agronómico se procedió hacer el diseño hidráulico del sistema. En el cálculo hidráulico se consideró las fórmulas de Hazzen-Williams por la facilidad de cálculos y comprobación al utilizarlas. (Anexo 9) De acuerdo con el diseño espacial del sistema se tiene que con un distanciamiento de 9 m X 9m. El



sistema cuenta con una totalidad de 1175 aspersores subdivididos de la siguiente forma turno 1- 251 aspersores, turno 2- 305 aspersores, turno 3- 292 aspersores y turno 4- 327 aspersores. La longitud del lateral es de 40.5 m con un caudal en el origen de lateral de 1.91 m<sup>3</sup>/h.

#### **6.4.1. Cálculo de lateral de riego**

Al elegir el diámetro de los laterales se consideró que las pérdidas de carga entre el primero y el último aspersor no deben ser mayores del 20% de la presión de trabajo del aspersor por lo que al hacer las respectivas comprobaciones de diámetros se tiene que con la tubería de ¾" predial PT 80 PSI se cumple tal condición. Además se tiene que la presión requerida en la entrada del lateral de riego es de 27.62 PSI para garantizar el buen funcionamiento de los aspersores en el lateral crítico. La muestra de cálculo se encuentra en el anexo 11.

#### **6.4.2. Cálculo de tubería múltiple**

La conexión del múltiple se realizó al 50% y de acuerdo con los cálculos realizados, se emplearon dos tuberías de PVC, el primer tramo de 3" RDE 51 con una longitud de 40.5 m y el segundo tramo de 2" RDE 41 con una longitud de 19.5 m. la presión requerida a la entrada del múltiple para que el sistema funcione de forma correcta es de 29.75 PSI. La muestra de cálculo se encuentra en el anexo 12.

#### **6.4.3. Cálculo de tubería de alimentación**

Para el diseño del diámetro de la tubería de alimentación se tomó en consideración que la velocidad ideal en tuberías debe estar por el orden de 0.5 – 2.5 m/seg con lo que de acuerdo al caudal a conducir de 56.52 m<sup>3</sup>/h se empleó la tubería de 4" RDE 51 con una presión de trabajo a la entrada de la tubería de alimentación de 40.93 PSI. La muestra de cálculo se encuentra en el anexo 13.

#### **6.4.4. Cálculo de tubería de principal**

Según los cálculos de diseño de la tubería principal (Anexo 14), se empleará tubería PVC de 6" RDE 51 la cual conduce un caudal de 126.07 m<sup>3</sup>/h a una velocidad de 1.7 m/s. Para el correcto funcionamiento del sistema de riego se requiere que a la entrada de la tubería principal se tenga como mínimo 44.54 PSI de presión.



#### 6.4.5. Selección de unidad de filtrado y pérdidas de presión

El sistema de filtrado seleccionado está compuesto 4 filtro ARKAL 3" leader instalados en paralelo, ya que cumple con los requerimientos de filtrado, a continuación se relacionan sus características técnicas:

- Elemento de filtrado altamente durable
- Libre de corrosión
- Totalmente en polipropileno
- Filtración precisa de anillos
- 141 GPM por filtro



*Imagen 2 Filtro ARKAL 3" leader*

Fuente: catálogo de filtros ARKAL



Tabla 3 Información técnica filtros ARKAL 3" leader

Información técnica

	METRICO	US
Diámetro de conexión	mm 90	in 3
Superficie de filtración	cm2 1900	in2 294
Volumen de filtración	cm3 2470	in3 150
Rango de presión	bar 10	psi 145
Temperatura máxima	°C 70	°F 158

Fuente: ficha técnica filtros ARKAL

La presión a la entrada del sistema de filtrado para el correcto funcionamiento del sistema debe ser de 49.35 PSI. La muestra de cálculo se encuentra en el (anexo 15).

6.4.6. Selección del inyector Venturi

Teniendo en cuenta el plan de fertilización, el volumen de solución nutritiva que debe ingresar al sistema de riego es de 45 L por turno de riego; para garantizar dicha demanda se selecciona la siguiente unidad de inyección Venturi:

Modelo N°	Tamaño/Tipo Entrada/Salida	Flujo por el Inyector		Flujo de succión		Relación de Caudales
		(gpm)	(lt/min)	(gph)	(lt/h)	
283	1/2" Hilo Ext.	0.5	1.9	6	22.7	1: 5.00
287	1/2" Hilo Ext.	0.9	3.4	8	30.3	1: 6.75
384	1/2" Hilo Ext.	2.1	7.9	10	37.9	1:12.96
484	1/2" Hilo Ext.	3.4	12.9	17	64.3	1:12.00
484-A	3/4" Hilo Ext.	3.4	12.9	17	64.3	1:12.00
584-C	1/2" Hilo Ext.	5.4	20.4	25	94.6	1:12.96
584	3/4" Hilo Ext.	5.4	20.4	25	94.6	1:12.96
878	1" Hilo Ext.	12	45.4	60	227.1	1:12.00
1078	1" Hilo Ext.	17	64.3	75	283.9	1:13.60
1583	1 1/2" Manguera	34	128.7	180	681.3	1:11.33
1583-A	1 1/2" Hilo Ext.	34	128.7	180	681.3	1:11.33
2081	2" Manguera	101	382.3	300	1135.5	1:20.20
2081-A	2" Hilo Ext.	101	382.3	300	1135.5	1:20.20
384-X	1/2" Hilo Ext.	2.1	7.9	35	132.5	1: 3.60
885-X	1" Hilo Ext.	12	45.4	140	529.9	1: 5.15
1585-X	1 1/2" Hilo Ext.	36	136.3	350	1324.8	1: 6.15
2083-B	2" Manguera	29	109.8	1130	4277.1	1: 1.55
2083-BA	2" Manguera	29	109.8	1130	4277.1	1: 1.55

(gpm = galones por minuto, gph = galones por hora, lt/min = litros/minuto, lt/h = litros/hora)

Imagen 3. Selección del inyector Venturi



Fuente: catálogo Mazzei de productos para la agricultura



Imagen 4. Inyector Venturi Mazzei

Fuente: catálogo Mazzei de productos para la agricultura

La tabla 5 muestra algunas características del sistema de inyección que se tuvieron en cuenta al momento de la instalación. La tabla de rendimientos del inyector se encuentra en los anexos (Anexo 6).

Tabla 4. Referencia inyector Venturi

Número de pieza	Entrada y salida	Puerto de succión	
		Lengüeta	Rosca
384 PP	1/2"	1/4"	1/4"

Fuente: catálogo Mazzei de productos para la agricultura

#### 6.4.7. Selección de unidad de bombeo

Según los resultados arrojados (Anexo 16) la bomba a emplear debe ser de 40 HP, la cual cumple perfectamente con los requisitos para el buen funcionamiento del sistema de riego; a continuación se muestra la referencia y características del sistema de bombeo instalado:



### Características:

- Bombas centrífugas de construcción monobloque y acople universal
- Voluta en hierro fundido
- Impulsores cerrados en hierro fundido
- Succión desde 2" hasta de 10"
- Descarga desde 1 1/2" hasta de 8"
- Motores eléctricos trifásicos con potencias desde 1,5 hp hasta 200,0 hp
- Presión: Hasta de 140 mca\*
- Caudal: Hasta de 4.200 gpm\*\*



\* mca = Metros columna de agua  
 \*\* gpm = Galones por minuto

*Imagen 5 Electro bomba GE 3B 400*

Fuente: catálogo de curva Barnes de Colombia 2014

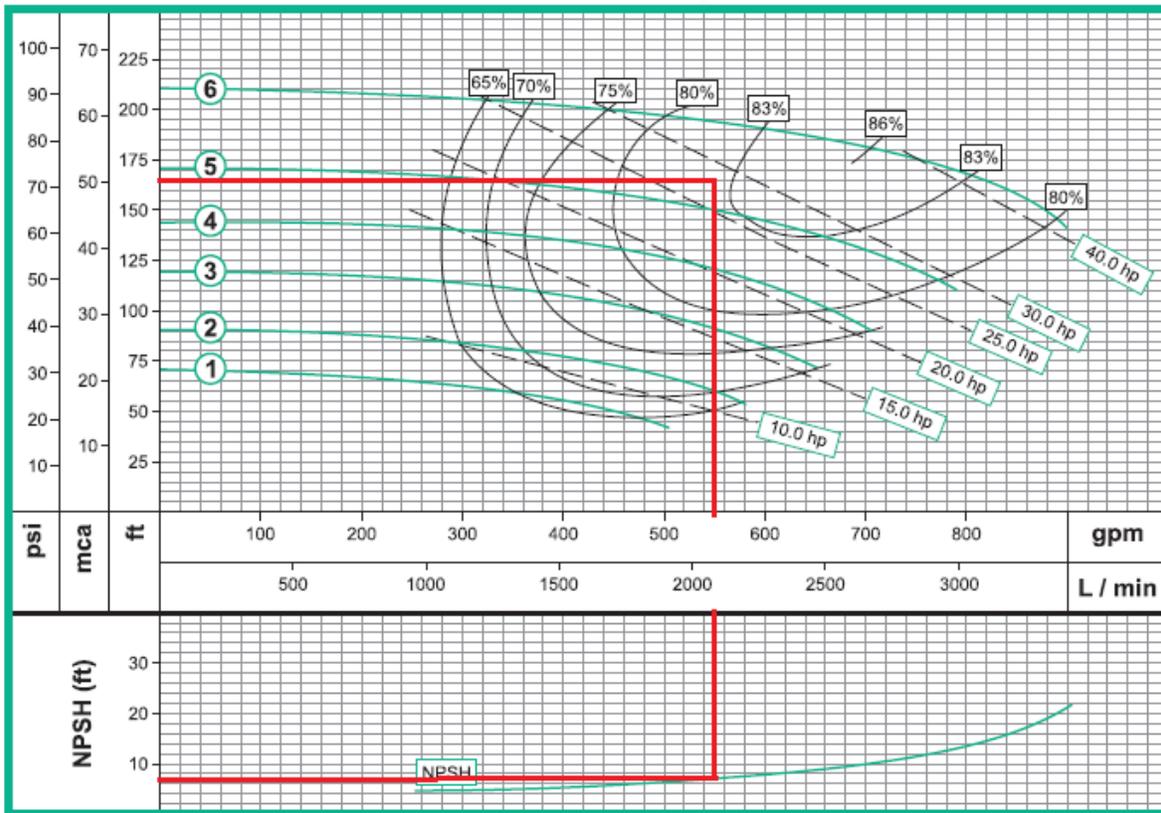
*Tabla 5 Sistema de bombeo*

SISTEMA DE BOMBEO					
<b>DATOS DE DISEÑO</b>	Q: GPM	550.1	UNIDAD DE BOMBEO	Referencia:	1B0038
	C.D.T: m	51.20		Modelo:	GE 3B 400
	Energía	Eléctrica		Versión:	GE
	HP:	40		θrotor:	7.1"
<b>MOTOR</b>	RPM:	3600	BOMBA	Conexión:	succión: 4"
	Conexión:	mono bloque		Eficiencia (%)	Descarga: 3"
	Operación:	eléctrico			82

FUENTE: Ing. Miguel Germán Cifuentes – MIGERCIPER



Grafico 4 Curva de la bomba según el fabricante



Fuente: catálogo de curva Barnes de Colombia 2014

## 6.5. Cantidades de obra

Tabla 6 Cantidad de obra

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
<b>1. UNIDAD DE BOMBEO</b>		
bomba centrifuga, CDT 73 psi, q 550 GPM succión 4" descarga 3"	unidad	1
Válvula de pie de 6" HELBERT serie 125	unidad	1
Brida VAN STONE para soldar 6"	unidad	9
Tubería 6" RDE 21	tubo(6m)	1
Codo de presión 90° 6"	unidad	2
Unión sencilla de presión de 6"	unidad	8
Reducción excéntrica de 6" x 4"	unidad	1
Ampliación concéntrica de 3" x 6"	unidad	1
Unión anti vibratoria "borrachas"	unidad	1
Collar dmerivación 6" x 2"	unidad	1



Válvula cheque cortina de hierro 6"	unidad	1
Válvula de mariposa 6"	unidad	1
Collar derivación 6" x 3/4"	unidad	1
Manómetro glicerina 0 - 100 psi	unidad	1

## 2. UNIDAD DE FILTRADO

Filtro ARKAL 3" leader	unidad	4
Inyector Venturi	unidad	1
válvula de bola 3"	unidad	6
Tubería de 3" RDE 21	tubo(6m)	1
Tee 6"	unidad	6
Codo de 90° 6"	unidad	4
Buje soldado de 6" x 4"	unidad	8
Buje soldado de 4" x 3"	unidad	8

## 3. TUBERÍA RIEGO

Tubería PVC 1/2" RDE 21	tubo(6m)	412
Tubería PVC 3/4" predial pt: 80 psi	tubo(6m)	1663
Tubería PVC 3" RDE 51	tubo(6m)	128
Tubería PVC 2" RDE 41	tubo(6m)	60
Tubería PVC 4" RDE 51	tubo(6m)	139
tubería PVC 6" RDE 51	tubo(6m)	47

## 4. ACCESORIOS

Tee presión 3/4"	unidad	934
Codo presión 90° 3/4"	unidad	241
Reducción de 3/4" x 1/2"	unidad	1175
Tee presión 3"	unidad	10
Codo de presión 45° 3"	unidad	10
Válvula de bola 3"	unidad	10
Tee presión 4"	unidad	10
Codo de presión 90° 4"	unidad	5
Tee presión 6"	unidad	1
Válvula de aire 2"	unidad	1
Codo de 45° de 6"	unidad	2
Codo de 45° 2"	unidad	18
Adaptador presión macho 2"	unidad	18
Tapón presión roscado 2"	unidad	18
Lubricante PVC	500 gr	3
Limpiador PVC	1/4 galón	3



Cemento solvente PVC	1/4 galón	15
Cinta teflón	rollo	10
<b>5. UNIDAD DE RIEGO</b>		
Xcel-wobbler 1/2" NPT (2.78 mm - lima boq. de alcance # 7)	Unidad	1200
<b>6. EXCAVACIÓN ZANJA TUBERIA PRINCIPAL Y LATERAL</b>		
Excavación con retroexcavadora	ml	2310
<b>7. TAPADO ZANJA TUBERIA PRINCIPAL Y LATERAL</b>		
Tapado con retroexcavadora	ml	2310
<b>8. INSTALACIÓN TUBERIA</b>		
Instalación tubería lateral 1/2"	ml	2469.6
Instalación tubería lateral 3/4"	ml	9979.2
Instalación tubería lateral 3"	ml	768.6
Instalación tubería lateral 2"	ml	541.8
Instalación tubería lateral 4"	ml	831.6
instalación tubería lateral 6"	ml	283.5

## 6.6. Presupuesto

*Tabla 7 Presupuesto*

DESCRIPCIÓN	UNID.	CANT	PRECIO UNITARIO	TOTAL
<b>1. UNIDAD DE BOMBEO</b>				
bomba centrífuga, CDT 73 psi, q 550 GPM succión 4" descarga 3"	Unid.	1	2.875.000	2.875.000
válvula de pie de 6" HELBERT serie 125	Unid.	1	582.000	582.000
brida VAN STONE para soldar 6"	Unid.	9	81.500	733.500
tubería 6" RDE 21	Unid.	1	261.800	261.800
codo de presión 90° 6"	Unid.	2	46.957	93.914
unión sencilla de presión de 6"	Unid.	8	37.473	299.782
reduccion excentrica de 6" x 4"	Unid.	1	39.989	39.989
ampliacion concentrica de 3" x 6"	Unid.	1	38.103	38.103



union antivibratoria "borrachas"	Unid.	1	258.500	258.500
collar derivacion 6" x 2"	Unid.	1	46.500	46.500
valvula cheque cortina de hierro 6"	Unid.	1	1.249.300	1.249.300
valvula de mariposa 6"	Unid.	1	208.600	208.600
collar derivacion 6" x 3/4"	Unid.	1	16.936	16.936
manometro glicerina 0 - 100 psi	Unid.	1	35.000	35.000

## 2. UNIDAD DE FILTRADO

filtro ARKAL 3" leader	Unid.	4	623.000	2.492.000
Inyector Venturi	Unid.	1	180000	180000
valvula de bola 3"	Unid.	6	64.000	384.000
tuberia de 3" RDE 21	Unid.	1	103.763	103.763
tee 6"	Unid.	6	184.482	1.106.892
codo de 90° 6"	Unid.	4	117.393	469.572
buje soldado de 6" x 4"	Unid.	8	55.547	444.376
buje soldado de 4" x 3"	Unid.	8	24.400	195.200

## 3. TUBERIA RIEGO

tuberia pvc 1/2" RDE 21	Unid.	412	6.720	2.765.952
tuberia pvc 3/4" predial pt: 80 psi	Unid.	1663	4.489	7.466.271
tuberia pvc 3" RDE 51	Unid.	128	23.726	3.039.275
tuberia pvc 2" RDE 41	Unid.	60	19.417	1.164.996
tuberia pvc 4" RDE 51	Unid.	139	38.613	5.351.720
tuberia pvc 6" RDE 51	Unid.	47	115.416	5.453.406

## 4. ACCESORIOS

tee presion 3/4"	Unid.	934	438	408.718.40
codo presion 90° 3/4"	Unid.	241	314	75.674.00
reduccion de 3/4" x 1/2"	Unid.	1175	190	223.250.00
tee presion 3"	Unid.	10	17.440	174.404.00
codo de presion 45° 3"	Unid.	10	12.762	127.616.00
valvula de bola 3"	Unid.	10	25.600	256.000.00
tee presion 4"		10	38.058	380.576.00
codo de presion 90° 4"	Unid.	5	29.250	146.248.00
tee presion 6"	Unid.	1	73.793	73.792.80
valvula de aire 2"	Unid.	1	110.000	110.000.00
codo de 45° de 6"	Unid.	2	54.077	108.154.40
codo de 45° 2"	Unid.	18	3.964	71.359.20
adaptador presion macho 2"	Unid.	18	1.807	32.529.60
tapon presion roscado 2"	Unid.	18	2.451	44.121.60
lubricante pvc	500 gr	3	6.300	18.900.00



limpiador pvc	galón	3	15.032	45.096.00
cemento solvente pvc	galón	15	31.200	468.000.00
cinta teflon	rollo	10	500	5.000.00

#### 5. UNIDAD DE RIEGO

xcel-wobbler 1/2" NPT (2.78 mm - lima boq. de alcance # 7)	Unid.	1200	10.000	12.000.000
--	-------	------	--------	------------

#### 6. EXCAVACION ZANJA TUBERIA PRINCIPAL Y LATERAL

excavacion con retroexcavadora	ml	2310	312	721.410.32
--------------------------------	----	------	-----	------------

#### 7. TAPADO ZANJA TUBERIA PRINCIPAL Y LATERAL

tapado con retroexcavadora	ml	2310	250	577.128.26
----------------------------	----	------	-----	------------

#### 8. INSTALACION TUBERIA

instalacion tuberia lateral 1/2"	ml	2469	211	520.301.26
instalacion tuberia lateral 3/4"	ml	9979	211	2.102.441.81
instalacion tuberia lateral 3"	ml	768	590	453.405.38
instalacion tuberia lateral 2"	ml	360	328	117.982.14
instalacion tuberia lateral 4"	ml	831	819	681.346.88
instalacion tuberia lateral 6"	ml	283	1053	298.642.30

**TOTAL DISEÑO DE RIEGO POR ASPERSION SIN IVA** 57.598.446.86

**TOTAL DISEÑO DE RIEGO POR ASPERSION IVA 16%** 66.814.298.36

**TOTAL DISEÑO DE RIEGO POR ASPERSION X HA** 6.681.419.84

---



## 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

### 7.1. Conclusiones.

- El suelo de la finca es de textura franco, la capacidad de campo es del orden del 22.93% el punto de marchitez permanente es de 8.12 % y la densidad aparente es de 1,54 gr/cm<sup>3</sup>.
- El área regable a la que se le implemento el sistema de riego por aspersión es de 10 Ha de vivero. la misma que necesita una lámina de riego diaria de 5.88 mm.
- El riego se hará con el aspersor Xcel-Wobbler 1/2" NPT (2.78 mm - lima Boq. De Alcance # 7) cuyo caudal es de 382 LPH que de acuerdo al diseño de distribución de riego, funcionará de manera individual con 4 módulos de riego, con un tiempo necesario de 1.2 horas por modulo, es decir 5 horas para el riego total del área instalada.
- El sistema de bombeo es de 40 HP, entrega un caudal de 125 m<sup>3</sup>/h (34.7 lit/seg). Ejecutando a una eficiencia del orden del 82 %.
- El sistema de filtrado cuenta con 4 filtros ARKAL 3" leader de con capacidad de filtrado de 32 m<sup>3</sup>/h cada filtro instalados en paralelo para un total de filtrado 125 m<sup>3</sup>/h
- La inversión inicial para comprar el material e instalar el sistema de riego por aspersión es de \$ 66.814.298.36 COP
- El sistema de riego por aspersión instalado es práctico y eficiente por cuanto puede ser operado por una sola persona ahorrando mano de obra.
- El uso de tecnologías apropiadas y aplicadas oportunamente se refleja en la producción de plantas de calidad en previvero y vivero, creando confianza en el productor al llevarla a establecer en campo.
- La transferencia de tecnología hacia los productores del buen uso del agua crea conocimientos, habilidades y destrezas en el manejo de las buenas prácticas agrícolas en la producción de plántulas y plantas en previvero y vivero de palma de aceite.



## 7.2. Recomendaciones.

- Se deben efectuar los turnos de riego de acuerdo a la lámina y frecuencia de riegos calculados en este proyecto.
- Capacitar al personal que va ejecutar el sistema de riego.
- Efectuar mantenimientos periódicos y permanentes en el sistema de riego.
- Realizar periódicamente la limpieza de los aspersores para evitar la obstrucción de las boquillas distribuidores del agua.
- Tener la precaución, que antes de encender la bomba, se debe abrir un módulo de riego para evitar la rotura de la tubería y/o accesorios.
- Ejecutar investigaciones referentes a la evaluación del sistema de riego y bombeo, para verificar su eficiencia en el aprovechamiento del agua en el cultivo establecido.
- Es necesario que se promueva la instalación de este tipo de sistemas de riego por aspersión para optimizar el recurso hídrico y la mejora socioeconómica que conlleva la instalación de este tipo de sistemas.



## 8. BIBLIOGRAFIA

Rueda-Zarate A, Pacheco P. (2015) Políticas Mercado y modelos de producción: un análisis de la situación y desafíos del sector palmicultor Colombiano. Bogor, Indonesia: CIFOR.

Martinez M. (2013). Tecnologías para el uso sostenible del agua: una contribución a la seguridad alimentaria y la adaptación al cambio climático. Tegucigalpa, M.D.C, Honduras.

Meyes, M. (2007). Experiencias y resultados de Riego en Palma de Aceite en Centroamerica. Palmas Vol. 28, Tomo 1

Mejia, Munevar, Rengifo, Lascano. (2006). Frecuencia de riego por aspersión: Evaluación agronómica en un cultivo joven de palma de aceite en Colombia. Palmas Vol. 27 Tomo 1.

Fedepalma. (2005). Anuario estadístico 2005. La agroindustria de la palma de aceite en Colombia y en el mundo. 2000-2004. Bogota.

Fedepalma. (1998). Censo nacional de palma de aceite. Colombia 1997-1998. Federacion Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite. Bogota.

Fuentes J. (2003) Técnicas de Riego. Cuarta edición. Ministerio de Agricultura y Pesca. Mundi-prensa. Madrid-España

Fuentes, J. 2000. Técnicas de Riego. Cuarta edición. Ministerio de Agricultura y pesca. España ed. Por Mundi-prensa. 235-279 p.

Construmática 2011. Densidad aparente. Contrupedia, enciclopedia construcción. Consultado AGOS-10-2015. Disponible en la web [http://www.construmatica.com/construpedia/Densidad\\_Aparente](http://www.construmatica.com/construpedia/Densidad_Aparente).

Cifuentes P, Miguel German. Metodología Didáctica para el Diseño y Evaluación Hidráulica Del Riego a Presión [Documento en Digital]. Disponible en: Medio Digital, Formato .Excel. [Utilizada: 10-01-2015]



## ANEXOS

### Anexos 1. Registros fotográficos



*Imagen 6. Fuente de abastecimiento caño Julepe*



*Imagen 7. Caseta de bombeo*





*Imagen 8. Instalacion del sistema de bombeo*



*Imagen 9. Instalacion de la tuberia principal*





*Imagen 10. Instalacion de la tubería de alimentación*



*Imagen 11. Instalacion del múltiple y el lateral*





*Imagen 12. instalacion de Aspersores*



*Imagen 13. etapa inicial del Pre vivero*



*Imagen 14. Pre vivero con dos meses de edad*





*Imagen 15. Vivero de palma de aceite*



Anexos 2. Registros de evaporación tanque tipo A 2014.

**INVERSIONES NOGUERA & MANRRIQUE S.A.S.**

**FORMA 37: Registro tanque evaporimetro AÑO: 2014**

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGOS	SEP	OCT	NOV	DIC
1	3.64 mm	2.73 mm	6.37 mm	5.46 mm	1.82 mm	3.64 mm	5.46 mm	4.55 mm	5.17 mm	6.37 mm	5.46 mm	3.64 mm
2	3.64 mm	2.73 mm	5.46 mm	6.37 mm	2.73 mm	4.55 mm	4.55 mm	4.55 mm	5.46 mm	4.55 mm	6.37 mm	2.73 mm
3	1.82 mm	4.55 mm	4.55 mm	6.37 mm	2.73 mm	3.64 mm	5.46 mm	4.55 mm	5.42 mm	2.44 mm	6.46 mm	1.82 mm
4	3.64 mm	4.55 mm	3.64 mm	5.46 mm	4.55 mm	2.88 mm	5.46 mm	4.55 mm	4.64 mm	2.73 mm	3.64 mm	4.55 mm
5	3.64 mm	3.64 mm	5.46 mm	5.46 mm	4.55 mm	4.82 mm	5.46 mm	4.55 mm	4.55 mm	2.73 mm	2.73 mm	1.82 mm
6	5.46 mm	4.55 mm	5.46 mm	4.55 mm	4.55 mm	2.73 mm	4.55 mm	4.55 mm	3.64 mm	3.64 mm	3.64 mm	2.54 mm
7	3.64 mm	5.46 mm	6.37 mm	6.37 mm	4.55 mm	3.64 mm	4.55 mm	4.82 mm	3.64 mm	6.27 mm	2.73 mm	0.91 mm
8	4.55 mm	3.64 mm	6.37 mm	6.37 mm	5.46 mm	1.19 mm	4.55 mm	3.64 mm	4.55 mm	4.91 mm	5.46 mm	1.82 mm
9	3.64 mm	3.64 mm	4.55 mm	6.37 mm	5.46 mm	1.82 mm	3.64 mm	3.64 mm	5.64 mm	0.91 mm	8.37 mm	2.73 mm
10	4.55 mm	3.64 mm	3.64 mm	3.64 mm	6.37 mm	2.73 mm	3.64 mm	1.82 mm	4.08 mm	0.91 mm	0.81 mm	1.82 mm
11	5.46 mm	3.64 mm	3.64 mm	3.64 mm	5.46 mm	3.64 mm	4.55 mm	1.82 mm	5.80 mm	0.91 mm	3.64 mm	4.09 mm
12	4.55 mm	3.64 mm	5.46 mm	4.27 mm	4.55 mm	4.55 mm	2.73 mm	5.46 mm	3.64 mm	1.82 mm	3.64 mm	4.55 mm
13	3.64 mm	4.55 mm	4.55 mm	4.55 mm	3.64 mm	4.55 mm	4.55 mm	5.55 mm	3.64 mm	1.63 mm	3.73 mm	6.37 mm
14	4.55 mm	3.64 mm	4.55 mm	3.64 mm	3.64 mm	4.55 mm	4.55 mm	4.55 mm	3.73 mm	2.73 mm	3.73 mm	#####
15	5.46 mm	4.55 mm	5.46 mm	1.60 mm	1.82 mm	4.55 mm	4.55 mm	4.55 mm	3.64 mm	0.18 mm	#####	2.73 mm
16	2.73 mm	4.55 mm	5.46 mm	4.64 mm	3.64 mm	4.55 mm	4.55 mm	4.55 mm	4.55 mm	3.64 mm	#####	2.73 mm
17	3.64 mm	3.64 mm	5.46 mm	5.46 mm	3.64 mm	5.46 mm	4.55 mm	3.73 mm	3.64 mm	1.36 mm	#####	1.82 mm
18	4.55 mm	2.73 mm	5.46 mm	2.73 mm	3.73 mm	5.46 mm	2.80 mm	3.64 mm	2.73 mm	0.91 mm	5.35 mm	1.82 mm
19	3.64 mm	4.55 mm	6.37 mm	1.90 mm	3.64 mm	5.46 mm	2.73 mm	3.64 mm	3.64 mm	3.64 mm	0.09 mm	1.82 mm



20	3.64 mm	4.55 mm	5.46 mm	1.82 mm	3.64 mm	5.46 mm	3.64 mm	5.46 mm	3.91 mm	1.09 mm	2.73 mm	4.55 mm
21	1.82 mm	3.64 mm	3.64 mm	2.73 mm	3.64 mm	4.55 mm	2.73 mm	5.46 mm	4.55 mm	3.64 mm	2.36 mm	3.64 mm
22	3.64 mm	4.55 mm	5.46 mm	3.64 mm	3.64 mm	4.55 mm	2.91 mm	5.43 mm	4.55 mm	3.64 mm	3.64 mm	2.73 mm
23	3.64 mm	3.64 mm	4.55 mm	4.72 mm	3.64 mm	5.46 mm	1.91 mm	6.37 mm	3.17 mm	3.17 mm	3.64 mm	3.64 mm
24	5.46 mm	4.55 mm	4.55 mm	2.73 mm	4.55 mm	5.46 mm	3.64 mm	2.82 mm	3.64 mm	5.61 mm	0.91 mm	3.64 mm
25	6.37 mm	1.82 mm	3.64 mm	3.45 mm	4.55 mm	5.46 mm	5.46 mm	2.00 mm	3.64 mm	1.82 mm	0.91 mm	3.64 mm
26	0.91 mm	5.46 mm	2.73 mm	2.73 mm	4.55 mm	4.55 mm	5.46 mm	4.55 mm	3.64 mm	3.73 mm	3.73 mm	3.64 mm
27	5.00 mm	6.37 mm	2.73 mm	3.64 mm	4.55 mm	4.55 mm	6.37 mm	4.55 mm	3.64 mm	3.73 mm	2.73 mm	4.55 mm
28	2.73 mm	6.37 mm	3.64 mm	3.64 mm	3.64 mm	5.46 mm	5.46 mm	4.27 mm	5.46 mm	2.73 mm	4.55 mm	3.64 mm
29	3.64 mm		4.55 mm	2.73 mm	3.64 mm	5.46 mm	5.46 mm	5.46 mm	4.52 mm	5.46 mm	1.82 mm	4.55 mm
30	3.64 mm		4.55 mm	2.54 mm	3.64 mm	5.46 mm	5.27 mm	4.54 mm	6.53 mm	1.45 mm	2.73 mm	4.55 mm
<b>31</b>	<b>2.73 mm</b>		<b>4.55 mm</b>		<b>3.64 mm</b>		<b>4.55 mm</b>	<b>5.46 mm</b>		<b>4.64 mm</b>		<b>4.55 mm</b>
<b>total</b>	<b>119.66</b>	<b>115.57</b>	<b>148.33</b>	<b>123.22</b>	<b>123.85</b>	<b>130.83</b>	<b>135.74</b>	<b>135.08</b>	<b>129.05</b>	<b>92.99</b>	<b>128.63</b>	<b>109.76</b>



### Anexos 3. Resultados de análisis de suelos



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA - SEDE MEDELLÍN  
FACULTAD DE CIENCIAS  
ESCUELA DE GEOCIENCIAS

LABORATORIO DE FÍSICA Y CONSERVACIÓN DE SUELOS  
A.A. 3840 | Tels. 430 98 28 - 430 9317

Nombre:	Inversiones Noguera & Manrique S.A.S.		
Dirección:			
Fecha recibida:	28/09/2014	Fecha de entrega:	28/10/2014

#### LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN

Departamento:	Magdalena	Municipio:	Pivijay
Vereda:		Fincas:	Laenciana
Lote:		Área (ha):	
Relieve:		Profundidad (cm):	
Precipitación:		Pendiente (%):	
Uso actual:		Altura (m.a.s.n.m.):	
		Temperatura (°C):	

#### TEXTURA

Número de análisis	Nombre de la muestra	Textura
AP2319	No. 1	F

#### RETENCIÓN DE HUMEDAD

Presión (bar)	Número de análisis	Nombre de la muestra	Humedad (%) gravimétrica con base a suelo seco
0,3	AP2319	No. 1	22,23
15	AP2319	No. 1	8,12

#### DENSIDAD APARENTE (CILINDRO)

MUESTRA	CODIGO LABORATORIO FÍSICA DE SUELO	DENSIDAD APARENTE g/cm <sup>3</sup>
No. 1	AP2319	1,54

Análisis: Juan Esteban Correa Icheverry  
Químico

Director de Laboratorio: Ramiro Ramírez P.  
Ingeniero Agrónomo M.Sc., Ph.D



Anexos 4. Características de aspersor Xcel-Wobbler

## Xcel-Wobbler® (Wobblers)



Angulo Alto

El Xcel-Wobbler de Senninger aumenta al máximo la superficie de cobertura. Su exclusiva acción rotativa oscilante produce una cobertura sumamente uniforme, a bajas presiones y con una pérdida muy baja por evaporación.

**CARACTERÍSTICAS:**

- El diseño de contrabalanceo produce un desempeño suave y estable
- Una sola parte móvil, para mayor vida útil
- Tamaños de entradas M de 3/4" ó 1/2" NPT
- Caudales: 0.78 a 6.97 gpm (177 a 1583 L/hr)
- Baja deriva por viento y baja pérdida por evaporación a bajas presiones
- Garantía de dos años en materiales, mano de obra y desempeño
- Boquillas codificadas por color para fácil identificación de tamaño y con garantía de mantener el diámetro correcto de orificio por cinco años.



Angulo Medio



El Xcel-Wobbler proporciona una máxima superficie de cobertura en aspersiones subfoliares y aspersiones foliares en viveros.



### Anexos 5. Xcel-Wobbler 1/2" NPT (2.78 mm - lima Boq. De Alcance # 7)

Presión en la base del aspersor (psi)					(bar)				
	10	15	20	25	0.69	1.03	1.38	1.72	
<b>Boquilla #6 - Dorada (3/32")</b>					<b>Boquilla #6 - Dorada (2.38mm)</b>				
Caudal(gpm)	0.78	0.95	1.10	1.23	Caudal(L/hr)	177	216	250	279
HA Diám. a 1.5' alt (pies)	36.5	41.0	45.0	46.0	HA Diám. a 0.46m alt (m)	11.1	12.5	13.7	14.0
MA Diám. a 1.5' alt (pies)	32.0	35.0	38.5	41.0	MA Diám. a 0.46m alt (m)	9.8	10.7	11.7	12.5
<b>Boquilla #7 - Lima (7/64")</b>					<b>Boquilla #7 - Lima (2.78mm)</b>				
Caudal(gpm)	1.06	1.30	1.50	1.68	Caudal(L/hr)	241	295	341	382
HA Diám. a 1.5' alt (pies)	40.0	46.5	47.0	50.5	HA Diám. a 0.46m alt (m)	12.2	14.2	14.3	15.4
MA Diám. a 1.5' alt (pies)	33.0	36.5	40.5	41.0	MA Diám. a 0.46m alt (m)	10.1	11.1	12.4	12.5
<b>Boquilla #8 - Lavanda (1/8")</b>					<b>Boquilla #8 - Lavanda (3.18mm)</b>				
Caudal(gpm)	1.40	1.71	1.98	2.21	Caudal(L/hr)	318	388	450	502
HA Diám. a 1.5' alt (pies)	42.0	46.5	47.0	51.5	HA Diám. a 0.46m alt (m)	12.8	14.2	14.3	15.7
MA Diám. a 1.5' alt (pies)	34.0	38.5	41.0	42.5	MA Diám. a 0.46m alt (m)	10.4	11.7	12.5	13.0
<b>Boquilla #9 - Gris (9/64")</b>					<b>Boquilla #9 - Gris (3.57mm)</b>				
Caudal(gpm)	1.80	2.20	2.54	2.84	Caudal(L/hr)	409	500	577	645
HA Diám. a 1.5' alt (pies)	44.0	47.0	50.5	52.5	HA Diám. a 0.46m alt (m)	13.4	14.3	15.4	16.0
MA Diám. a 1.5' alt (pies)	34.5	40.5	42.0	43.0	MA Diám. a 0.46m alt (m)	10.5	12.4	12.8	13.1
<b>Boquilla #10 - Turquesa (5/32")</b>					<b>Boquilla #10 - Turquesa (3.97mm)</b>				
Caudal(gpm)	2.22	2.72	3.14	3.51	Caudal(L/hr)	504	618	713	797
HA Diám. a 1.5' alt (pies)	44.5	49.0	50.5	53.5	HA Diám. a 0.46m alt (m)	13.6	14.9	15.4	16.3
MA Diám. a 1.5' alt (pies)	36.0	41.0	42.5	44.0	MA Diám. a 0.46m alt (m)	11.0	12.5	13.0	13.4
<b>Boquilla #11 - Amarilla (11/64")</b>					<b>Boquilla #11 - Amarilla (4.37mm)</b>				
Caudal(gpm)	2.69	3.30	3.81	4.26	Caudal(L/hr)	611	749	865	968
HA Diám. a 1.5' alt (pies)	44.5	50.5	51.5	54.0	HA Diám. a 0.46m alt (m)	13.6	15.4	15.7	16.5
MA Diám. a 1.5' alt (pies)	36.0	41.5	43.0	44.0	MA Diám. a 0.46m alt (m)	11.0	12.7	13.1	13.4
<b>Boquilla #12 - Roja (3/16")</b>					<b>Boquilla #12 - Roja (4.76mm)</b>				
Caudal(gpm)	3.23	3.96	4.57	5.11	Caudal(L/hr)	734	899	1038	1161
HA Diám. a 1.5' alt (pies)	46.0	50.5	52.0	54.5	HA Diám. a 0.46m alt (m)	14.0	15.4	15.9	16.6
MA Diám. a 1.5' alt (pies)	36.5	41.5	44.5	44.5	MA Diám. a 0.46m alt (m)	11.1	12.7	13.6	13.6
<b>Boquilla #13 - Blanca (13/64")</b>					<b>Boquilla #13 - Blanca (5.16mm)</b>				
Caudal(gpm)	3.80	4.65	5.38	6.01	Caudal(L/hr)	863	1056	1222	1365
HA Diám. a 1.5' alt (pies)	46.5	51.0	52.5	55.5	HA Diám. a 0.46m alt (m)	14.2	15.6	16.0	16.9
MA Diám. a 1.5' alt (pies)	36.5	41.5	44.5	45.0	MA Diám. a 0.46m alt (m)	11.1	12.7	13.6	13.7
<b>#14 Nozzle - Blue (7/32")</b>					<b>Boquilla #14 - Azul (5.56mm)</b>				
Caudal(gpm)	4.40	5.39	6.23	6.97	Caudal(L/hr)	999	1224	1415	1583
HA Diám. a 1.5' alt (pies)	47.0	51.0	53.0	55.5	HA Diám. a 0.46m alt (m)	14.3	15.6	16.2	16.9
MA Diám. a 1.5' alt (pies)	37.0	42.5	45.0	46.5	MA Diám. a 0.46m alt (m)	11.3	13.0	13.7	14.2

El desempeño de los aspersores puede variar en condiciones reales de campo. Hay disponibles otros tamaños de boquillas; consultar a fábrica para datos específicos de desempeño. Las alturas de los chorros varían entre 2.5 y 5.5 pies (0.8 a 1.7 m) por encima de la boquilla, dependiendo de la presión y del tamaño de la boquilla. La altura mínima recomendada para los elevadores es de 1.5 pies (0.46 m).



## Anexos 6. Espaciamiento del aspersor en cuadro

Angulo amplio a 25 psi y 18" [45cm] de altura

Boquilla #	Espaciamiento cuadrado [pies]	CU [m]	CU %	SC	Tasa de aplicación [in/hr]	Tasa de aplicación [mm/hr]
6	30x30	9.15 x 9.15	85	1.5	0.13	3.30
7	30x30	9.15 x 9.15	91	1.3	0.18	4.57
8	30x30	9.15 x 9.15	91	1.2	0.24	6.10
9	30x30	9.15 x 9.15	88	1.3	0.30	7.62
10	30x30	9.15 x 9.15	90	1.3	0.38	9.65
11	30x30	9.15 x 9.15	88	1.4	0.46	11.68
12	30x30	9.15 x 9.15	87	1.3	0.55	14.00
13	30x30	9.15 x 9.15	86	1.4	0.64	16.26
14	30x30	9.15 x 9.15	85	1.5	0.75	19.05
6	25x25	7.62 x 7.62	87	1.3	0.19	4.83
7	25x25	7.62 x 7.62	87	1.3	0.26	6.60
8	25x25	7.62 x 7.62	88	1.3	0.34	8.64
9	25x25	7.62 x 7.62	86	1.5	0.44	11.18
10	25x25	7.62 x 7.62	87	1.3	0.54	13.72
11	25x25	7.62 x 7.62	86	1.3	0.66	16.76
12	25x25	7.62 x 7.62	85	1.4	0.79	17.78
13	25x25	7.62 x 7.62	84	1.3	0.93	23.62
14	25x25	7.62 x 7.62	84	1.4	1.07	27.18

Angulo medio a 25 psi y 18" [45cm] de altura

Boquilla #	Espaciamiento cuadrado [pies]	CU [m]	CU %	SC	Tasa de aplicación [in/hr]	Tasa de aplicación [mm/hr]
6	25x25	7.62 x 7.62	80	1.6	0.19	4.83
7	25x25	7.62 x 7.62	85	1.5	0.26	6.60
8	25x25	7.62 x 7.62	84	1.3	0.34	8.89
9	25x25	7.62 x 7.62	85	1.3	0.44	11.18
10	25x25	7.62 x 7.62	85	1.3	0.54	13.72
11	25x25	7.62 x 7.62	85	1.3	0.66	16.76
12	25x25	7.62 x 7.62	83	1.3	0.79	20.07
13	25x25	7.62 x 7.62	83	1.2	0.93	23.62
14	25x25	7.62 x 7.62	84	1.2	1.07	27.18
6	20x20	6.10 x 6.10	78	1.7	0.30	7.62
7	20x20	6.10 x 6.10	82	1.5	0.40	10.16
8	20x20	6.10 x 6.10	82	1.5	0.53	13.46
9	20x20	6.10 x 6.10	83	1.6	0.68	17.27
10	20x20	6.10 x 6.10	85	1.5	0.85	21.59
11	20x20	6.10 x 6.10	85	1.6	1.03	26.16
12	20x20	6.10 x 6.10	85	1.6	1.23	31.24
13	20x20	6.10 x 6.10	86	1.5	1.45	36.83
14	20x20	6.10 x 6.10	87	1.5	1.68	42.67



Anexos 7. Diseño agronómico memorias de cálculo

**REQUERIMIENTO PARA CULTIVO DE PALMA DE ACEITE**

Umbral de Riego o Nivel de Agotamiento	50 %	Caudal UR (LPS)	0.106111111
Profundidad Efectiva	270 mm	CAUDAL UR (LPH)	382
Capacidad de Campo	22.93 %	# Posiciones	1175
Densidad Aparente	1.54 gr/cm <sup>3</sup>	# Aspersores	327
Punto de marchitez permanente	8.12 %	EP (m)	9
Eficiencia de Sistema de Riego	85 %	EL (m)	9
Lamina Neta	30.79 mm	Area de Aplicacion UR	81
Lamina Bruta	36.22 mm	Total de Turnos de Riego	4

Caudal UR (LPH)	Area de Aplicacion UR	Intensidad Aplicación UR (mm/hr)	UC (mm/dia)	FR (dias)
382	81.00	4.72	5.0	6.2

Tiempo de Riego por turno (hr)	Tiempo Total de Riego (hr)	Jornada de Riego (hr)	Tiempo Total de Riego (Dias)	Chequeo (Tiempo total de riego < FR)
7.68	30.7	12	2.6	SI

ADAPTANDO LA FRECUENCIA DE RIEGO PARA

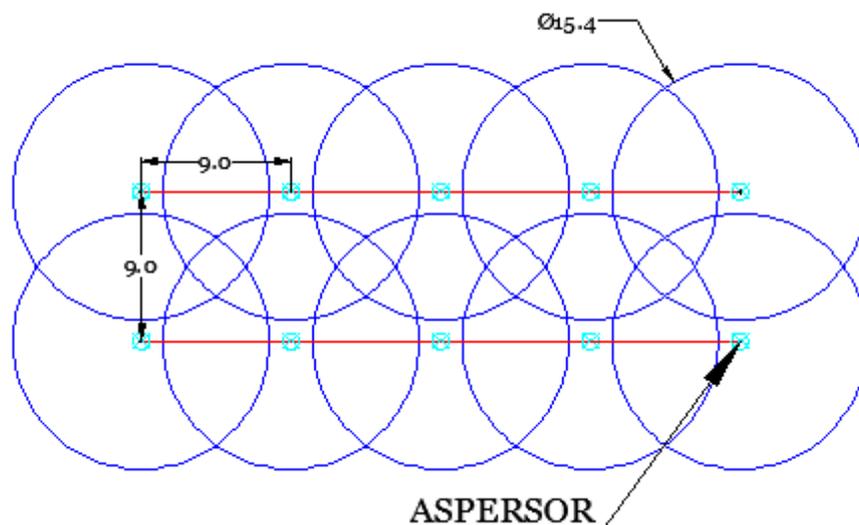
1 DIAS

Etc (mm/dia)	Etc Bruto (mm / Total días)	Tiempo de Riego por turno (hr)	Tiempo Total de Riego (hr)	Tiempo Total de Riego (Dias)
5.0	5.88	1.2	5.0	0.4

Fuente: Ing. Miguel Germán Cifuentes – MIGERCIPER



### Anexos 8. Distribución espacial del sistema



### Anexo 9. Diseño hidráulico generalidades

Caudal de Diseño		Cantidad de Unidades de Riego	
Módulo de riego	3.5 lit/seg ha	caudal UR	# UR
Total de Ha	10 ha		
	35 lit/seg	0.106111111	330
	2100 lit/min		
Caudal de Diseño	126000 lit/h		
	0.035 m3/seg		
	126 m3/h		
	554.82 GPM		

### Anexos 10. Generalidades de los aspersores

Unidad de Riego Propuesta	Xcel-Wobblers 1/2" NPT (2.78 mm - lima Boq. De Alcance # 7)
	0.106 lit/seg
	6.366666667 lit/min
	382 lit/h
Caudal	0.000106111 m3/seg
	0.382 m3/h
	1.68208 GPM
Diámetro Húmedo	15.4 m
Presion de Trabajo	25.00 PSI



17.58 m

<b>Unidad de Riego</b>		
<b>Aspersor</b>	<b>Referencia</b>	<b>Fabricante</b>
Senninger	Xcel Wobbler	Senninger
<b>Caudal (l/s)</b>	<b>Diámetro Húmedo (m)</b>	<b>Presion de Trabajo(mca)</b>
0.106	15.4	17.58
<b>Sistema de Riego</b>		
<b>Modalidad</b>	<b>Operación</b>	<b>Distribución</b>
Aspersión	fijo	EP = EL = 9 m
<b>Total de Posiciones</b>	<b>Posiciones por Turno de riego</b>	<b>Turnos de Riego</b>
1175	327	4

*Anexos 11. Calculo del lateral en el sistema de riego por aspersión. Método de caudales parciales.*

**DATOS BÁSICOS**

<b>Modalidad:</b>	Modalidad	<b>VIVERO</b>	LAENCUERA	<b>SECTOR RIEGO (SR)</b>	4
<b>Unidad de Riego (UR)</b>	Aspersor	<b>PSI:</b>	25.00	<input type="checkbox"/> <b>Húmedo (m):</b>	15.4
<b>Modelo:</b>	En Cuadro	<b>Vel. Viento (km/hr):</b>	5	<b>Q (GPM):</b>	1.682
<b>Forma operación sistema riego:</b>					

**1. CALCULO DE LAS PERDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J)**

<b>Modalidad:</b>	<b>Vivero:</b>	<b>Sector de riego:</b>
Aspersión	LAENCUERA	1
<b>VARIABLES</b>		<b>TRAMO 1</b>
F = N° salidas (tabla N° 1) (5 Salidas):		0.457
Q = caudal (GPM):		8.41
Lr = longitud real (m)		40.50
Le = longitud equivalente por accesorios (m) (Tabla N° 5):		6.30
L = longitud total (m) (Lr)+(Le):		46.80
θ = diámetro y RDE tubería :		3/4" PREDIAL PT 80 PSI
j = pérdidas por fricción en la tubería (m/m) (Tabla N° 4):		0.05840
J1 = (F)(L)(j) (m):		1.249
<b>SUMATORIA J1 (m)</b>		<b>1.25</b>

**1.1. CALCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE TUBERÍA LATERAL(Le)**

<b>ITEMS</b>	<b>ACCESORIOS</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>θ</b>	<b>Q(GPM)</b>	<b>Le Unitaria (m)</b>	<b>Le Total (m)</b>
TRAMO 1	Tee Activa	4	3/4"	8.41	1.4	5.6



Codo 90°	1	3/4"	8.41	0.70	0.7
<b>SUMATORIA Le (m)</b>					<b>6.30</b>

## 1.2. CALCULO DE LA VELOCIDAD (V) EN LAS TUBERÍAS

VARIABLES	TRAMO 1
Clase y diámetro de tubería:	3/4"
RDE tubo:	PREDIAL PT: 80 PSI
Espesor pared tubo (m) (catálogo fabricante):	0.001
$\theta_e$ = diámetro externo (m) (catalogo fabricante):	0.02667
$\theta_i$ = Diámetro interno (m) (catalogo fabricante):	0.02467
R = radio interno (m):	0.012335
A = Área tubo = $(\pi)(R^2)$ (m <sup>2</sup> ):	0.0005
Q = caudal (m <sup>3</sup> /s):	0.00053
V = Q/A (m/seg):	1.110
Vpermisible (m/seg) según fabricante:	2.50
CHEQUEO $V \leq V_{permisible}$ :	<b>VERDADERO</b>

## 2. CALCULO DE LAS PERDIDAS POR CONEXIÓN DE LA UNIDAD DE RIEGO (J2)

VARIABLES	VALORES	LONGITUD EQUIVALENTE (Le) (m)				
		ACCESORIOS	CANTIDAD	$\theta$	Q (GPM)	Le (m)
F = N° Salidas (tabla N° 1)	1	Reduccion	1	3/4" x 1/2"	1.68	0.5
Qur = caudal unidad de riego (GPM):	1.68					
Lr = longitud real elevador (m):	2					
Le = longitud equivalente (m) :	0.500					
L = longitud total (m) (Lr)+(Le):	2.50					
$\theta$ = diámetro y RDE tubería :	1/2" RDE 21					
j = pérdidas por fricción en la tubería (m/m):	0.01130					
J2 = (F)(L)(j):	0.028	<b>SUMATORIA (Le)</b>			0.50	

## 3. PERDIDAS DE PRESIÓN EN LA UNIDAD DE RIEGO J3

VARIABLES	VALORES
P= presión de trabajo medida unidad de riego (m):	17.58
Cg = coeficiente de carga de las boquillas:	Viejas 0,95 Nuevas 0,98
J3 = (P)-((Cg)(P)) (m):	0.3516

## 4. PERDIDAS TOTALES EN EL LATERAL (JT)

VARIABLES	VALORES
JT = J1+J2+J3:	1.63
Jpermisible (20% de la presión de trabajo unidad de riego) (m):	3.52
CHEQUEO JT <= Jpermisible	<b>VERDADERO</b>



## 5. PRESIONES REQUERIDAS PARA EL LATERAL (m)

PRESIÓN A LA ENTRADA (PEL)		PRESIÓN A LA SALIDA (PSL)	
VARIABLES	VALORES	VARIABLES	VALORES
Pur = presión unidad de riego (m):	17.58	PEL = presión entrada lateral (m):	19.41
J = pérdidas totales (m):	1.63	J = pérdidas totales (m):	1.63
$\Delta H$ = Diferencia topográfica terreno (m):	0.20	$\Delta H$ = Diferencia topográfica terreno (m):	0.00
PEL = Pur+J+- $\Delta H$ (m):	19.41	PSL = PEL-J $\pm$ $\Delta H$ (m):	17.78
PEL = Pur+J+- $\Delta H$ (PSI):	27.62	PSL = PEL-J+- $\Delta H$ (PSI):	25.30

Fuente: Ing. Miguel Germán Cifuentes – MIGERCIPER

### Anexos 12. Calculo del múltiple en el sistema de riego por aspersión

1. UNIDAD DE RIEGO (UR)		2. CULTIVO		3. ABASTECIMIENTO	
<b>MODALIDAD:</b>	Aspersión	<b>VIVERO:</b>	LAENCUERA	<b>SECTOR RIEGO (S.R) Nº:</b>	1
<b>Boquilla emisor (color):</b>	Xcel Wobbler	<b>Especie:</b>	Palma Aceite	<b>Fuente:</b>	CAÑO JULEPE
<b>Presión trabajo (PSI):</b>	25.0000	<b>Distancia siembra (m):</b>	1	<b>Caudal disponible (GPM):</b>	790.00
<b>Diámetro Húmedo (m):</b>	15.4	<b>Forma siembra:</b>	TRES BOLILLO	<b>Caudal sector riego QSR (GPM):</b>	131.2
<b>Caudal (LPH)=QUR:</b>	382	<b>Distancia entre surcos (m)</b>	0.87		

4. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA MÚLTIPLE (J)	CONEXIÓN (%)	
$J = (F)(L)(j)$	50	
NUR= (Número unidades riego) X (Sector riego) = QSR/QUR	78	38
Nº surcos o líneas de riego x sector riego (SR) = (Total UR del SR)/(Total UR del gran lateral)	5	3
F= Depende Nº salidas y/o conexión surcos Tabla Nº 1	0.457	0.535
NS =Número de espacios entre surcos	4	2
TI = Tramo inicial desde la conexión hasta el primer surco (m)	4.5	9
TF = Tramo final medido desde la conexión del último surco hasta el tapón de lavado (m)	0	1.5
EM= Espaciamiento entre surcos o líneas de riego sobre el múltiple (m)	9	9
LR = Longitud real = (NS)(EM) + (TF) + (TI de conexión) = (m)	40.5	28.5
L = Longitud total (m) = (LR) + (Le) =	72.9	28.5
q = Diámetro y RDE de la tubería múltiple(asumirlo)	3" ; RDE 51	2" RDE 41
Q = Caudal de diseño (GPM) y/o para cálculo	131.2021136	63.9189784
j=Pérdidas por fricción en la tubería (m/m); Tabla Nº 2,3 y 8	0.0286	0.0367
J = (F)(L)(j) (m)	0.95281758	0.55958325
<b>CHEQUEO: J≤ Permisible (45% del 20% de la presión de trabajo unidad de riego)</b>		
J (m) :	1.51240083	J PERMISIBLE (m): 1.582278481



#### 4.1 CÁLCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE (Le) m

ACCESORIOS	CANTIDAD	q	Q (GPM)	Le (m)
Tee activa	1	3"	131	5.2
Codo de 45°	1	3"	131	1.2
valvula de bola	1	3"	131	26
SUMATORIA Le (m):				32.4

#### 4.2. CALCULO DE LA VELOCIDAD (V) EN LAS TUBERÍAS

VARIABLES	TRAMO 1	TRAMO 2
Clase y diámetro de tubería:	3"	2"
RDE tubo:	RDE 51	RDE 41
Espesor pared tubo (m) (catálogo fabricante):	0.00174	0.00152
$\theta_e$ = diámetro externo (m) (catalogo fabricante):	0.0889	0.06023
$\theta_i$ = Diámetro interno (m) (catalogo fabricante):	0.08542	0.05719
R = radio interno (m):	0.04271	0.028595
A = Área tubo = $(\pi)(R^2)$ (m <sup>2</sup> ):	0.0057	0.0026
Q = caudal (m <sup>3</sup> /s):	0.00828	0.00403
V = Q/A (m/seg):	1.444	1.570
Vpermisible (m/seg) según fabricante:	2.50	2.50
CHEQUEO $V \leq V_{permisible}$ :	VERDADERO	VERDADERO

#### 5. PRESIÓN REQUERIDA A LA ENTRADA DEL MÚLTIPLE (PREM)

PREM= Pérdidas totales múltiple (J) + Presión entrada lateral (PEL) ± DH terreno; DH	20.92	EN m
	29.75165398	EN PSI

Fuente: Ing. Miguel Germán Cifuentes – MIGERCIPER

### Anexos 13. Calculo de la tubería de alimentación método de múltiples salidas

#### 1. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J)

MODALIDAD: Aspersión	VIVERO: LAENCUERA	SECTOR DE RIEGO (SR) N°:	1
<b>J= (F)(L)(j)</b>			
F= Factor corrección por múltiples salidas (sectores de riego a beneficiar) Tabla N° 1			1
j= Pérdidas unitarias por fricción tubería m/m Tabla N° 2,3,8			0.0216
F=Depende del número de salidas (sectores de riego a beneficiar);			1
Q=Caudal a conducir= $\Sigma$ Caudales sectores de riego a beneficiar (GPM)			248.95
LR= Longitud real = desde conexión sobre principal hasta conexión último sector riego a beneficiar (m)			334
Le= Longitud equivalente por accesorios (m) (Tabla N° 5; gráfica N° 1)			18.5
L= LR +Le (m)			352.5



$\theta$  = Diámetro tubería y RDE (asumirlo) =  $j$  = m/m

4" RDE 51

$J = (F)(L)(j) = m$

7.614

### 1.1 CÁLCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE ( $L_e$ ) m

ACCESORIOS	CANTIDAD	q	Q (GPM)	Le (m)
Tee pasiva	4	4"	249	2.1
Tee activa	1	4"	249	6.7
Codo 90°	1	4"	249	3.4
SUMATORIA $L_e$ (m):				18.5

### 1.2 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD (V) m/sg

VARIABLES	VALORES
Clase y diámetro de tubería	4"
RDE Tubo	RDE 51
Espesor pared tubo (m) (catálogo fabricante)	0.00224
q E= Diámetro externo (m) (catálogo fabricante)	0.1143
q I= Diámetro interno (m) (catálogo fabricante)	0.10982
R= Radio interno (m)	0.05491
A= Área tubo = $(p)(R^2) = (m^2)$	0.009472241
Q=Caudal ( $m^3/sg$ )	0.01570
V= $Q/A =$	1.65795983
Vpermisible ( $m/sg$ ) (según fabricante tubería)	2.5

### 2. PRESIÓN REQUERIDA A LA ENTRADA DE LA TUBERÍA DE ALIMENTACIÓN (PREA)

PREA=J Tubería alimentación+Presión requerida entrada al múltiple del sector de riego crítico (PREM) $\pm$ DH terreno

DH (m)=	0.25		
PREM (viene taller N° 8) (m):	20.92240083		
PREA (sumando DH)=	28.78640083 m	40.93426198	PSI
PREA (Restando DH)=	28.28640083 m	40.22326198	PSI

Fuente: Ing. Miguel Germán Cifuentes – MIGERCIPER

Anexos 94. *Calculo de la tubería principal método de múltiples salida*

### 1. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J)

MODALIDAD:	Aspersión	VIVERO:	LAENCUERA	SECTOR DE RIEGO (SR) N°:	4
$J = (F)(L)(j)$					
j= Pérdidas unitarias por fricción tubería m/m Tabla N° 2,3,8					<b>0.01420</b>
F=Depende del número de salidas (sectores de riego a beneficiar); S= ( 2 salidas)					<b>0.639</b>



Q=Caudal a conducir= S Caudales sectores de riego a beneficiar (GPM)	555.09
LR= Longitud real = desde conexión sobre principal hasta conexión último sector riego a beneficiar (m)	267
Le= Longitud equivalente por accesorios (m) (Tabla N° 5; gráfica N° 1)	26.2
L= LR +Le (m)	293.2
q =Diámetro tubería y RDE (asumirlo) = (3") y (RDE 51 ) j= m/m	6" RDE 51
J= (F)(L)(j) m	<b>2.660</b>

### 1.1 CÁLCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE (Le) m

ACCESORIOS	CANTIDAD	θ	Q (GPM)	Le Unitario(m)	Le Total(m)
Tee Activa	1	6"	555.09	10	10
Reduccion	1	6" X 3"	555.09	2.6	2.6
cheque	1	6"	555.09	12.5	12.5
valvula de compuerta	1	6"	555.09	1.1	1.1
SUMATORIA Le (m):					26.2

### 1.2 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD (V) m/sg

VARIABLES	VALORES
Clase y diámetro de tubería	6"
RDE Tubo	51
Espesor pared tubo (m) (catálogo fabricante)	0.0033
θ E= Diámetro externo (m) (catálogo fabricante)	0.16828
θ I= Diámetro interno (m) (catálogo fabricante)	0.16168
R= Radio interno (m)	0.08084
A= Área tubo = (π)(R <sup>2</sup> ) = (m <sup>2</sup> )	0.02053
Q=Caudal (m <sup>3</sup> /sg)	0.03502
V= Q/A	1.70558
Vpermisible (m/sg) (según fabricante tubería)	2.5
CHEQUEO: V ≤ Vp	<b>VERDADERO</b>
	1.71 ≤ 2.5

### 2. PRESIÓN REQUERIDA A LA ENTRADA DE LA TUBERÍA PRINCIPAL (PREP)

PREA=J Tubería principal+Presión requerida entrada alimentacion del sector de riego crítico (PREA)±DH terreno				
DH (m)=	0			
PREA (m):	28.79			
PREP (sumando DH)=	31.45	m	44.72	PSI
PREP (Restando DH)=	31.45	m	44.72	PSI

Fuente: Ing. Miguel Germán Cifuentes – MIGERCIPER

*Anexos 15. Calculo de pérdidas unidad de filtrado*

#### 1. DATOS BÁSICOS

VIVERO:LA ENCUERA VEREDA: PARACO MUNICIPIO PIVIJAY



CARACTERÍSTICAS		CONEXIONES	
FUENTE:	CAÑO JULEPE	□ ENTRADA Y SALIDA FILTROS (PULG):	3"
CAUDAL DISEÑO (GPM):	555.09	TUBERÍA PRINCIPAL Y SECUNDARIA:	6"
DESCRIPCIÓN FILTRADO:	ANILLO	TUBERÍA RETROLAVADO:	
CAPACIDAD TOTAL FILTRADO (GPM):	564	VÁLVULAS CONTROL FLUJO:	3"
CAPACIDAD INDIVIDUAL FILTROS (GPM):	141	MEDICIÓN PRESIÓN:	1
MODELO FILTROS :	FILTRO ARKAL 3" LEADER 120 MESH		

## 2. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA CONDUCCIÓN (J1)

ITEMS	VARIABLES	TRAMO 1	TRAMO 2	TRAMO 3	TRAMO 4
TRAMOS	Q: SCaudales SR a beneficiar (GPM)	550.09	137.5225	137.5225	550.09
	LR: Longitud real (m)	1.5	0.5	0.5	1.5
	Le: Longitud equivalente por accesorios (m)	20	30.5	30.5	20
	L: Longitud total (m)= LR + Le	21.5	31	31	21.5
	q y RDE tubería (asumirlo)	6" RDE 51	3" RDE 51	3" RDE 51	6" RDE 51
	j: Pérdidas fricción fabricante (Tablas N° 2,3,8) (m/m)	0.0142	0.0286	0.0286	0.0142
	J1= (L)(j)	0.3053	0.8866	0.8866	0.3053
	SJ1 (m)	2.3838	2.3838	2.3838	2.3838

### 2.1 CÁLCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE (Le) (Tabla N° 5; Gráfica N° 1)

ITEMS	ACCESOR	CANT.	q	Q (GPM)	Le (m)	ITEMS	ACCESOR	CANT.	q	Q (GPM)	Le (m)
TRAMO 1	Tee activa	2	6"	550.09	20	TRAMO 2	Reductor	1	6" X 4"	137.5	2.5
							Reductor	1	4" X 3"	137.5	2
	Sumatoria Le:				20		Valvula bola	1	3"	137.5	26
	Reductor	1	6" X 4"	137.5	2.5		Sumatoria Le:				30.5
TRAMO 3	Reductor	1	4" X 3"	137.5	2	TRAMO 4	Tee activa	2	6"	550.09	20
	Valvula bola	1	3"	137.5	26		Sumatoria Le:				20
	Sumatoria Le:				30.5						

### 2.2 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD (V)

VARIABLES	TRAMO 1	TRAMO 2	TRAMO 3	TRAMO 4
Clase y diámetro de tubería	6"	3"	3"	6"
RDE Tubo	51	51	51	51
Espesor pared tubo (m) (catálogo fabricante)	0.0033	0.00174	0.00174	0.0033
q E= Diámetro externo (m) (catálogo fabricante)	0.16828	0.0889	0.0889	0.16828
q I= Diámetro interno (m) (catálogo fabricante)	0.16168	0.08542	0.08542	0.16168
R= Radio interno (m)	0.08084	0.04271	0.04271	0.08084
A= Área tubo = (p)(R <sup>2</sup> ) = (m <sup>2</sup> )	0.020531	0.005730718	0.00573072	0.02053064
Q=Caudal (m <sup>3</sup> /sg)	0.03470	0.00868	0.00868	0.03470



V= Q/A	1.69023	1.513837909	1.51383791	1.69023037
Vpermisible (m/sg) (según fabricante tubería)	2.5	2.5	2.5	2.5

### 3. PÉRDIDAS TOTALES UNIDAD FILTRADO (J)

J= J1 + J2			
J=	2.3838	+	1 m
J=	3.3838		m

### 4. PRESIÓN REQUERIDA A LA ENTRADA DEL FILTRADO (PREF)

PRESA=J sistema de filtrado + Presión requerida entrada a la principal (PREP)±DH terreno				
DH (m)=	0			
PREP (m):	31.45			
PREF (sumando DH)=	34.83	m	49.53	PSI
PREF (Restando DH)=	34.83	m	49.53	PSI

Fuente: Ing. Miguel Germán Cifuentes – MIGERCIPER

### Anexos 16. Selección de la unidad de bombeo

#### 1. DATOS BÁSICOS

Q diseño (GPM)	550.09	Temperatura interior caseta (°C)	32	Dpto	MAGDALENA
Localización Geográfica(A.S.N.M)	23	Presión atmosférica tabla Nº 6 (m)	10.27	Municipio	PIVIJAY
Presión trabajo Unidad Riego(PSI)	25.00	Presión de vapor tabla Nº 7 (m)	0.446	Vereda	PARACO
Fuente abastecimiento	CAÑO	Clase sedimentos (q)(mm)	2	Predio	LAENCUERA

#### 2. CÁLCULO DE LA CABEZA (ALTURA) DINÁMICA TOTAL (C.D.T)

##### VARIABLES

C.D.T=Hs+Hfs+Hd+Hfp+HfA+HfM+HfL+Hff+HfF+HUR	VALORES (m)
Hs= Altura de succión	2
Hd= Altura de descarga (ΔH terreno)+ Altura elevador unidad de riego = (2) + (2)	4
Hfs= Pérdidas por fricción tubería succión	0.65
Hfp= Pérdidas por fricción tubería principal	2.66043816
HfA= Pérdidas de fricción en la tubería de alimentación	7.614
HfM= Pérdidas por fricción en la tubería múltiple	1.51240083
HfL= Pérdidas por fricción en la tubería lateral	1.25
Hff= Pérdidas por fricción unidad de fertilización	
HfF= Pérdidas por fricción unidad filtrado	3.3838
HUR= Presión de trabajo unidad de riego	17.58
SUMATORIA C.D.T	40.65



## 2.1 PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA DE SUCCIÓN (Hfs)

$H_{fs} = (L)(j)$	
$\theta$ = Diámetro tubería y RDE (asumirlo)	6" RDE 21
L = Longitud total = Lreal+Lequivalente = ( 4)+(30.3) (m)	34.3
LR= Longitud real; desde la válvula de pie hasta el orificio de succión de la bomba (m)	4
Le= Longitud equivalente por accesorios (m)	30.3
j = Pérdidas unitarias por fricción tubería m/m Tabla N° 2,3,8	0.019
Q =Caudal a conducir = $\Sigma$ caudales sectores de riego a beneficiar (GPM)	550.09
$H_{fs} = (L)(j) = ( 30.3)(0,019) = m$	0.65

## 2.2 CÁLCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE TUBERÍA SUCCIÓN (Le) m (Tabla N° 5; Gráfica N° 1)

ACCESORIOS	CANTIDAD	q	Q (GPM)	Le (m)
Válvula de pie	1	6"	550.09	25
Codo 90°	1	6"	550.09	2.7
Reduccion excentrica	1	6" X 4"	550.09	2.6
<b>Sumatoria Le (m)</b>				<b>30.3</b>

## 2.3 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD (V) EN TUBERÍA SUCCIÓN

VARIABLES	VALORES
Clase y diámetro de tubería	PVC 6"
RDE tubo	21
Espesor pared tubo (m) (catálogo fabricante)	0.00803
qE= Diámetro externo (m) (catálogo fabricante)	0.168
qI=Diámetro interno (m) (catálogo fabricante)	0.15194
R= Radio interno (m)	0.07597
A = Área tubo = $\pi R^2$ (m <sup>2</sup> )	0.018131
Q =Caudal (m <sup>3</sup> /sg)	0.035
$V = Q/A = ( )/( )$	1.9
V permisible (m/sg) según fabricante	2.5

## 3. SELECCIÓN DE BOMBEO MÉTODO "POR CURVA SEGÚN FABRICANTE"

<b>DATOS DE DISEÑO</b>	Q: GPM	550.1	<b>UNIDAD DE BOMBEO</b>	Referencia:	1B0038
	C.D.T: m	40.65		Modelo:	GE 3B 250
	Energía	Eléctrica		Versión:	GE
<b>MOTOR</b>	HP:	25	<b>BOMBA</b>	Ørotor:	6"
	RPM:	3600		Conexión:	succión: 4" Descarga: 3"
	Conexión:	mono bloque		Eficiencia (%):	82
	Operación:	eléctrico			



---

#### 4. CÁLCULO DE LA CABEZA NETA POSITIVA DE SUCCIÓN (NPSH)

---

##### 4.1 NPSH disponible

$$\text{NPSHd} = P_a - P_v - H_s - H_{fs} = m$$

Pa= Presión atmosférica según localización	10.27
Pv= Presión de vapor según temperatura	0.446
Hs= Altura de succión bomba	2
Hfs= Pérdidas fricción tubería de succión	0.65
NPSHd = (10.27) - (0,446) - (2) - (0,65) m	7.17

##### 4.2 NPSH requerido

Entregada por el fabricante de la bomba en función del diseño y el rotor  
 NPSHr= (2) m

##### 4.3 CHEQUEO

$$(\text{NPSH})_r \leq (\text{NPSH})_d$$

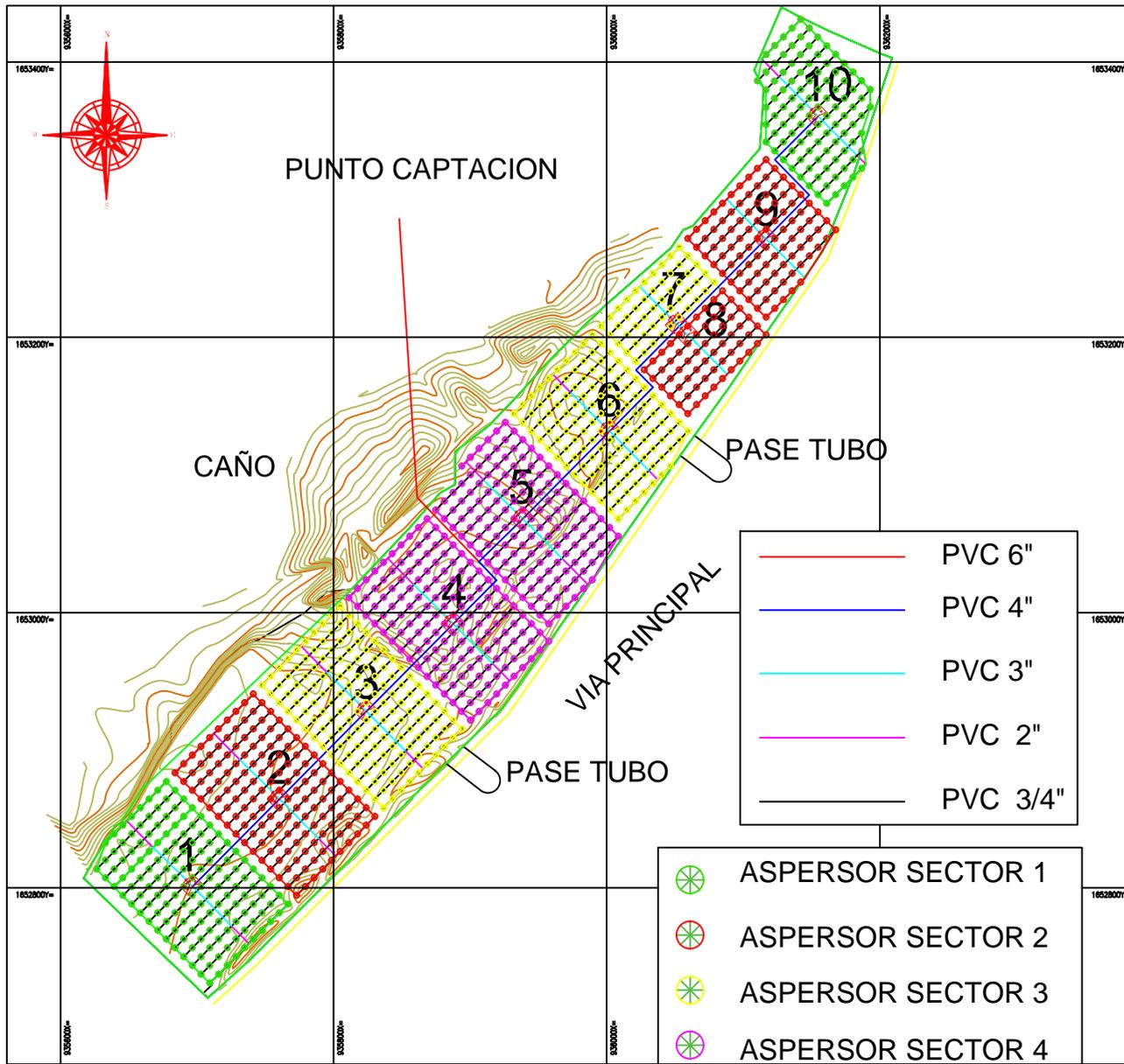
---


$$(2) \text{ m} \leq 7.17$$


---

Fuente: Ing. Miguel Germán Cifuentes – MIGERCIPER





REPÚBLICA DE COLOMBIA  
  
 DEPARTAMENTO DEL MAGDALENA  
 INVERSIONES NOGUERA & MANRIQUE S.A.S  


**LOCALIZACIÓN**  
 Municipio: Pivijay (zona rural)  
 Departamento: Magdalena  
**PROPIETARIO DEL PREDIO**  
 INVERSIONES NOGUERA & MANRIQUE S.A.S  
**FINCA MACARAQUILLA**  
 Nit. 861350394-2

**CONTENIDO**  
 Diseño de riego por aspersión vivero  
 LAENCUERA  
**DIBUJÓ**  
 Jhon Jairo Cortes Agudelo  
 Ing. Agrícola  
**AREA**  
 10 Ha 2952 m<sup>2</sup>

**FECHA ELABORACIÓN**  
 noviembre 2014  
**ESCALA**  
 1:  
**PLANO N°**  
 1/1