



**Pontificia Universidad
Católica del Ecuador**
Seréis mis testigos

MANABÍ

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
SEDE REGIONAL MANABÍ – CAMPUS PORTOVIEJO
CARRERA DE HIDRÁULICA**

TRABAJO DE TITULACIÓN:

**DISEÑO DE RIEGO TECNIFICADO PARA LA PRODUCCIÓN DEL
CULTIVO DE NARANJA TANGELO EN EL VALLE DEL RÍO
BRICEÑO.**

**PREVIO AL TÍTULO DE:
INGENIERO HIDRÁULICO**

AUTOR:

JONATHAN STEVEN SALVATIERRA MACIAS

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN:
ING. JESÚS ENRIQUE CHAVARRÍA PÁRRAGA, M.Sc.**

ABRIL, 2023

PORTOVIEJO – ECUADOR

CERTIFICACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

En mi calidad de director de tesis, certifico haber revisado el presente manuscrito de investigación, el mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Manabí, cumpliendo con los requisitos establecidos por la Dirección de Investigación; en consecuencia, es apto para su presentación y sustentación.

DISEÑO DE RIEGO TECNIFICADO PARA LA PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE NARANJA TANGELO EN EL VALLE DEL RÍO BRICEÑO.

Ing. Jesús Enrique Chavarría Párraga, M.Sc

C.I.: _____

TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

El jurado examinador aprueba el presente manuscrito de investigación en nombre de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Manabí.

Ing. Jesús Chavarría Párraga, M.Sc
Primer Lector

Ing. José Ramón Alarcón, M.Sc
Segundo Lector

Ing. John Felix, M.Sc.
Tercer Lector

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Este manuscrito no contiene ningún tipo de material que haya sido aceptado para la obtención de un título universitario en otra institución, excepto en forma de información de soporte que ha sido debidamente citada en mi trabajo. Este trabajo es de total responsabilidad del autor, quien declara bajo juramento que ninguna sección de esta tesis infringe los derechos de autor de nadie.

Portoviejo, julio 2022

f. _____

Jonathan Steven Salvatierra Macías

Cédula: 130856963-9

Dirección: Portoviejo, Cdla. Comercio, Calle Rosario y 5ta transversal

Correo: jonat.salvat@hotmail.com

DECLARACIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador a distribuir este manuscrito de investigación en medios físicos y electrónicos con el fin de promover la divulgación de los resultados a la comunidad científica y a la sociedad en general. Adicionalmente, autorizo el uso de los contenidos de esta investigación como bibliografía para fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, citando como fuente de información al autor de este trabajo.

Jonathan Steven Salvatierra Macias

C.I.: 130856963-9

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mi padre el Ing. Johnny Salvatierra y a mi madre la Ing. Ángela Macías, por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional.

Al Dr. Johnny Xavier Salvatierra y a la Ing. Melanie Salvatierra, por ser motor e inspiración fundamental de mi vida, los amo infinitamente hermanos.

A mi novia, Milenka Moreira porque sin su apoyo y ahínco en este proceso, no hubiera logrado esta meta.

Jonathan Steven Salvatierra Macias
Autor

AGRADECIMIENTOS

Este agradecimiento va dirigido en primer lugar, de manera muy especial a mi tutor Ing. Jesús Chavarría Párraga, M.Sc, quien fue parte fundamental en el desarrollo de este trabajo de investigación, pues me acompañó con su guía y conocimientos a lo largo de este proceso, para formar parte de otro objetivo alcanzado.

En segundo lugar, agradecer a los profesores que compartieron sus conocimientos a lo largo de mi carrera universitaria, principalmente y en honor a la memoria del Ing. Michael Caicedo, que en paz descansa; quienes, con su vocación, me impulsaron a continuar aprendiendo hasta alcanzar mis metas.

También, agradecer a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador de Manabí, por aceptarme como su estudiante y por brindarme todas las herramientas y facilidades necesarias para poder desarrollar con éxito mis estudios.

Por último y no menos importante, agradecer a mis compañeros y a mi familia, quienes fueron un pilar importante de motivación. Por extender su mano en momentos difíciles y por el cariño brindado cada día, de verdad mil gracias, siempre los llevo en mi corazón.

Jonathan Steven Salvatierra Macias
Autor

RESUMEN

Esta investigación cuantitativa diseñó el riego tecnificado para la producción del cultivo de naranja Tangelo en el Valle del Río Briceño, considerando las necesidades hídricas de estas plantas, al estar ubicadas en un área caracterizada por tener una estación seca. Con este propósito, se implementó metodología descriptiva-explorativa de campo desde noviembre de 2021 hasta septiembre de 2022. Primero, se levantó información técnica sobre las condiciones de manejo hídrico de las plantaciones circundantes. Luego se realizaron estudios meteorológicos y de suelos para establecer la técnica de riego más adecuada. Los resultados del diseño hidráulico de este cultivo muestran que posee un área uniforme de 2ha, aunque las mangueras de riego no tienen la misma longitud. El caudal de los goteros es de 40 l/h, requiriéndose un mejor mojado para cada planta y evitar áreas o bulbos secos. La tubería terciaria del primer bloque necesita un caudal en el origen de 10880 L/h; la longitud real es de 108 m, siendo su longitud ficticia calculada 129.6 m; la pérdida de carga admisible es 5.28mca; el diámetro interior de la tubería corresponde a 47mm; la pérdida de carga de 3.275mca; y la presión necesaria en el origen de la terciaria es de 3.67 mca. Los costos corresponden a \$4255,49 excluyendo la mano de obra. Estos hallazgos pueden proporcionar una guía útil para productores y agencias locales y lograr mejor programación del riego y mayor productividad del agua en la región.

Palabras clave: cultivo de naranja, diseño hidráulico, sistema de riego, técnica de riego

ABSTRACT

This quantitative research study designed a technified irrigation system for the production of Tangelo orange crops in the Briceño River Valley by taking into account their water needs, as they are located in an area characterized by dry seasons. With this aim, descriptive, exploratory and field methods were implemented in order to carry out this research study from November 2021 through September 2022. At first, technical data on water resource management conditions of these plantations were collected. Then some meteorological and soil studies were performed in order to establish the most suitable irrigation technique. The findings of the hydraulic design of this crop show that it comprises a uniform area of 2 ha, even though the soaker hoses are not the same length. The flow rate of the drippers corresponds to 40 l/h, which means that each plant needs more water to avoid dry areas or dry bulbs. Lateral pipes of the first block of this technified irrigation require flow rate of 10880 L/h; real length 108m and estimated fictitious length 129.6m; acceptable pressure drop of 5.28 mca; inner diameter of the pipe of 47mm; load loss of 3,275 mca; and necessary water inlet pressure of lateral pipes of 3.67 mca. Project expenses totaled \$4,255.49 excluding labor costs. These findings may provide useful guidance to farmers and local agencies for them to optimize irrigation schedule and water productivity in the region.

Keywords: orange crops, hydraulic design, irrigation system, irrigation technique

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	i
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL	ii
DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD	iii
DECLARACIÓN DE DERECHOS DE AUTOR	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTOS.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT	viii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURA	xii
INTRODUCCIÓN.....	1
MATERIALES Y MÉTODOS.....	5
Tipo de investigación.....	5
Características del lugar.....	5
Coordenadas Geográficas	6
Condiciones Climatológicas	6
Características del área experimental	6
Equipos y materiales.....	6
Materiales de campo.....	6
Materiales de oficina	6
Métodos	7
Variables consideradas en la investigación	7
Estimación de las variables consideradas en la investigación.....	7
Procedimiento para determinar el diseño de riego tecnificado para la producción del cultivo.....	8

Cálculo de la evapotranspiración potencial mediante la fórmula de Hargreaves.....	8
Diseño de Tubería Lateral Portaemisores.....	12
Diseño de Tubería Terciaria Portalaterales.	14
Diseño de Tubería de Conducción (secundaria y primaria).	16
Cálculo del equipo de filtrado	18
Relación entre el número de Mesh y el tamaño de orificio en malla de acero inoxidable	19
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22
CONCLUSIONES.....	28
BIBLIOGRAFÍA	29
<i>Anexo 1. Tabla de Radiación solar extraterrestre en mm/día (Allen et al., 1998) (Original en MJ·m-2·día-1; 1 mm/día = 2,45 MJ·m-2·día-1).</i>	<i>33</i>
<i>Anexo 2. Parámetros técnicos para la programación de riego eficiente en la producción del cultivo de naranja Tangelo.</i>	<i>34</i>
<i>Anexo 3. Ficha técnica del micro aspersor.</i>	<i>36</i>
<i>Anexo 4. Cálculo de la bomba a implementar.</i>	<i>38</i>
<i>Anexo 5. Filtro de disco 2”.....</i>	<i>40</i>
<i>Anexo 6. Plano de la implementación del sistema de riego.</i>	<i>41</i>
<i>Anexo 7. Estimación de los costos en la implementación del sistema de riego para el cultivo de naranja Tangelo.....</i>	<i>42</i>
<i>Anexo 8. Estudios de suelo y agua, realizados en el lugar de la implementación del sistema de riego para el cultivo de naranja Tangelo.</i>	<i>43</i>
<i>Anexo 9. Calculador de Propiedades Hidráulicas.</i>	<i>45</i>
<i>Anexo 10. Levantamiento de información mediante la estación climática.</i>	<i>46</i>
<i>Anexo 10. Topografía del terreno de estudio.....</i>	<i>47</i>

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cultivo de Naranja Tangelo.....	6
Tabla 2. Variables de la investigación.....	7
Tabla 3. El número de Mesh y el tamaño de orificio en malla de acero inoxidable.	19
Tabla 4. Propiedades hidrofísicas del suelo.....	20
Tabla 5. Resultados mediante la fórmula de Hargreaves.	22
Tabla 6. Diseño de Tubería Lateral Portaemisores por bloques.....	23
Tabla 7. Diseño de Tubería Terciaria o Portalaterales por bloques.....	24
Tabla 8. Diseño de Tuberías de Conducción (Primaria y Secundaria).....	25
Tabla 9. Cabezal de riego.	25
Tabla 10. Características de la bomba.	26
Tabla 11. Equipo de filtrado.	26
Tabla 12. Estimación de los costos en la implementación del sistema de riego para el cultivo de naranja tangelo.....	27

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1. Ubicación de El Valle del Río Briceño del cantón San Vicente.....	5
--	---

INTRODUCCIÓN

En el transcurso de la historia, la civilización ha sufrido la influencia de la evolución del regadío. La mayor parte de los expertos en cuestiones de riego están convencidos de la duración indefinida de tales culturas, siempre y cuando el regadío se practique racionalmente. Por otra parte, la escasez de agua para riego y aumento de la demanda de agua. Esto conducirá a la construcción de infraestructura, tecnología y requisitos que deben cumplirse para mejorar la agricultura de regadío, permitiendo una transmisión y uso eficientes del agua de regadío, brindando más cultivos y reduciendo los costos de la agricultura tradicional y evitar pérdida de agua con métodos tradicionales (Jimenez, 2019).

El agua es uno de los elementos esenciales en la agricultura, ya que es gracias a este componente que las plantas obtienen nutrientes para su metabolismo. El área de cultivo y el rendimiento están relacionados con la cantidad y calidad del agua disponible y la eficiencia operativa de los sistemas de riego (Vinueza, 2009). El uso excesivo, el abuso y la contaminación amenazan cada vez más la disponibilidad y la calidad del agua en muchas partes del mundo. Generalmente se piensa que los bosques tienen un fuerte impacto en ambos. Además, el cambio climático cambiará la regulación de los flujos de agua generados por los bosques y la disponibilidad de los recursos hídricos (Bergkamp, Orlando, & Burton, 2003).

El cultivo de los cítricos se ha extendido desde Europa a Estados Unidos, donde Florida y California tienen fuertes áreas agrícolas. En América del Sur, donde Brasil tiene la mayor cuota de mercado mundial de naranjas y jugo de naranja, hoy el naranjo es uno de los árboles frutales más populares del mundo (Díaz & Mercado, 2012). En regiones áridas y semiáridas, el riego ha surgido como una técnica agrícola caracterizada por el riego regular de los cultivos, además de la construcción de represas y otras infraestructuras, y otra capa es el riego sobre grandes áreas que permite la agricultura de regadío (Saltos, 2011).

Los cítricos son perennes y, por lo tanto, están abiertos todo el año. La cantidad de agua que las plantas necesitan para un crecimiento y producción adecuados es la cantidad total de agua que se evapora del suelo y la transpiración a través de las hojas, es decir, la transpiración de la planta (ETc). La transpiración de referencia es un parámetro muy importante a la hora de calcular las necesidades hídricas de las plantas;

Este parámetro es la base del diseño agronómico de cualquier sistema de riego para el cual se mide la red de canales, la red de tuberías, el embalse; Además, facilita la planificación de los sistemas de riego (programados y de riego), y también permite planificar la gestión de los recursos hídricos en la zona de captación (Ortiz & Chile, 2020).

Ecuador tiene potencial para cultivar cítricos, principalmente en la región costera, con 10.219 hectáreas (naranjas, limones, mandarinas) y 58.219 hectáreas intercaladas. Las provincias más productivas son Manabí, Los Ríos, Bolívar, Guayas, Pichincha y Tungurahua. Su cultivo está bajo la amenaza constante de problemas fitosanitarios, incluidas enfermedades de artrópodos emergentes recientemente, como el *psílido asiático* *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae), reportado en 2013, que afecta la producción y/o la calidad. Hay poca tecnología sustentable para controlarlos, y faltan datos precisos sobre la entrada y el daño de estas plagas, así como la efectividad de sus enemigos naturales (Cañarte & Navarrete, 2019).

En los últimos años la población de nuestro país ha aumentado rápidamente, la agricultura se ha desarrollado, por lo que hoy en día el agua juega un papel muy importante en la producción y consumo agrícola, por lo que es necesario contar con medidas para cultivar y consumir tecnología de ahorro, así como un manejo razonable del agua (Valencia, 2015).

Por otro lado, el riego es un factor importante para los cultivos, especialmente en regiones con poca precipitación anual, donde la precipitación varía con las necesidades de agua del cultivo, alta evaporación anual y drenaje. La mala calidad del agua provoca la reposición de las aguas subterráneas. debido al uso de altas tasas de riego, lo que contribuye a la salinidad del suelo al elevar los capilares (Carbonell, y otros, 2021). De manera similar, un sistema de riego tecnológico es un conjunto de elementos que permiten la entrega efectiva, local y frecuente de agua y fertilizantes a los cultivos, en la cantidad adecuada y en el momento adecuado. (Ramos & Báez, 2013).

El impacto positivo del sistema de riego se refleja directamente en los aspectos económicos y sociales, ya que crea empleos y brinda a las personas la oportunidad de obtener productos agrícolas de alta calidad para aumentar las oportunidades de entrada al mercado. Sin embargo, el impacto ambiental de los sistemas de riego debe verse como un aspecto que necesita mejorar para mejorar los aspectos culturales y de imagen

de ciertas áreas. Un ejemplo de contribuir a la protección del medio ambiente y minimizar los impactos negativos es el importante ahorro en el consumo de agua (Cortes & Vargas, 2020).

Según (Juan , 2019) El abastecimiento de agua para riego se realiza mediante sistemas de abastecimiento, conducción, distribución y almacenamiento; Consta de un tanque de almacenamiento, un canal, una válvula de compuerta y una válvula que regula el flujo de agua de entrada y salida. La participación de los agricultores en el mantenimiento de esta infraestructura contribuye a la operación del sistema y por ende a la gestión de los recursos. Todas las instalaciones públicas de almacenamiento tienen canales, compuertas y válvulas para suministrar y distribuir agua a los terrenos u otros pequeños depósitos domésticos.

Como respuesta ante los efectos causados por el estrés hídrico, las plantas han tenido que pasar por un largo proceso en el cual han desarrollado una tolerancia al estrés, como se explica en el siguiente extracto: “El estrés hídrico es la respuesta fisiológica de las plantas a los recursos hídricos limitados.” (Valverde & Arias, 2020). Por otro lado (Drechsler, Kisekkaa, & Upadhyaya, 2019) manifiestan que “este fenómeno ocurre no solo con recursos hídricos limitados, sino también con una temperatura del suelo demasiado alta o demasiado baja, salinidad alta, presión barométrica baja o una combinación de los anteriores”.

El uso de agua para riego en la agricultura es de aproximadamente el 87% del mundo, y la demanda de esta agua está aumentando. La escasez de agua, los altos costos del agua y la energía, la caída de los precios mundiales de la fruta y la globalización de los mercados requieren sistemas de riego más eficientes. Una de las alternativas sugeridas para los frutales es el Riego por Deficiencia Controlada (RDC), que reduce el riego en determinados momentos y cubre las necesidades hídricas del resto del ciclo morfológico de la planta (Vélez, Sebastiano, & Castel, 2017).

Tomando en cuenta los antecedentes, la presente investigación tuvo como objetivo diseñar el riego tecnificado para la producción del cultivo de naranja Tangelo en el Valle del Río Briceño. Para lograr el propósito del estudio se debió establecer los parámetros técnicos para la programación de riego eficiente en la producción del cultivo de naranja Tangelo; así mismo se determinaron los parámetros hidráulicos en el funcionamiento del sistema de riego para el cultivo de naranja Tangelo y finalmente se

realizó la estimación de los costos en la implementación del sistema de riego para el cultivo de naranja Tangelo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Tipo de investigación

Esta investigación es explorativa ya que se desarrolló en el campo, en el área de desarrollo del cultivo de naranja Tangelo y es descriptiva debido a que se consideraron las condiciones del manejo hídrico de las diferentes plantaciones circundantes al mismo.

Características del lugar

En este punto, se trata sobre el área de estudio escogida que es el sitio El Valle del Río Briceño del cantón San Vicente y en la página web del Gobierno Autónomo Descentralizado de San Vicente encontramos que el clima del cantón es tropical, sobrecalentado, seco y se caracteriza por una estación seca muy pronunciada (Gobierno Autónomo Descentralizado San Vicente, 2017).

Figura 1. *Ubicación de El Valle del Río Briceño del cantón San Vicente*



Coordenadas Geográficas

Altitud: 37m

Latitud: 0°31'38.81"S

Longitud: 80°20'58.44"O

(Datos obtenidos de la Google Earth)

Condiciones Climatológicas

Se presentan de acuerdo a las distribución estacional, inviernos cálidos y fríos, la temperatura media anual es de 25,9 grados centígrados; media máxima 28,3°C y la media mínima 24,3°C; la precipitación media anual es de 443 milímetros. La humedad relativa media anual es del 79,6%, la media máxima es del 90% y la media mínima del 76,3%. Los fenómenos hidrológicos en el área de San Vicente se manifiestan por la presencia de una gran cantidad de agua subterránea que afloran a niveles habitualmente superficiales (Gobierno Autónomo Descentralizado San Vicente, 2017).

Características del área experimental

Tabla 1. *Cultivo de Naranja Tangelo.*

Descripción	Cantidad
Ancho de la parcela	200 metros
Largo de parcela	200 metros
Área de parcela	2 ha
Números de plantas en la parcela	550 árboles

Equipos y materiales

Materiales de campo

- Estación meteorológica Logia Lowsc710SWB
- Cámara fotográfica
- Escalera
- Materiales y accesorios para la implementación del sistema de riego.
- Cultivo de Naranja Tangelo

Materiales de oficina

- Laptop

- Impresora
- Resma de hojas A4
- Calculadora

Métodos

Variables consideradas en la investigación

Tabla 2. Variables de la investigación.

Métodos y metodologías	Materiales
Registro meteorológico	Estación meteorológica LOGIA LOWSC710SWB
Metodología cuantitativa	Datos meteorológicos recopilados
Metodología del aprendizaje	Los utilizados anteriormente

Estimación de las variables consideradas en la investigación

Registro meteorológico. – el estudio de la meteorología es de suma importancia ya que nos ayudó a estar preparados ante las adversidades climáticas y podemos estar alerta ante sucesos que afectan a nuestras actividades a la intemperie, para ello se observó y midieron las variables principales que conforman a este, considerando la presión atmosférica, velocidad del viento, humedad, temperatura y calidad del aire, calculando la presencia de agentes contaminantes en este (Méndez, Rodríguez, & García, 2019).

Método Cuantitativo. – Se llama método cuantitativo que usa números para examinar datos o información. Este es uno de los métodos utilizados por la ciencia, las matemáticas, la informática y las estadísticas con las principales herramientas (Canas, 2018).

Metodología del aprendizaje. – Es una disciplina que engloba una serie de técnicas, métodos y estrategias que cuando se utilizan de forma sistemática ayudarán a optimizar la adquisición de nuevos conocimientos y habilidades. En definitiva, es el arte de aprender (Coelho, 2019).

Procedimiento para determinar el diseño de riego tecnificado para la producción del cultivo.

Evapotranspiración de Referencia (ET_o)

La evapotranspiración de referencia fue considerada a partir del método Hargreaves debido a que los datos meteorológicos obtenidos mediante la estación automática, eran los suficientes para ser aplicados en el método anteriormente mencionado.

Cálculo de la evapotranspiración potencial mediante la fórmula de Hargreaves

La fórmula de Hargreaves y Samani presentada en 1985 sirve para valorar la evapotranspiración potencial, todo lo que necesita son datos de temperatura e irradiación solar. Se utilizó esta fórmula ya que se van a utilizar los valores de temperatura de la estación meteorológica utilizada en el proyecto. La expresión general es:

$$E_{to} = 0,0135 (t_{med} + 17,78) R_s$$

Donde:

ET_o = evapotranspiración potencial diaria, mm/día

t_{med} = temperatura media, °C

R_s = radiación solar incidente, convertida en mm/día

La radiación solar incidente, R_s, se evalúa a partir de la radiación solar extraterrestre (la que llega a la parte exterior de la atmósfera, que sería la que llegaría al suelo si no existiera atmósfera); ésta última aparece según los autores como Radiación Solar Extraterrestre (R_o ó R_a), y la leemos en tablas en función de la latitud del lugar y del mes. En este documento nos referiremos a ella como R_o.

Obtención de la Radiación Solar Incidente (R_s)

(Samani, 2000) propone la siguiente fórmula:

$$R_s = R_o * K_T * (t_{max} - t_{min}) 0,5$$

donde:

R_s = Radiación solar incidente

R_o = Radiación solar extraterrestre

KT = coeficiente tmax = temperatura diaria máxima

tmin = temperatura diaria mínima

Puesto que los valores de R_o están tabulados y las temperaturas máximas y mínimas son datos empíricos relativamente fáciles de obtener, la dificultad para aplicar esta sencilla expresión la encontramos en el coeficiente KT .

Para evaluar la **Radiación Solar Extraterrestre (R_o)** existen varias tablas, todas ellas en función de la latitud y del mes. Al final de este documento en el anexo 1, se incluye la tabla de R_o de Allen *et al.* (1998). Por otra parte, el **coeficiente KT** de la expresión es un coeficiente empírico que se puede calcular a partir de datos de presión atmosférica, pero Hargreaves (Samani, 2000) recomienda $KT = 0,162$ para regiones del interior y $KT = 0,19$ para regiones costeras.

Fórmula simplificada

Sustituyendo el valor de R_s de (2) en la expresión inicial (1), y tomando para el coeficiente KT el valor medio de 0,17, resulta la expresión citada con más frecuencia en la bibliografía:

$$ETo = 0,0023 (tmed + 17,78)Ro * (tmax - tmin) 0,5$$

Donde:

ETo = Evapotranspiración potencial diaria, mm/día
 $tmed$ = temperatura media diaria, °C
 R_o = Radiación solar extraterrestre, en mm/día (tabulada).

$tmax$ = temperatura diaria máxima

$tmin$ = temperatura diaria mínima

Variables a evaluar

Diseño Agronómico para el Riego

Para el cultivo de naranja Tangelo, se consideró un diseño agronómico que toma como componente el valor K_c y ET_c .

Evapotranspiración del Cultivo ET_c

La evapotranspiración es la cantidad de agua que vuelve a la atmósfera procedente por un lado del suelo donde crece el cultivo (evaporación) y por el otro de la

transpiración del propio cultivo (Santana, 2008). Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$ET_c = E_{to} * K_c * FC$$

Donde:

E_{to}= evapotranspiración del cultivo de referencia (mm/día)

K_c= coeficiente de los cultivos (adimensional)

FC= factor de cobertura para especies arbustivas ($0 > FC < 1$) o bien

$$ET_c = E_{to} * K_c * (1,28P + 0,1125)$$

P= fracción de sombreado al medio día solar ($0,1 > P < 0,7$)

P, representa el grado de intercepción de la radiación solar por parte de las hojas. Se pueden utilizar valores mínimos de 0,1.

P se puede estimar a partir de:

$$P = \frac{\pi * D_s^2}{4E_{eh} * E_{sh}}$$

Donde:

D_s= diámetro promedio de la sombra proyectada en el suelo por las hojas del árbol al medio día solar (m).

E_{eh}= espaciamiento de los árboles entre hileras (m).

E_{sh}= espaciamiento de los árboles sobre la hilera (m).

Volumen de agua (V_a) diario requerido por la planta (l/día)

$$V_a = ET_c o N_n * E_{eh} * E_{sh}$$

Donde:

ET_c= evapotranspiración del cultivo mm/día.

N_n= necesidad neta de riego al cultivo mm/día.

E_{eh}= esparcimiento de los árboles entre hileras (m).

E_{sh}= esparcimiento de los árboles sobre la hilera (m).

Volumen total (Vt) diario a aplicar por la planta (l/día)

$$Vt = \frac{Va}{Ef (- RL)}$$

Donde:

Va= volumen de agua diario requerido por la planta (l/día).

Ef= eficiencia de aplicación del agua de riego (Riego por goteo 0,9 a 0,95)

Requerimiento de lavado

En riegos por goteo y microaspersión de alta frecuencia:

$$RL = \frac{CEa}{2(\text{máx } CEe)}$$

Dónde:

RL= requerimiento de lavado, expresado en tanto por uno.

Cea= conductividad eléctrica del agua de riego, expresada en dS/m.

Máx. CEe= conductividad eléctrica del extracto de saturación del suelo, para la cual el descenso de producción es del 100%. Se expresa en dS/m.

Tiempo de riego (TR)

$$TR = \frac{Vt * Fr}{Qg * Ng}$$

Donde:

TR= tiempo de riego o de aplicación de agua para reponer el déficit (hr).

Vt= volumen total diario de agua a aplicar por planta (l/día/planta).

Fr= frecuencia de riego, en días (1= riego de todos los días; 2= riego día por medio, etc.).

Qg= caudal de cada gotero (l/h).

Ng= número de goteros por planta.

Fórmula a utilizar para el diseño hidráulico del sistema de riego

Se utilizó la fórmula de BLASIUS, la cual se utiliza adecuadamente para el diseño de sistemas de riego, cuando los diámetros de tubería a seleccionar son menores a 2 pulgadas.

Diseño de Tubería Lateral Portaemisores.

Caudal en el origen de la tubería lateral (Q) expresado en litros/hora.

$$Q = n * q$$

Donde:

n = número de goteros o microaspersores.

q= caudal del gotero o microaspersores (litros/hora).

Longitud real (L) expresado en metros.

$$L = n^{-1} * de + do$$

Donde:

n= número de goteros o microaspersores.

de= distancia entre goteros o microaspersores (m).

do= distancia del primer gotero o microaspersor al origen de la tubería lateral.

Longitud ficticia (Lf) expresado en metros

$$Lf = L + (n * le)$$

Donde:

L= longitud real (m).

n= número de goteros o microaspersores.

le= longitud equivalente de conexión del gotero. Se utiliza en valor 0,20 m.

Diámetro interior de tubería lateral (D) expresado en milímetros.

$$D = \left(\frac{0,496 * Q^{1,75} * x * F * Lf}{0,055 * H} \right)^{1/4,75}$$

Donde:

Q= caudal en el origen del lateral (litros/hora)

X= exponente de descarga del gotero o microaspersor.

F= factor de Christiansen (se considera por el número de emisores en la tubería lateral y el tipo de tubería que se utiliza en el diseño).

Lf= longitud ficticia de la tubería lateral.

H= presión del trabajo del aspersor (mca).

Pérdida de carga real (h) expresado en metro columna agua

$$h = \frac{0,496 * Q^{1,75} * F * Lf}{D^{4,75}}$$

Donde:

Q= caudal en el origen del lateral (litros/hora).

F= factor de Christiansen (se considera por el número de emisores en la tubería lateral y el tipo de tubería que se utiliza en el diseño).

Lf= longitud ficticia de la tubería lateral.

D= diámetro interior de la tubería seleccionada según la ficha técnica (mm).

Presión necesaria en el origen de la tubería lateral (Po) expresado en metro columna agua (mca). Su fórmula es:

$$Po = H + 0,73 * h \pm \frac{Hg}{2}$$

Donde:

H= presión de trabajo del gotero o microaspersor (mca).

h= pérdida de carga real.

Hg= diferencia de cota del lateral o cota final (m).

Si el lateral es ascendente (signo +) o descendente (signo -).

Diseño de Tubería Terciaria Portalaterales.

Caudal en el origen de la tubería terciario (Q) expresado en litros/hora

Se calcula por medio de la siguiente fórmula:

$$Q = n * q$$

Donde:

n= número de laterales

q= caudal del lateral (litros/hora)

Longitud real (L) expresado en metros

Se calcula por medio de la siguiente fórmula:

$$L = n - 1 * le + do$$

Donde:

N= número de laterales.

le= longitud equivalente del lateral (m).

do= distancia del primer lateral al origen de la tubería terciaria.

Longitud ficticia (Lf) expresado en metros

Se supone que las pérdidas de carga singulares son el 20% de las pérdidas por rozamiento:

$$Lf = 1,20 * L$$

Donde:

L= longitud real (m)

Pérdida de carga admisible en la tubería terciaria (h'a) expresado en metro columna agua (mca)

$$h'a = \left(\frac{0,1}{x} * H \right) - h$$

Donde:

X= exponente de descarga del gotero o microaspersor.

H= presión del trabajo del gotero o microaspersor (mca).

h= pérdida de carga real de la tubería lateral.

Diámetro interior de tubería terciaria (D) expresado en milímetros.

$$D = \left(\frac{0,496 * Q^{1,75} * F * Lf}{h'a} \right)^{1/4,75}$$

Donde:

Q= caudal en el origen del lateral (litros/hora)

F= factor de Christiansen (se considera por el número de emisores en la tubería lateral y el tipo de tubería que se utiliza en el diseño).

Lf= longitud ficticia de la tubería lateral.

h'a= Pérdida de carga admisible en la tubería terciaria (mca).

Pérdida de carga real (h) expresado en metro columna agua

$$h = \frac{0,496 * Q^{1,75} * F * Lf}{D^{4,75}}$$

Donde:

Q= caudal en el origen del lateral (litros/hora).

F= factor de Christiansen (se considera por el número de emisores en la tubería lateral y el tipo de tubería que se utiliza en el diseño).

Lf= longitud ficticia de la tubería lateral.

D= diámetro interior de la tubería seleccionada según la ficha técnica (mm).

Presión necesaria en el origen de la tubería terciaria (P'o) expresado en metro columna agua (mca). Su fórmula es:

$$P'o = P_o + 0,73 * h' \pm \frac{Hg}{2}$$

Donde:

Po= presión en el origen de la tubería lateral (mca).

h'= pérdida de carga lateral de la tubería terciaria (mca).

Hg= diferencia de cota del lateral o cota final (m).

Diseño de Tubería de Conducción (secundaria y primaria).

Longitud ficticia (Lf) expresado en metros

Se supone que las pérdidas de carga singulares son el 20% de las pérdidas por rozamiento:

$$L_f = 1,20 * L$$

Donde:

L= longitud real (m)

Diámetro interior de tubería secundaria y primaria (D) expresado en milímetros.

Se calcula por medio de la siguiente fórmula:

$$D = 0,5947 \sqrt{\frac{Q}{V}}$$

Donde:

Q= caudal en el origen de la tubería terciaria (litros/hora).

V= velocidad del agua en el interior de la tubería (m/s).

La velocidad ideal del agua en el diseño de tuberías de conducción es 1,5 m/s pero se admite hasta 2,5 m/s.

Pérdida de carga real (h) expresado en metro columna agua

$$h = \frac{0,496 * Q^{1,75} * F * L_f}{D^{4,75}}$$

Donde:

Q= caudal en el origen de la tubería terciaria (litros/hora).

Lf= longitud ficticia de la tubería secundaria o primaria.

D= diámetro interior de la tubería seleccionada según la ficha técnica (mm).

Presión necesaria en el origen de la tubería secundaria o primaria (Po) expresado en metro columna agua (mca).

$$P_o = P_{ro} + h' - \frac{Hg}{2}$$

Donde:

Pro= presión en el origen de la tubería terciaria (mca).

h'= pérdida de carga real de la tubería secundaria o primaria (mca).

Hg= diferencia de cota del lateral o cota final (m).

Ecuación Fundamental de las Pérdidas Secundarias (m)

Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$J = \frac{8 * K * Q^2}{D \wedge 4 * g * \pi^2}$$

Donde:

J= pérdida de carga secundaria en m.c.a

K= constante del accesorio (dato).

Q= caudal en m³/segundo (incógnita).

g= 9,81 metros por seg².

D= diámetro interior del fittings (dato).

Potencia requerida

Se determinada por medio de la siguiente fórmula:

$$PR = \frac{Q_t * P_t * 1000 * 9.8}{n * 746}$$

Donde:

Qt: caudal total (m³/seg).

Pt= presión total (mca).

N= requerimiento por efecto de transmisión de potencia.

Pérdida de carga por rozamiento en tubería a presión.

La pérdida de carga por rozamiento en tubería a presión se calcula por medio de la *Ecuación de Darcy-Weisbach*, esta es una ecuación teórica utilizada para el cálculo de pérdidas por fricción en sistemas operando a presión. Aun cuando es una ecuación completamente desarrollada en fundamentos de la física clásica, haciéndola aplicable para prácticamente cualquier tipo de fluido y en diversas aplicaciones, su uso no se ha extendido (al menos en la parte práctica) debido a lo complejo que es el cálculo del Factor de Fricción (la expresión de este factor es una ecuación implícita), siendo necesario generalmente la realización de iteraciones o el uso de métodos numéricos para lograr la resolución.

$$hf = f * \frac{L}{D} * \frac{V^2}{2g}$$

Donde:

hf= pérdida de carga debida a la fricción (m), calculada a partir de (f).

f= factor de fricción de Darcy (adimensional).

L= relación entre la longitud (m).

D= diámetro de la tubería (m).

V= la velocidad media de flujo (m/s).

g= aceleración debida a la gravedad, y se supone constante (9,81m/s²).

Cálculo del equipo de filtrado

Orificio de malla (Om)

Se admite que el tamaño de los orificios de la malla debe ser 1/7 del tamaño del orificio del gotero.

$$OM = \frac{Dmg}{7}$$

Donde:

Om: Orificio de malla (micras).

Dmg= diámetro del gotero.

Relación entre el número de Mesh y el tamaño de orificio en malla de acero inoxidable

Las mallas que se colocan en el interior del filtro pueden ser de materiales y características diferentes (acero inoxidable o de plástico (poliéster, nylon, etc.). El parámetro que comúnmente se utiliza para evaluar la capacidad de retención del filtro es el número de mesh, que se define como el número de orificios por pulgada lineal, contados a partir del centro de un hilo, así se dice una malla de 120 mesh o 120 orificios.

El número de mesh, por lo tanto, es un dato orientativo sobre la capacidad de filtrado de una malla, pero es más recomendable la adopción de la luz de la malla (tamaño del orificio expresada en mm) como parámetro para definir la capacidad de retención del filtro, evitándose las posibles confusiones a que pueda dar lugar el empleo del número de mesh. Para mallas de acero inoxidable se puede dar la siguiente tabla, que relaciona el tamaño de los orificios con el número de mesh. Las mallas estándar son las comprendidas entre 100 y 200 mesh.

Tabla 3. *El número de Mesh y el tamaño de orificio en malla de acero inoxidable.*

Nº DE MESH	ORIFICIO (mm)	Nº DE MESH	ORIFICIO (mm)
7	2800	60	250
8	2360	65	212
9	2000	80	180
10	1700	100	150
12	1400	115	125
14	1180	150	106
16	1000	170	90
20	850	200	75
24	710	250	63
28	600		

Nota. Según la tabla para el tamaño de orificio en micras (128), el número de Mesh es 120.

La velocidad que se recomienda en filtros de malla es de 0,4 m/seg que equivale a 1440 a 2160 m/h.

- Velocidad del agua dentro del filtro= 0,4 m/seg= 1440 m/h.
- Caudal que atraviesa por el filtro= 1440 m³/h * m² de superficie filtrante.

Para calcular la superficie efectiva se incrementa el caudal de riego en un 20% como margen de seguridad.

$$57+(57*0.20) = 68.4 \text{ m}^3/\text{h}$$

Superficie efectiva (S)

$$S = \frac{Q_{in}}{Q_f} = \frac{68,4}{1440} = 0.0475 \text{ m}^2$$

Donde:

S: Superficie efectiva.

Oin: Caudal incrementado (m³/h).

Of: Caudal que atraviesa por el filtro (m³/h*m²).

Superficie total (ST)

$$ST = \frac{S}{0,3}$$

Donde:

ST: Superficie total (m³).

Los filtros de malla producen pérdidas de carga de 1 a 2 mca.

Los filtros de anillas producen pérdidas de carga de 1 a 3 mca.

Propiedades hidrofísicas del suelo

Se determinaron las propiedades del suelo que influyen en el movimiento y almacenamiento del agua en el suelo.

Tabla 4. *Propiedades hidrofísicas del suelo.*

Propiedades hidro físicas del suelo						
Perfil	Profundidad (m)	Textura	Densidad (g/cm³)	C. C (gr Agua/cm³ Suelo)	P. M (gr agua/cm³ suelo)	C. H (cm/hr)
1	0.2	Arena 24 Arcilla 19 Limo 57	1.38	0.29	0.12	1.18
2	0.4	Arena 22 Arcilla 43 Limo 35	1.26	0.39	0.24	0.22
3	0.4	Arena 24 Arcilla 41 Limo 35	1.29	0.35	0.19	0.32

Nota: C.C es Capacidad de Campo; P.M es Punto de Marchitez y C.H representa la Conductividad Hidráulica del suelo.

Calidad del agua para riego

Se determinaron las propiedades físicas químicas del agua a utilizar y luego se clasificó según su uso por las normas RIVERSIDE.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se procedió a recopilar datos meteorológicos del sitio San Miguel de Briceño por un período de tres meses, noviembre, diciembre y enero, para posteriormente efectuar el cálculo de la evapotranspiración de referencia cuya información tiene relevancia en el diseño agronómico del cultivo. Los resultados de dichos cálculos se despliegan detalladamente en el anexo 2, y se sintetiza en la siguiente tabla.

Tabla 5. Resultados mediante la fórmula de Hargreaves.

Meses	ET _o (mm/d)	ET _c (mm/d)	Volumen de agua req. L/d	RL	V.T Diario (l/d)	Tiempo de riego (h)
Noviembre	3,19- 4,53	1,84- 2,61	66,26-94,01	0,145	66,65-94,56	3,33-4,73
Diciembre	2,28- 4,52	1,32- 2,58	47,39-96,32	0,145	47,67-96,88	2,39-4,68
Enero	2,93- 5,39	2,93- 5,39	60,84-111,82	0,145	61,2-105,54	3,05-5,41

ET_o = evapotranspiración potencial diaria, mm/día; ET_c = evapotranspiración del cultivo mm/día; RL = requerimiento de lavado, expresado en tanto por uno; VT diario = volumen total diario de agua a aplicar por planta (l/día/planta).

Para calcular la evapotranspiración de referencia o ET_o, se empleó el método de Hargreaves porque el mismo se maneja para las áreas cercanas a la Estación Meteorológica midiendo la evaporación real, y además porque los datos tomados en la estación son de la zona en donde se desarrolló el cultivo de *naranja Tangelo* e implementa el sistema de riego.

Para determinar el balance hídrico del cultivo en los meses calculados, la precipitación no se tiene en cuenta, según los cálculos, no afecta la cantidad de agua en los cultivos. El método de riego efectuado es el de microaspersión por cuanto se debe considerar la eficiencia de aplicación del agua del método de riego que es de 85%, ya que se ajusta a las necesidades diarias a la eficiencia de aplicación del agua del método de riego. Considerando los cálculo agronómicos se estableció que el máximo de tiempo de riego para el cultivo de *naranja Tangelo*, es de cinco horas con 25 minutos. El caudal necesario para cubrir las necesidades hídricas del cultivo durante el periodo morfológico es de 11.640 m³ regados.

De acuerdo con (Jafari, Kamali, Keshavarz, & Momeni , 2021) mediante la identificación de la tasa de evapotranspiración estándar y los coeficientes de cultivo (simple y dual) manifiestan similitud con los datos de la presente investigación. Sus

resultados mostraron que el riego al 90 % de ETo proporcionó todos los requisitos de agua de los árboles. La tasa media de evapotranspiración del cultivo se calculó como 5,2 mm día⁻¹, con un coeficiente de cultivo que oscilaba entre 0,65 y 0,95. Asimismo, en el actual estudio para establecer la evapotranspiración de referencia o ETo, se utilizó el método de Hargreaves porque el mismo se maneja para las áreas cercanas a la Estación Meteorológica midiendo la evaporación real, y además porque los datos tomados en la estación son de la zona en donde se desarrolló el cultivo de *naranja Tangelo* e implementa el sistema de riego con resultados promedio de 5,39 mm día.

- Diseño de Tubería Lateral Portaemisores.

Se deben tener en cuenta varias consideraciones al tender tuberías para transportar dispositivos de emisión sobre el suelo: proporcionar a cada planta la cantidad de emisores requeridos por el diseño agronómico; no molestar labores de siembra y mínima inversión.

Se debe considerar la ubicación del transmisor en relación con la planta para garantizar un anclaje adecuado, un uso eficiente del agua y un desarrollo adecuado de las raíces. Deben colocarse cerca de la planta para favorecer su desarrollo, pero no tanto que la zona saturada entre en contacto con el tronco. El Diseño Hidráulico para la tubería lateral portaemisores del cultivo de *naranja Tangelo*.

El caudal del microaspersor es de 40 l/h, porque se requiere un mejor mojado para cada planta y así evitar áreas o bulbos secos. La longitud real de las tuberías portaemisores es de 36m, el diámetro interior calculado es de 9,11 a 10,16mm, por tanto, el diámetro interior seleccionado es de 13,6mm según la ficha técnica de la manguera a instalar. La pérdida de carga real estimada es de 0,50 a 0,84mca. La presión en el origen es desde 31,97 a 34,21mca. En el anexo 3 se puede apreciar la ficha técnica del micro aspersor.

Tabla 6. *Diseño de Tubería Lateral Portaemisores por bloques.*

Diseño de tubería lateral portaemisores					
Bloque 1					
Caudal en el origen Q (l/h)	Long. Real L (m)	Long. Ficticia Lf (m)	Diámetro interior (mm)	Pérdida de carga real H (mca)	Pres. Nec. Orig Po (mca)
320	36	37,6	13,6	0,84	34,21
Bloque 2					

Caudal en el origen Q (l/h)	Long. Real L (m)	Long. Ficticia Lf (m)	Diámetro interior (mm)	Pérdida de carga real H (mca)	Pres. Nec. Orig Po (mca)
240	36	37,2	13,6	0,5	33,97

Bloque 3

Caudal en el origen Q (l/h)	Long. Real L (m)	Long. Ficticia Lf (m)	Diámetro interior (mm)	Pérdida de carga real H (mca)	Pres. Nec. Orig Po (mca)
240	36	37,2	13,6	0,5	31,97

- Diseño de Tubería Terciaria o Portalaterales.

El caudal en el origen de las tuberías portalaterales es desde 3000 hasta 10880l/h. La longitud real en el tramo de diseño de las tuberías portalaterales es de 54 hasta 108m, el diámetro interior calculado es de 47mm. La pérdida de carga real estimada es de 0,172 a 3,275mca. La presión en el origen es desde 33,1 a 39,67mca.

Tabla 7. *Diseño de Tubería Terciaria o Portalaterales por bloques.*

Diseño de tubería terciaria o portalaterales						
Bloque 1						
Caudal en el origen Q (l/h)	Long. Real L (m)	Long. Ficticia Lf (m)	Pérd. Carg. Adm. H,a (mca)	Diámetro interior (mm)	Pérdida de carga real H (mca)	Pres. Nec. Orig Po (mca)
10880	108	129,6	5,28	47	3,275	39,67
Bloque 2						
Caudal en el origen Q (l/h)	Long. Real L (m)	Long. Ficticia Lf (m)	Pérd. Carg. Adm. H,a (mca)	Diámetro interior (mm)	Pérdida de carga real H (mca)	Pres. Nec. Orig Po (mca)
8640	108	129,6	5,62	47	2,188	41,11
Bloque 3						
Caudal en el origen Q (l/h)	Long. Real L (m)	Long. Ficticia Lf (m)	Pérd. Carg. Adm. H,a (mca)	Diámetro interior (mm)	Pérdida de carga real H (mca)	Pres. Nec. Orig Po (mca)
3000	54	64,8	5,62	47	0,172	33,1

- Diseño de Tuberías de Conducción (Primaria y Secundaria).

Dentro de un sistema de riego eficiente en la producción del cultivo de naranja Tangelo, es necesario determinar el diseño de tuberías de conducción (primaria y secundaria, estas tuberías de conducción son conocidas como una línea que conduce a un conjunto de tuberías y dispositivos de control que permite el transporte de cero, en las condiciones cualitativas, cuantitativas y presurizadas adecuadas, desde la fuente de energía hasta el punto de distribución.

En relación a los resultados mencionados, el artículo realizado por (Bwambale , Abagale, & Anornu , 2022), presenta similitud con los resultados del presente estudio, estos autores demuestran que existe potencial para perfeccionar la eficiencia en el uso del agua a través de sistemas de riego inteligentes, especialmente con el advenimiento de las tecnologías de comunicación inalámbrica, los sistemas de monitoreo y las estrategias de control avanzadas para una programación óptima del riego. Se argumenta que la combinación de métodos de monitoreo basados en el suelo, la planta y el clima en un entorno de modelado con control predictivo del modelo puede mejorar significativamente la eficiencia del uso del agua.

El caudal en el origen de las tuberías de conducción primaria y secundaria es de 11640/h. La longitud real en el tramo de diseño de las tuberías portlaterales es de 195, el diámetro interior calculado es de 59mm. La pérdida de carga real estimada es de 5,21mca, la presión en el origen es de 49,88mca.

Tabla 8. *Diseño de Tuberías de Conducción (Primaria y Secundaria).*

Diseño de tuberías de conducción (primaria y secundaria)					
Caudal en el origen Q (l/h)	Long. Real L (m)	Long. Ficticia Lf (m)	Diámetro interior (mm)	Pérdida de carga real H (mca)	Pres. Nec. Orig Po (mca)
11640	195	234	59	5,21	49,88

- Cálculo del cabezal de riego

Tabla 9. *Cabezal de riego*

Cabezal de riego							
Número de Reynolds (RE)	Caudal l/h	Caudal m3/s	Coefficiente fricción (F)	Pérdida de carga (hf)	J	ADT	Potencia requerida (HP)
578431	11640	0,00323	0,013	0,091	1,712	61,4	3,6

El cabezal de riego es un elemento primordial en el funcionamiento de los sistemas de riego debido a que en él se ubican elementos que van a dotar de la energía necesaria para que el sistema de riego funcione eficientemente. Dentro de los parámetros destacables en este cálculo se encuentran: El caudal necesario para abastecer el sistema es de 11640 l/h, la pérdida de carga en el en el sistema de tuberías es 0,091, la altura dinámica total de 61,4 y la potencia requerida de 3,6HP.

En relación con los resultados del estudio presente, por el contrario, (Mhawej M. , Nasrallah, Abunnasr, Fadel , & Faour, 2021), mencionan que actualmente se utilizan varios modelos de balance de energía superficial (SEB) para liberar el potencial ilimitado de las técnicas del sistema de información geográfica (GIS) y la teledetección (RS). Su resultado principal, a saber, la evapotranspiración real (ETa), se requiere para la evaluación del balance hídrico a nivel de cuenca, regional y nacional, se elaboró una novedosa lista completa de coeficientes de cultivos(aKc), en la que estos coeficientes generalmente se usan para recuperar la ETa tan necesaria utilizando el cultivo de referencia sensible al clima evapotranspiración (ETo).

- Características de la bomba.

Tabla 10. *Características de la bomba.*

Características de la bomba			
POTENCIA (HP)	ADT (MCA)	Caudal Necesario (GPM)	Diámetro de impulsión (mm)
3,6	61,4	51	63

Otra característica con las que debe de cumplir el dispositivo de bombeo es el diámetro de impulsión requerido de 63mm, caudal necesario 51GPM y con una potencia de 3,6HP. En el anexo 4 se encuentra detallado el cálculo de la bomba

- Equipo de filtrado.

Tabla 11. *Equipo de filtrado.*

Equipo de filtrado					
Caudal (m3/h)	Orificio de Malla (Om) (mm)	Número de Mesh	Velocidad (m3/h *m2)	Superficie efectiva (S) (m2)	Superficie Total (S) (cm2)
14	0,129	120	1800	0,00776	259

El buen funcionamiento del dispositivo de filtrado es fundamental para que el sistema trabaje eficazmente y como medida de protección a los emisores. Mediante los respectivos cálculos realizados se obtuvieron que el caudal necesario del sistema de filtrado es de 14m³/h, la velocidad del mismo debe de ser de 1800m³/hm², la superficie efectiva es de 0,00776m² y la superficie total de 259cm² (ver anexo 5). En relación a los

resultados expuestos anteriormente, se determinaron los parámetros hidráulicos para el funcionamiento del sistema de riego para el cultivo de naranja Tangelo (ver anexo 6).

Según los resultados del estudio, la estimación de los costos en la implementación del sistema de riego para el cultivo de naranja Tangelo se definió en función de los costos de emisiones de riego, tuberías, accesorios y materiales bomba, donde se indica el trabajo a realizar y el costo total por hectárea por año. Los costos de compra de materiales, diseño e implementación de sistemas de riego para cultivos de naranja Tangelo es un total de \$4255.49. Los resultados se despliegan en el anexo 7.

Tabla 12.

Estimación de los costos en la implementación del sistema de riego para el cultivo de naranja Tangelo.

Emisiones de riego	Tuberías	Accesorios y materiales	Bomba	Total
\$1017,42	\$1606,95	\$981,12	\$650	\$4255,49

En particular, citado por (Saitta, Biagio, Giuseppe, Ramirez, & Vanella, 2021) el tratamiento más estresado (PRD), alcanzando el Ψ más bajo valores de tallo (- 1.8 a - 2.0 MPa), como también lo muestran los grupos de tallos SF versus Ψ , dieron como resultado valores WUE para los parámetros de rendimiento (WUE Y), TA (WUE TA) y TSS (WUE TSS) de aproximadamente 2.6, 2.9, y 3,1 veces mayor que FI, respectivamente. En conclusión, este estudio demostró que los árboles fueron capaces de alcanzar rendimientos y características cualitativas similares a las obtenidas con FI, incluso después de 10 años de aplicación de regímenes de riego deficientes.

Los tratamientos de riego aplicados fueron los siguientes: riego deficitario sostenido (SDI); riego deficitario regulado (RDI); secado parcial de la zona radicular (PRD), cada uno distribuyendo un déficit hídrico de alrededor del 19 %, 29 % y 52 %, respectivamente, en comparación con el tratamiento de control (FI) que suministra el nivel de riesgo total (100 % ETc). En general, se han obtenido mayores eficiencias en el uso del agua (EUA) en los tratamientos DI, que garantizan un mayor ahorro de agua (hasta un 50%), sin afectar las características de rendimiento y calidad (Saitta, Biagio, Giuseppe, Ramirez, & Vanella, 2021).

CONCLUSIONES

Con base en el objetivo de establecer los parámetros técnicos para la programación de riego eficiente en la producción del cultivo de naranja Tangelo se concluye que la tubería de conducción primaria instalada en el caudal de origen fue de 11.640 l/h, longitud real de 195 m, longitud ficticia 234 m, con un diámetro interior 59 mm, pérdida de carga real de 5.21 mca y una presión necesaria de origen potencial 49.88 mca, dicha tubería sirve como medio de conducción para otro sistema de riego por goteo con rendimiento hidráulico similar. Los hallazgos proporcionan una guía útil para los productores y agencias locales para lograr una mejor programación del riego y una mayor productividad del agua para la región.

En cuanto a los parámetros hidráulicos en el funcionamiento del sistema de riego para el cultivo de naranja Tangelo los resultados para el diseño hidráulico para el cultivo de naranja Tangelo posee un área de 2 ha, donde la uniformidad de la superficie, las tuberías de riego no son iguales en longitud. El caudal de los goteros es de 40 l/h, porque se requiere un mejor mojado para cada planta y así evitar áreas o bulbos secos. Se necesita más transparencia y organización al ingresar las tareas agrícolas y los costos incurridos en el sistema para evitar errores en la asignación de costos a una parcela de cultivo.

Realizar la estimación de los costos en la implementación del sistema de riego para el cultivo de naranja Tangelo, se estimó que siempre que sea necesario establecer un ciclo de cultivo, debemos tener en cuenta la estación del año y sus variables climáticas para obtener estadísticas precisas sobre un buen balance hídrico. El método de riego por microaspersión reducirá las molestias ocasionadas por hongos, crecimiento de rastrojos, muchas plagas y enfermedades del cultivo y por ende también reducirá los costos asociados a la compra de materiales, diseño e implementación del sistema de riego para el cultivo de naranja Tangelo examinando un total de \$4255.49. El costo de implementar un sistema de riego está determinado por el ahorro de mano de obra al implementar ciertas técnicas (desbroce y control de plagas, riego, fertilización) en el cuidado del cultivo.

BIBLIOGRAFÍA

- Allen, R., Pereira, L., Raes, D., & Smith, M. (1998). Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements - FAO. Irrigation and drainage, 56. Obtenido de <Http://www.fao.org/3/x0490s/x0490s00.htm>
- Bergkamp, G., Orlando, B., & Burton, I. (2003). Change: adaption of water resources management to climate change. Unión Mundial para la Naturaleza (IUCN), 1-10.
- Bwambale , E., Abagale, F., & Anornu , G. (2022). Estrategias inteligentes de monitoreo y control del riego para mejorar la eficiencia del uso del agua en la agricultura de precisión: una revisión. SienceDirect ELSEVIER, 260, 1-10. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378377421006016?via%3Dihub>
- Canas, M. (24 de Octubre de 2018). TENDENZIAS.COM. Obtenido de TENDENZIAS.COM: <https://tendenzias.com/life/que-es-el-metodo-cuantitativo/>
- Cañarte, E., & Navarrete, J. (2019). www.repositorio.iniap.gob.ec. Obtenido de <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5393>
- Carbonell, T., Blanco, A., Herrera , J., Chaterlán, Y., Herrera , L., Cintra , M., . . . Márquez, J. (2021). Influencia del riego en cultivos sobre el manto freático de un suelo aluvial de Guantánamo. Ingeniería Agrícola, 1-10. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/5862/586269904002/html/>
- Coelho, F. (17 de Mayo de 2019). Significados.com. Obtenido de Significados.com: <https://www.significados.com/metodologia/>
- Cortes, V., & Vargas, M. (2020). Diseño e implementación de un sistema de riego automatizado y monitoreo de variables ambientales mediante iot en los cultivos urbanos de la fundación mujeres empresarias marie poussepin. Bogotá: Universidad Católica De Colombia. Obtenido de

<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/25546/1/Tesis%20Fabian%20Vargas-%20Valeria%20Cortes.pdf>

Díaz, H., & Mercado, J. (2012). Diseño de un sistema de riego por goteo para cítricos (naranja) en la finca ojo de agua con energía renovable (solar) en el MUNicipio de “San Francisco Libre” Departamento de Managua. Managua, Nicaragua: Universidad Nacional De Ingeniería. Obtenido de <https://ribuni.uni.edu.ni/1088/1/38216.pdf>

Drechsler, K., Kisekka, I., & Upadhyaya, S. (2019). A comprehensive stress indicator for evaluating plant water status in almond trees. *Agricultural Water Management*, 214-223.

Gobierno Autónomo Descentralizado San Vicente. (2017). www.sanvicente.gob.ec. Obtenido de www.sanvicente.gob.ec: <https://sanvicente.gob.ec/index.php/15-datos-municipio>

Jafari, M., Kamali, H., Keshavarz, A., & Momeni, A. (2021). Estimación de la evapotranspiración y coeficiente de cultivo de naranjos regados por goteo bajo un clima semiárido. *ScienceDirect ELSEVIER*, 248, 1-10. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378377421000342?via%3Dihub>

Jimenez, R. (2019). Condiciones y requisitos que deben cumplir para el mejoramiento de la agricultura de regadío en zonas con escasez de recurso hídrico: Caso Sector Valencia – Distrito De Aramango –Bagua - Amazonas – 2019. Lambayeque – Peru: Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Obtenido de <https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/4306/BC-TES-3124.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

Juan, J. (2019). Cambios de uso del suelo y su influencia en la agricultura de riego en el Subtrópico Mexicano. *Economía, Sociedad y Territorio*, 601-630. Obtenido de <https://www.scielo.org.mx/pdf/est/v19n61/2448-6183-est-19-61-601.pdf>

Méndez, L., Rodríguez, L., & García, V. (2019). Prototipo de Estación Meteorológica. *Memorias del Congreso Internacional*, 2274-2278.

- Mhaweji, M., Nasrallah, A., Abunnasr, Y., Fadel, A., & Faour, G. (2021). Mejor gestión del riego utilizando el coeficiente de cultivo único ajustado basado en satélites (aKc) para más de sesenta tipos de cultivos en California, EE. UU. *ScienceDirect ELSEVIER*, 256, 1-10. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378377421003243?via%3Dihub>
- Ortiz, R., & Chile, M. (2020). Métodos de cálculo para estimar la evapotranspiración de referencia para el Valle de Tumbaco. *Siembra*, 7(1), 1-10. Obtenido de http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?pid=S2477-88502020000200001&script=sci_arttext
- Ramos, P., & Báez, D. (2013). Diseño y construcción de un sistema de riego por aspersión en una parcela demostrativa en el Cantón CEVALLOS. RIOBAMBA – ECUADOR: POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/234584715.pdf>
- Saitta, D., Biagio, M., Giuseppe, M., Ramirez, J., & Vanella, D. (2021). Adaptación de los huertos de cítricos a las estrategias de riego deficitario. *ScienceDirect-ELSEVIER*, 1-10. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378377420322782>
- Saltos, D. (2011). El agua de riego y su incidencia en la producción agrícola de un terreno en la Parroquia Santa Rosa De La Ciudad De Ambato, Provincia De Tungurahua. 2011: Universidad Técnica De Ambato. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/1595/1/Tesis%20594%20-%20Saltos%20Salazar%20Diego.pdf>
- Samani, Z. (2000). Estimating Solar Radiation and Evapotranspiration Using Minimum Climatological. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 126(4), 265-267.
- Santana, L. (2008). EVAPOTRANSPIRACIÓN PENMAN-MONTEITH - Análisis Año 2008. *AgroCabildo*, 1-77. Obtenido de <https://www.agrocabildo.org/publica/analisisclimatico/evapotrans2008.pdf>

- Valencia, R. (2015). “El sistema de riego y la incidencia en la productividad agrícola de las comunidades de Cochatuco y Llullucha, parroquia Angamarca, cantón Pujilí, provincia de Cotopaxi. Ambato – Ecuador: Universidad Técnica De Ambato. Obtenido de <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Tesis%20890%20-%20Valencia%20Medina%20Roberto%20Vinicio.pdf>
- Valverde, J., & Arias, D. (2020). Efectos del estrés hídrico en crecimiento y desarrollo fisiológico de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp. *Colombia Forestal*, 20-34. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-07392020000100020
- Vélez, J., Sebastiano, D., & Castel, J. (2017). PROGRAMACION DEL RIEGO EN CÍTRICOS CON BASE EN SENSORES DE MEDIDA DEL ESTADO HÍDRICO DEL SUELO Y DE LA PLANTA. *Ingeniería del Agua*, Vol. 14, No 2, 1-10.
- Vinueza, R. (2009). Diseño de un plan de manejo de riego para los cultivos de cítricos en El Zamorano, Honduras. Honduras: ZAMORANO. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/5a488378-5d1a-42f2-badd-dbf26abe438f/content>

ANEXOS

Anexo 1. Tabla de Radiación solar extraterrestre en mm/día (Allen et al., 1998)
(Original en MJ·m⁻²·día⁻¹; 1 mm/día = 2,45 MJ·m⁻²·día⁻¹).

Tabla de Radiación solar extraterrestre en mm/día (Allen et al., 1998) (Original en MJ·m⁻²·día⁻¹; 1 mm/día = 2,45 MJ·m⁻²·día⁻¹)

Latitud	HEMISFERIO NORTE												HEMISFERIO SUR											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
70	0.0	1.1	4.2	9.4	14.4	17.3	16.1	11.4	6.1	2.0	0.0	0.0	16.9	11.7	6.4	2.0	0.1	0.0	0.0	0.9	4.4	9.6	15.2	18.5
68	0.0	1.5	4.8	9.8	14.4	17.1	15.9	11.7	6.6	2.4	0.3	0.0	16.7	12.0	6.9	2.4	0.3	0.0	0.0	1.3	4.9	10.0	15.3	18.2
66	0.2	2.0	5.3	10.1	14.5	16.9	15.8	12.0	7.1	2.9	0.6	0.0	16.7	12.2	7.4	2.9	0.6	0.0	0.2	1.7	5.3	10.4	15.3	18.0
64	0.6	2.4	5.8	10.5	14.7	16.8	15.8	12.2	7.5	3.5	1.0	0.2	16.7	12.6	7.9	3.4	1.0	0.2	0.5	2.2	5.9	10.7	15.5	17.9
62	0.9	2.9	6.3	10.9	14.8	16.8	15.9	12.5	8.0	4.0	1.4	0.5	16.8	12.9	8.3	3.9	1.4	0.5	0.8	2.6	6.3	11.1	15.6	17.9
60	1.3	3.4	6.8	11.2	14.9	16.8	16.0	12.8	8.4	4.4	1.8	0.9	16.9	13.2	8.8	4.4	1.8	0.8	1.2	3.1	6.8	11.5	15.8	17.9
58	1.8	3.9	7.2	11.6	15.1	16.9	16.1	13.1	8.9	4.9	2.2	1.3	17.0	13.5	9.2	4.9	2.2	1.2	1.6	3.6	7.3	11.8	16.0	18.0
56	2.2	4.4	7.7	11.9	15.3	16.9	16.2	13.3	9.3	5.4	2.7	1.7	17.1	13.8	9.6	5.4	2.7	1.6	2.0	4.0	7.8	12.2	16.1	18.0
54	2.7	4.9	8.2	12.2	15.4	16.9	16.2	13.6	9.7	5.9	3.2	2.1	17.2	14.0	10.0	5.9	3.1	2.0	2.4	4.5	8.2	12.5	16.3	18.1
52	3.1	5.4	8.6	12.6	15.6	17.0	16.4	13.8	10.1	6.4	3.7	2.6	17.3	14.3	10.4	6.4	3.6	2.4	2.9	5.0	8.7	12.8	16.4	18.1
50	3.6	5.9	9.1	12.9	15.7	17.0	16.4	14.0	10.5	6.9	4.2	3.1	17.4	14.5	10.9	6.8	4.1	2.9	3.3	5.5	9.1	13.1	16.6	18.2
48	4.1	6.4	9.5	13.1	15.8	17.1	16.5	14.2	10.9	7.4	4.7	3.6	17.5	14.8	11.2	7.3	4.5	3.3	3.8	6.0	9.5	13.4	16.7	18.2
46	4.6	6.9	9.9	13.4	16.0	17.1	16.6	14.4	11.2	7.8	5.1	4.0	17.6	15.0	11.6	7.8	5.0	3.8	4.2	6.4	9.9	13.7	16.8	18.2
44	5.1	7.3	10.3	13.7	16.0	17.1	16.6	14.7	11.6	8.3	5.7	4.5	17.6	15.2	12.0	8.2	5.5	4.3	4.7	6.9	10.3	13.9	16.9	18.2
42	5.6	7.8	10.7	13.9	16.1	17.1	16.7	14.8	11.9	8.7	6.2	5.1	17.7	15.4	12.3	8.7	6.0	4.7	5.2	7.3	10.7	14.2	17.0	18.2
40	6.1	8.3	11.1	14.2	16.2	17.1	16.7	15.0	12.2	9.2	6.7	5.6	17.7	15.6	12.6	9.1	6.4	5.2	5.7	7.8	11.1	14.4	17.1	18.2
38	6.6	8.8	11.5	14.4	16.3	17.1	16.7	15.1	12.5	9.6	7.1	6.0	17.7	15.7	12.9	9.5	6.9	5.7	6.2	8.2	11.4	14.6	17.1	18.2
36	7.1	9.2	11.8	14.6	16.3	17.0	16.7	15.3	12.9	10.0	7.6	6.6	17.7	15.9	13.2	9.9	7.4	6.2	6.6	8.7	11.8	14.8	17.1	18.1
34	7.6	9.7	12.2	14.7	16.3	17.0	16.7	15.3	13.1	10.4	8.1	7.1	17.7	16.0	13.5	10.3	7.8	6.6	7.1	9.1	12.1	15.0	17.1	18.1
32	8.1	10.1	12.5	14.5	16.3	16.9	16.6	15.5	13.4	10.9	8.6	7.6	17.7	16.1	13.8	10.7	8.3	7.1	7.6	9.5	12.4	15.1	17.1	18.0
30	8.6	10.5	12.8	15.0	16.3	16.8	16.6	15.5	13.6	11.3	9.1	8.1	17.6	16.2	14.0	11.1	8.7	7.6	8.0	9.9	12.7	15.3	17.1	17.9
28	9.1	10.9	13.1	15.1	16.3	16.7	16.5	15.6	13.8	11.6	9.5	8.6	17.6	16.2	14.2	11.5	9.2	8.0	8.4	10.3	13.0	15.4	17.1	17.8
26	9.6	11.3	13.4	15.3	16.3	16.6	16.4	15.6	14.1	12.0	10.0	9.1	17.5	16.3	14.4	11.8	9.6	8.5	8.9	10.7	13.3	15.5	17.1	17.7
24	10.0	11.8	13.7	15.3	16.2	16.4	16.3	15.6	14.2	12.3	10.4	9.5	17.3	16.3	14.6	12.2	10.0	8.9	9.3	11.1	13.5	15.6	17.0	17.6
22	10.5	12.1	13.9	15.4	16.1	16.3	16.2	15.7	14.4	12.7	10.9	10.0	17.2	16.4	14.8	12.5	10.4	9.4	9.8	11.5	13.8	15.7	16.9	17.4
20	10.9	12.5	14.2	15.5	16.0	16.1	16.0	15.6	14.6	13.0	11.3	10.4	17.1	16.3	14.9	12.8	10.9	9.8	10.2	11.8	14.0	15.8	16.8	17.2
18	11.4	12.9	14.4	15.5	15.9	16.0	15.9	15.6	14.7	13.3	11.7	10.9	16.9	16.3	15.1	13.1	11.2	10.2	10.6	12.2	14.2	15.8	16.7	17.0
16	11.8	13.2	14.6	15.6	15.8	15.8	15.7	15.6	14.9	13.6	12.1	11.4	16.8	16.3	15.2	13.4	11.6	10.7	11.0	12.5	14.4	15.8	16.6	16.8
14	12.2	13.5	14.7	15.6	15.7	15.6	15.5	15.0	13.8	12.5	11.8	11.8	16.6	16.2	15.3	13.6	12.0	11.1	11.4	12.8	14.5	15.8	16.4	16.6
12	12.6	13.8	14.9	15.5	15.5	15.3	15.3	15.4	15.1	14.1	12.9	12.2	16.4	16.2	15.4	13.9	12.3	11.5	11.8	13.1	14.7	15.8	16.2	16.3
10	13.0	14.1	15.1	15.5	15.3	15.1	15.1	15.3	15.1	14.3	13.2	12.7	16.1	16.0	15.4	14.1	12.7	11.9	12.2	13.4	14.8	15.7	16.0	16.1
8	13.4	14.4	15.2	15.4	15.1	14.8	14.9	15.2	15.2	14.5	13.6	13.1	15.9	15.9	15.5	14.3	13.0	12.2	12.5	13.6	14.9	15.7	15.8	15.8
6	13.8	14.6	15.3	15.3	14.9	14.6	14.7	15.1	15.2	14.7	13.9	13.4	15.6	15.8	15.5	14.5	13.3	12.6	12.9	13.9	15.0	15.6	15.6	15.5
4	14.1	14.9	15.3	15.3	14.7	14.3	14.4	14.9	15.2	14.9	14.2	13.8	15.3	15.6	15.5	14.7	13.6	13.0	13.2	14.1	15.1	15.5	15.3	15.2
2	14.4	15.1	15.4	15.1	14.4	14.0	14.1	14.7	15.2	15.1	14.5	14.2	15.1	15.5	15.5	14.9	13.9	13.3	13.5	14.4	15.1	15.4	15.1	14.9
0	14.8	15.3	15.5	15.0	14.2	13.6	13.8	14.6	15.2	15.3	14.8	14.5	14.8	15.3	15.5	15.0	14.2	13.6	13.8	14.6	15.2	15.3	14.8	14.5

Anexo 2. Parámetros técnicos para la programación de riego eficiente en la producción del cultivo de naranja Tangelo.

DIA	N° DIA AÑO	VARIABLES CLIMATICAS						Rad. Extraterrestre (mm/día)	Presion de vapor a sat (tmax)	Presion de vapor a sat (tmin)	Def. Presión Vapor Kpa	Hargreaves (Eto)
		Temp. Maxima	Temp. Mínima	Dif. Temp	Temp. Med-Sob	H.R. max	H.R.min					
26	330	27,8	23,3	4,5	25,3	84	65	15,1	1,86806747	1,430410565	0,441344653	3,19
27	331	28,7	22,7	6	25,18	89	66	15,1	1,968376751	1,379430813	0,410492742	3,70
28	332	30,1	22,5	7,6	25,04	93	59	15,1	2,133731552	1,362793803	0,485112751	4,22
29	333	28,7	22,8	5,9	25,1	87	66	15,1	1,968376751	1,387815617	0,424832063	3,67
30	334	30	20,9	9,1	25,06	92	61	15,1	2,121532529	1,235885022	0,463134244	4,53
1	335	26	22,7	3,3	24,34	84	71	14,8	1,680719914	1,379430813	0,354058853	2,61
2	336	28,2	22,6	5,6	25,4	89	68	14,8	1,912086009	1,371090275	0,381343727	3,48
3	337	31,8	23,2	8,6	26,08	90	59	14,8	2,350650471	1,421801451	0,552973419	4,52
4	338	28,1	23,1	5	25,5	86	67	14,8	1,900997587	1,413237601	0,412591234	3,30
5	339	30,9	22,8	8,1	25,62	87	59	14,8	2,233539332	1,387815617	0,548083578	4,33
6	340	30,8	21,9	8,9	25,62	94	61	14,8	2,22084555	1,313929422	0,472482765	4,48
7	341	26,7	22,4	4,3	24,3	94	74	14,8	1,751534242	1,354541203	0,268335688	2,99
8	342	30	22,9	7,1	26,04	88	63	14,8	2,121532529	1,396244883	0,476258211	4,01
9	343	28,7	22,4	6,3	24,62	92	66	14,8	1,968376751	1,354541203	0,388805696	3,70
10	344	29,6	21,7	7,9	25,08	95	64	14,8	2,073340825	1,297984997	0,405650973	4,16
11	345	23,7	20,9	2,8	22,4	98	93	14,8	1,465303687	1,235885022	0,063644479	2,28
12	346	25	20,9	4,1	23,04	98	86	14,8	1,588888859	1,235885022	0,123231077	2,81
13	347	31,2	21,7	9,5	25,06	98	66	14,8	2,271999793	1,297984997	0,399219815	4,64
14	348	28,6	21,9	6,7	23,06	98	92	14,8	1,957004649	1,313929422	0,09141948	3,79
15	349	29,5	22,3	7,2	23,06	96	90	14,8	2,061442735	1,346332277	0,129998782	3,99
16	350	26,2	22,3	3,9	23,6	94	78	14,8	1,700693305	1,346332277	0,227466232	2,83
17	351	28,2	22,8	5,4	24,76	95	72	14,8	1,912086009	1,387815617	0,302387432	3,43
18	352	24,5	21,8	2,7	23	98	88	14,8	1,537324525	1,305935953	0,105298831	2,29
19	353	25,2	22,1	3,1	23,24	99	87	14,8	1,602856121	1,330044668	0,110835871	2,48
20	354	28,3	22,2	6,1	24,24	99	75	14,8	1,923230686	1,33816683	0,24709467	3,62
21	355	30	22,4	7,6	25,62	97	69	14,8	2,121532529	1,354541203	0,34915566	4,13
22	356	26,1	21,8	4,3	23,88	97	79	14,8	1,690680906	1,305935953	0,197110534	2,95
23	357	27,8	21,9	5,9	24,84	96	74	14,8	1,86806747	1,313929422	0,26912736	3,53
24	358	30,7	22,7	8	25,94	96	64	14,8	2,208214517	1,379430813	0,425067229	4,28
25	359	30,3	22,4	7,9	26,28	97	65	14,8	2,158312691	1,354541203	0,398022839	4,22
26	360	27,8	22,5	5,3	25,16	94	72	14,8	1,86806747	1,362793803	0,30241326	3,37
27	361	27,4	23	4,4	25,12	90	74	14,8	1,82493383	1,404718811	0,307477338	3,07
28	362	26,9	22,2	4,7	23,7	97	78	14,8	1,772238335	1,33816683	0,215018719	3,13
29	363	27,8	23,2	4,6	25,2	91	74	14,8	1,86806747	1,421801451	0,306829836	3,16
30	364	29,4	22,3	7,1	25,32	96	70	14,8	2,049604077	1,346332277	0,334367257	3,96
31	365	28,3	22,8	5,5	24,96	95	75	14,8	1,923230686	1,387815617	0,275099226	3,46
1	1	26,3	21,8	4,5	23,82	94	76	15	1,710757334	1,305935953	0,244468959	3,06
2	2	27,4	21,8	5,6	24,88	95	78	15	1,82493383	1,305935953	0,23339112	3,46
3	3	30,6	20,3	10,3	24,4	97	55	15	2,195645973	1,191029669	0,511885789	4,79
4	4	29,8	21,1	8,7	26,22	95	62	15	2,097316305	1,251161378	0,429769132	4,40
5	5	31,7	22,4	9,3	26,18	94	57	15	2,33738009	1,354541203	0,543172955	4,72
6	6	29,8	23,1	6,7	25,44	87	63	15	2,097316305	1,413237601	0,479863961	3,95
7	7	29,2	22,3	6,9	25,24	96	66	15	2,026104064	1,346332277	0,371364336	3,95
8	8	32,2	21,5	10,7	26,26	97	65	15	2,404388683	1,28220986	0,440001167	5,04
9	9	31,9	20,9	11	26,94	98	56	15	2,36398625	1,235885022	0,532435825	5,06
10	10	29,8	21,3	8,5	26,3	96	67	15	2,097316305	1,266602491	0,37138924	4,36
11	11	31,7	20,7	11	26,98	98	59	15	2,33738009	1,220771936	0,491370638	5,03
12	12	30,4	21,3	9,1	26,6	97	63	15	2,170695319	1,266602491	0,420577671	4,54
13	13	31	21,6	9,4	26,26	95	56	15	2,246296126	1,290076363	0,526437057	4,66
14	14	31,4	21,8	9,6	26,84	96	55	15	2,297958658	1,305935953	0,543159417	4,75
15	15	28,1	22,7	5,4	25,52	98	66	15	1,900997587	1,379430813	0,336963898	3,46
16	16	29,8	22,2	7,6	26,44	98	61	15	2,097316305	1,33816683	0,422358348	4,17
17	17	32,4	21,1	11,4	27,58	98	53	15	2,431655599	1,243502699	0,583874093	5,18
18	18	32	22,4	9,6	26,52	94	60	15	2,377387698	1,354541203	0,516113776	4,81
19	19	33,3	21,3	12	26,7	98	55	15	2,557706648	1,266602491	0,588150021	5,39
20	20	30,6	23,2	7,4	26,84	91	58	15	2,195645973	1,421801451	0,52506672	4,20
21	21	32,6	22,8	9,8	27,26	97	55	15	2,459190636	1,387815617	0,574135127	4,91
22	22	30,9	22,7	8,2	27,44	97	53	15	2,233539332	1,379430813	0,545573205	4,41
23	23	29,8	23,5	6,3	25,52	97	67	15	2,097316305	1,447765386	0,367773671	3,85
24	24	27,8	22,6	5,2	24,9	98	77	15	1,86806747	1,371090275	0,228538662	3,38
25	25	26,7	21,8	4,9	24,04	98	85	15	1,751534242	1,305935953	0,144424428	3,21
26	26	31,3	22,6	8,7	25,9	98	72	15	2,284947194	1,371090275	0,33360351	4,55
27	27	27,3	22,6	4,7	25,12	98	84	15	1,814286923	1,371090275	0,158853857	3,20
28	28	26,7	22,7	4	24,52	98	84	15	1,751534242	1,379430813	0,153917048	2,93
29	29	29,8	22,3	7,5	25,88	98	72	15	2,097316305	1,346332277	0,307087606	4,14
30	30	28,5	21,1	7,4	24,24	98	72	15	1,945689766	1,251161378	0,284908181	4,00
31	31	28,4	21,3	7,1	25,1	98	71	15	1,934431858	1,266602491	0,293158644	3,92
1	32	30,7	20,4	10,3	26,14	98	70	15,5	2,208214517	1,198405205	0,34321623	4,96
2	33	28,1	21,8	6,3	24,94	98	76	15,5	1,900997587	1,305935953	0,24117907	3,83
3	34	30,8	22,8	8	26,54	97	64	15,5	2,22084555	1,387815617	0,420569433	4,50
4	35	31,7	22,7	9	27,3	97	58	15,5	2,33738009	1,379430813	0,511541281	4,81
5	36	28,9	23,1	5,8	25,32	97	75	15,5	1,991293583	1,413237601	0,270110262	3,76
6	37	27,8	21,4	6,4	24,36	97	77	15,5	1,86806747	1,274385299	0,233943539	3,82
7	38	28,3	22,3	6	24,04	97	82	15,5	1,923230686	1,346332277	0,193285746	3,76
8	39	30,8	21,5	9,3	25,04	98	64	15,5	2,22084555	1,28220986	0,412574298	4,78
9	40	30,2	21,7	8,5	25,34	98	62	15,5	2,145991521	1,297984997	0,420718239	4,55
10	41	30	21,7	8,3	25,38	97	70	15,5	2,121532529	1,297984997	0,337699654	4,48
11	42	31,9	21,8	10,1	27,4	97	57	15,5	2,36398625	1,305935953	0,527846083	5,06
12	43	29,5	21,7	7,8	25,2	97	69	15,5	2,061442735	1,297984997	0,338993399	4,32
13	44	30,4	21,7	8,7	26,48	97	64	15,5	2,170695319	1,297984997	0,410194932	4,61
14	45	29,4	23,3	6,1	25,8	97	74	15,5	2,049604077	1,430410565	0,287904688	3,89
15	46	30,8	22,2	8,6	25,62	97	67	15,5	2,22084555	1,33816683	0,386512018	4,63

Kc	Diámetro de sombra (m)	P	ETc (mm/día)	Volumen de agua req. L/d	EF	CEa	Máx CEe	RL	V.T Diario (L/d)	Número de goteros	Caudal de gotero (l/h)	Frecuencia de riego (d)	Tiempo de riego TR	N de goteros
0,85	4,5	0,4417875	1,84	66,25880144	0,85	2,32	8	0,145	66,6485591	1	40	2	3,33242795	17
0,85	4,5	0,4417875	2,13	76,77381098	0,85	2,32	8	0,145	77,22542163	1	40	2		17
0,85	4,5	0,4417875	2,43	87,59788138	0,85	2,32	8	0,145	88,11316304	1	40	2	4,40565815	17
0,85	4,5	0,4417875	2,12	76,2188483	0,85	2,32	8	0,145	76,66719447	1	40	2		17
0,85	4,5	0,4417875	2,61	94,00588123	0,85	2,32	8	0,145	94,558857	1	40	2	4,72794285	17
0,85	4,5	0,4417875	1,50	54,07388013	0,85	2,32	8	0,145	54,39196178	1	40	2		17
0,85	4,5	0,4417875	2,01	72,19560255	0,85	2,32	8	0,145	72,62028256	1	40	2	3,63101413	17
0,85	4,5	0,4417875	2,61	93,81675619	0,85	2,32	8	0,145	94,36861946	1	40	2		17
0,85	4,5	0,4417875	1,90	68,53425825	0,85	2,32	8	0,145	68,93740095	1	40	2	3,44687005	17
0,85	4,5	0,4417875	2,49	89,7422508	0,85	2,32	8	0,145	90,27014639	1	40	2		17
0,85	4,5	0,4417875	2,58	93,01622207	0,85	2,32	8	0,145	93,56337632	1	40	2	4,67816882	17
0,85	4,5	0,4417875	1,72	62,01840996	0,85	2,32	8	0,145	62,38322414	1	40	2		17
0,85	4,5	0,4417875	2,31	83,2674825	0,85	2,32	8	0,145	83,75729122	1	40	2	4,18786456	17
0,85	4,5	0,4417875	2,13	76,84088562	0,85	2,32	8	0,145	77,29289083	1	40	2		17
0,85	4,5	0,4417875	2,40	86,24547362	0,85	2,32	8	0,145	86,75279994	1	40	2	4,33764	17
0,85	4,5	0,4417875	1,32	47,38668994	0,85	2,32	8	0,145	47,66543517	1	40	2		17
0,85	4,5	0,4417875	1,62	58,27100742	0,85	2,32	8	0,145	58,61377806	1	40	2	2,9306889	17
0,85	4,5	0,4417875	2,68	96,31813455	0,85	2,32	8	0,145	96,88471181	1	40	2		17
0,85	4,5	0,4417875	2,19	78,69434813	0,85	2,32	8	0,145	79,15725606	1	40	2	3,9578628	17
0,85	4,5	0,4417875	2,30	82,80959684	0,85	2,32	8	0,145	83,29671211	1	40	2		17
0,85	4,5	0,4417875	1,63	58,64504025	0,85	2,32	8	0,145	58,99001108	1	40	2	2,94950055	17
0,85	4,5	0,4417875	1,97	71,05878237	0,85	2,32	8	0,145	71,4767752	1	40	2		17
0,85	4,5	0,4417875	1,32	47,519162	0,85	2,32	8	0,145	47,79868648	1	40	2	2,38993432	17
0,85	4,5	0,4417875	1,43	51,53928233	0,85	2,32	8	0,145	51,84245458	1	40	2		17
0,85	4,5	0,4417875	2,09	75,08809016	0,85	2,32	8	0,145	75,52978481	1	40	2	3,77648924	17
0,85	4,5	0,4417875	2,38	85,66283786	0,85	2,32	8	0,145	86,1667369	1	40	2		17
0,85	4,5	0,4417875	1,70	61,1397548	0,85	2,32	8	0,145	61,49940042	1	40	2	3,07497002	17
0,85	4,5	0,4417875	2,03	73,16072935	0,85	2,32	8	0,145	73,59108658	1	40	2		17
0,85	4,5	0,4417875	2,47	88,8694696	0,85	2,32	8	0,145	89,40981135	1	40	2	4,47049057	17
0,85	4,5	0,4417875	2,43	87,6349289	0,85	2,32	8	0,145	88,15042848	1	40	2		17
0,85	4,5	0,4417875	1,94	69,82872109	0,85	2,32	8	0,145	70,23947827	1	40	2	3,51197391	17
0,85	4,5	0,4417875	1,77	63,69829076	0,85	2,32	8	0,145	64,07298659	1	40	2		17
0,85	4,5	0,4417875	1,80	64,83885377	0,85	2,32	8	0,145	65,22025879	1	40	2	3,26101294	17
0,85	4,5	0,4417875	1,82	65,8428636	0,85	2,32	8	0,145	66,97007628	1	40	2		17
0,85	4,5	0,4417875	2,28	82,13843189	0,85	2,32	8	0,145	82,62159914	1	40	2	4,13107996	17
0,85	4,5	0,4417875	1,99	71,79652616	0,85	2,32	8	0,145	72,21885867	1	40	2		17
0,85	4,5	0,4417875	1,77	63,5429273	0,85	2,32	8	0,145	63,9162721	1	40	2	3,19581361	17
0,85	4,5	0,4417875	1,99	71,81619623	0,85	2,32	8	0,145	72,23864444	1	40	2		17
0,85	4,5	0,4417875	2,76	99,3498585	0,85	2,32	8	0,145	99,93426943	1	40	2	4,99671347	17
0,85	4,5	0,4417875	2,54	91,30788157	0,85	2,32	8	0,145	91,84498675	1	40	2		17
0,85	4,5	0,4417875	2,72	97,89633888	0,85	2,32	8	0,145	98,47219969	1	40	2	4,92360998	17
0,85	4,5	0,4417875	2,28	81,98099879	0,85	2,32	8	0,145	82,46323996	1	40	2		17
0,85	4,5	0,4417875	2,27	81,8795097	0,85	2,32	8	0,145	82,36115388	1	40	2	4,11805769	17
0,85	4,5	0,4417875	2,90	104,5384077	0,85	2,32	8	0,145	105,1533395	1	40	2		17
0,85	4,5	0,4417875	2,91	104,9255225	0,85	2,32	8	0,145	105,5427315	1	40	2	5,27713657	17
0,85	4,5	0,4417875	2,51	90,4609394	0,85	2,32	8	0,145	90,99306257	1	40	2		17
0,85	4,5	0,4417875	2,90	104,4507464	0,85	2,32	8	0,145	105,0651626	1	40	2	5,25325813	17
0,85	4,5	0,4417875	2,62	94,24698654	0,85	2,32	8	0,145	94,80138058	1	40	2		17
0,85	4,5	0,4417875	2,69	96,77541558	0,85	2,32	8	0,145	97,34468273	1	40	2	4,86723414	17
0,85	4,5	0,4417875	2,74	98,46482545	0,85	2,32	8	0,145	99,04403031	1	40	2		17
0,85	4,5	0,4417875	2,00	71,85271046	0,85	2,32	8	0,145	72,27537347	1	40	2	3,61376867	17
0,85	4,5	0,4417875	2,40	86,42580539	0,85	2,32	8	0,145	86,93419248	1	40	2		17
0,85	4,5	0,4417875	2,99	107,5412216	0,85	2,32	8	0,145	108,173817	1	40	2	5,40869085	17
0,85	4,5	0,4417875	2,77	99,7954312	0,85	2,32	8	0,145	100,3824631	1	40	2		17
0,85	4,5	0,4417875	3,11	111,8226277	0,85	2,32	8	0,145	112,4804079	1	40	2		17
0,85	4,5	0,4417875	2,42	87,03339238	0,85	2,32	8	0,145	87,54535351	1	40	2	4,37726768	17
0,85	4,5	0,4417875	2,83	101,9499373	0,85	2,32	8	0,145	102,5496429	1	40	2		17
0,85	4,5	0,4417875	2,54	91,41223209	0,85	2,32	8	0,145	91,94995111	1	40	2	4,59749756	17
0,85	4,5	0,4417875	2,22	79,85545136	0,85	2,32	8	0,145	80,32518931	1	40	2		17
0,85	4,5	0,4417875	1,95	70,18311761	0,85	2,32	8	0,145	70,59595948	1	40	2	3,52979797	17
0,85	4,5	0,4417875	1,85	66,62336572	0,85	2,32	8	0,145	67,01526787	1	40	2		17
0,85	4,5	0,4417875	2,62	94,4746289	0,85	2,32	8	0,145	95,03036202	1	40	2	4,7515181	17
0,85	4,5	0,4417875	1,84	66,33573978	0,85	2,32	8	0,145	66,72595001	1	40	2		17
0,85	4,5	0,4417875	1,69	60,83891419	0,85	2,32	8	0,145	61,19679015	1	40	2	3,05983951	17
0,85	4,5	0,4417875	2,39	85,95334016	0,85	2,32	8	0,145	86,45894805	1	40	2		17
0,85	4,5	0,4417875	2,30	82,94457528	0,85	2,32	8	0,145	83,43248455	1	40	2	4,17162423	17
0,85	4,5	0,4417875	2,26	81,34123062	0,85	2,32	8	0,145	81,81970844	1	40	2		17
0,85	4,5	0,4417875	2,86	102,8988881	0,85	2,32	8	0,145	103,5041757	1	40	2	5,17520879	17
0,85	4,5	0,4417875	2,20	79,36140751	0,85	2,32	8	0,145	79,82823932	1	40	2		17
0,85	4,5	0,4417875	2,59	93,30025271	0,85	2,32	8	0,145	93,84907772	1	40	2	4,69245389	17
0,85	4,5	0,4417875	2,77	99,84739446	0,85	2,32	8	0,145	100,4347321	1	40	2		17
0,85	4,5	0,4417875	2,17	78,01732853	0,85	2,32	8	0,145	78,47625399	1	40	2		17
0,85	4,5	0,4417875	2,20	79,3390128	0,85	2,32	8	0,145	79,80057129	1	40	2	3,99002856	17
0,85	4,5	0,4417875	2,17	78,08288715	0,85	2,32	8	0,145	78,54219825	1	40	2		17
0,85	4,5	0,4417875	2,75	99,12959264	0,85	2,32	8	0,145	99,7127079	1	40	2	4,98563539	17
0,85	4,5	0,4417875	2,62	94,33883049	0,85	2,32	8	0,145	94,89376479	1	40	2		17
0,85	4,5	0,4417875	2,58	93,00927564	0,85	2,32	8	0,145	93,55638902	1	40	2	4,67781945	17
0,85	4,5	0,4417875	2,92	104,9506464	0,85	2,32	8	0,145	105,5680032	1	40	2		17
0,85	4,5	0,4417875	2,49	89,64787482	0,85	2,32	8	0,145	90,17521526	1	40	2	4,50876076	17
0,85	4,5	0,4417875	2,66	95,66039985	0,85	2,32	8	0,145	96,22310809	1	40	2		17
0,85	4,5	0,4417875	2,24	80,64892693	0,85	2,32	8	0,145	81,12333238	1	40	2	4,05616662	17
0,85	4,5	0,4417875	2,67	96,08507195	0,85	2,32	8	0,145	96,65027826	1	40	2		17

Anexo 3. Ficha técnica del micro aspersor.



SUPERNET™ LR & LRD

ALTO ALCANCE & ALTO ALCANCE CON DEFLECTOR

APLICACIONES:

Riego de plantaciones de árboles con grandes volúmenes radiculares.

ESPECIFICACIONES:

- El LR es un rotor giratorio para el riego de áreas de gran tamaño.
- El deflector LRD concentra toda el agua en el área alrededor del árbol durante su periodo inicial de crecimiento. Cuando el árbol crece, el rotor puede dividirse, permitiendo así la extensión del área de riego. Los micro-aspersores SuperNet™ cumplen con las normas del ISO 7749.
- Aspersor de flujo regulado, 9 caudales diferentes: 20,30,35,40,50,58,70,90,110 l/h
Caudal nominal
- Rango de presión a 1.5-4.0 bar
- 5 tipos de conectores de inserción:
 - Dentada
 - Auto-roscante
 - Ajuste a presión
 - Rosca macho de 3/8"
 - Rosca macho de 1/2"
- 2 tipos de rodamiento superior
 - Estándar - para agua normal
 - Everspin™ - para condiciones rigurosas
- El rotor es de color morado para caudales de 20, 30, y 40 l/hr, y de color negro para caudales de 50 a 110 l/hr.

CARACTERÍSTICAS Y BENEFICIOS:

- Su mecanismo único de regulación asegura cantidades uniformes de agua por árbol, una distribución y diámetro de mojado uniforme, a pesar de las presiones de entrada del aspersor (dentro del rango de presión).
- Su mecanismo anti-insectos previene la penetración de insectos dentro del área de la boquilla del aspersor.
- Micro-aspersor regulado hecho de materiales de plástico resistentes a todo tipo de condición climática y agroquímica.
- Área de pasos de agua 30% más amplios que otros emisores con caudal idéntico. Los pasos de agua más amplios del mercado resiste la obstrucción.
- Diseñado especialmente para frutales, huertos, caducifolios y otro tipo de cultivos de árboles que requieran una distribución eficiente de agua.
- Puede utilizarse como protección contra heladas y/o sistemas de riego de enfriamiento.
- Servicio confiable a largo plazo:
 - Partes modulares y sencillas
 - Diseño resistente a la obstrucción.

WWW.NETAFIM-LATINAMERICA.COM
E-MAIL: VENTAS@NETAFIM.COM.MX





DATOS DE DESEMPEÑO

MODELO	CAUDAL (L/H)*	CODIGO DE COLOR BOQUILLA	TAMAÑO DE BOQUILLA (MM)	RANGO DE PRESIÓN DE TRABAJO (BAR)	CONSTANTE K	EXPONENTE* X	DIAMETRO DE HUMIDIFICACION (MM)		CODIGO DE COLOR DEL ROTOR
							MODELO LR	MODELO LRD	
020	20	Morado	0.89	1.5 - 4.0	20	0	4.5	1.5	Morado
030	30	Café	1.14	1.5 - 4.0	30	0	6.0	1.5	Morado
035	35	Azul Claro	1.20	1.5 - 4.0	35	0	6.0	1.5	Morado
040	40	Azul	1.28	1.5 - 4.0	40	0	6.0	1.5	Morado
050	50	Verde	1.43	1.5 - 4.0	50	0	7.0	1.5	Negro
058	58	Gris	1.55	1.5 - 4.0	58	0	7.0	1.5	Negro
070	70	Negro	1.73	1.5 - 4.0	70	0	7.0	2.0	Negro
090	90	Naranja	1.74	1.5 - 4.0	90	0	7.0	2.0	Negro
110	110	Rojo	1.70	2.0 - 4.0	110	0	8.0	2.0	Negro

*Rango de presión de trabajo

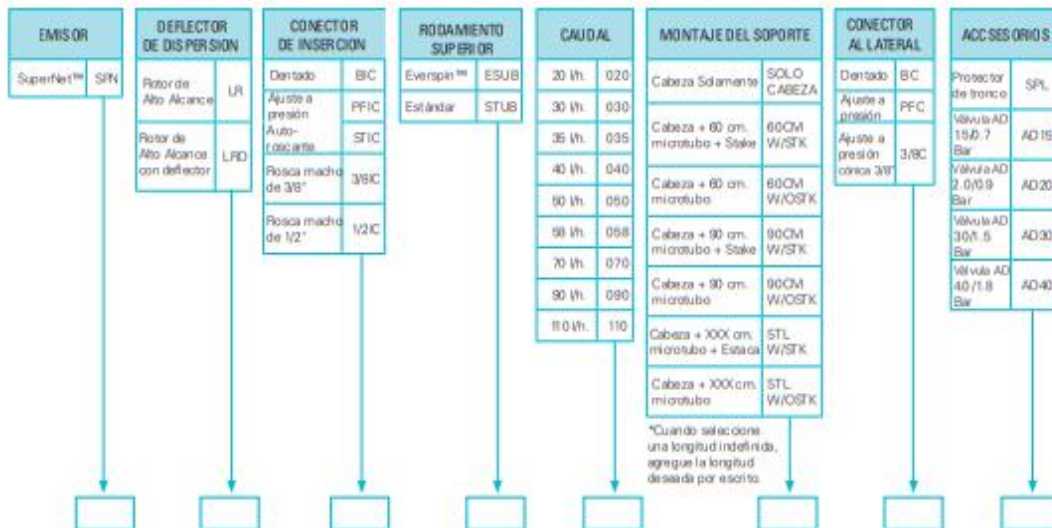
DATOS DE EMPAQUE

SUPERNET™ LR & LRD	CANTIDAD P/CAJA UNIDADES	TAMAÑO DE CAJA CM X CM X CM	PESO DE CAJA KG	CAJAS P/PALET	TOTAL UNIDADES P/PALET	PESO DEL PALET KG
Cabeza solamente	500	28x28x57	10.1	32	16000	335
Soporte completo, longitud de microtubo de 60 cm, con estaca	100	18x34x79	8.3	20	2000	178
Soporte completo, longitud de microtubo de 60 cm, sin estaca	200	18x34x79	7.5	20	4000	162
Soporte completo, longitud de microtubo de 90 cm, con estaca	100	16x35x106	9.3	18	1800	176
Soporte completo, longitud de microtubo de 90 cm, sin estaca	150	16x35x106	6.2	18	2700	120

SUPERNET™ ALTO ALCANCE & ALTO ALCANCE CON DEFLECTOR

Diagrama de flujo para determinar la definición deseada del producto.

Como utilizarla: Para determinar la definición deseada del producto, seleccione una opción de cada set de opciones mostradas en el diagrama.



WWW.NETAFIM-LATINAMERICA.COM
E-MAIL: VENTAS@NETAFIM.COM.MX



Anexo 4. Cálculo de la bomba a implementar.

EQUIPO DE BOMBEO	
Velocidad (1,5 m/s a 2,5 m/s)	1
Diametro (mm)	59
Diametro (m)	0,059
Viscosidad cinemática agua (m ² /seg)	1,02E-07
Caudal (l/h)	11640,00
Caudal (m ³ /s)	0,00323
Número de Re	578431
Rugosidad absoluta (mm)	0,0015
Coefficiente de fricción	0,013

PERDIDAS DE CARGAS SECUNDARIAS			SUCCIÓN		IMPULSIÓN	
Accesorio	K	J (m)	Cantidad	Parcial	Cantidad	Parcial
Codo 90°	0,019	0,001	0	0,000	1	0,001
Valvula de compuerta abierta	24	1,711	1	1,711	1	1,711
				1,711		1,712

PERDIDAS LONGITUDINALES		
Sección	Longitud (m)	J (m)
Succión	0	0,000
Impulsión	8	0,091

ADT (ALTURA DINÁMICA TOTAL)	
Altura succión (m)	0,00
Altura descarga (m)	8,00
h _{fs} (m)	1,71
h _{fd} (m)	1,80
Altura de Velocidad (m)	0,051
Perdida de carga real en tubería secundaria	49,88
	61,40

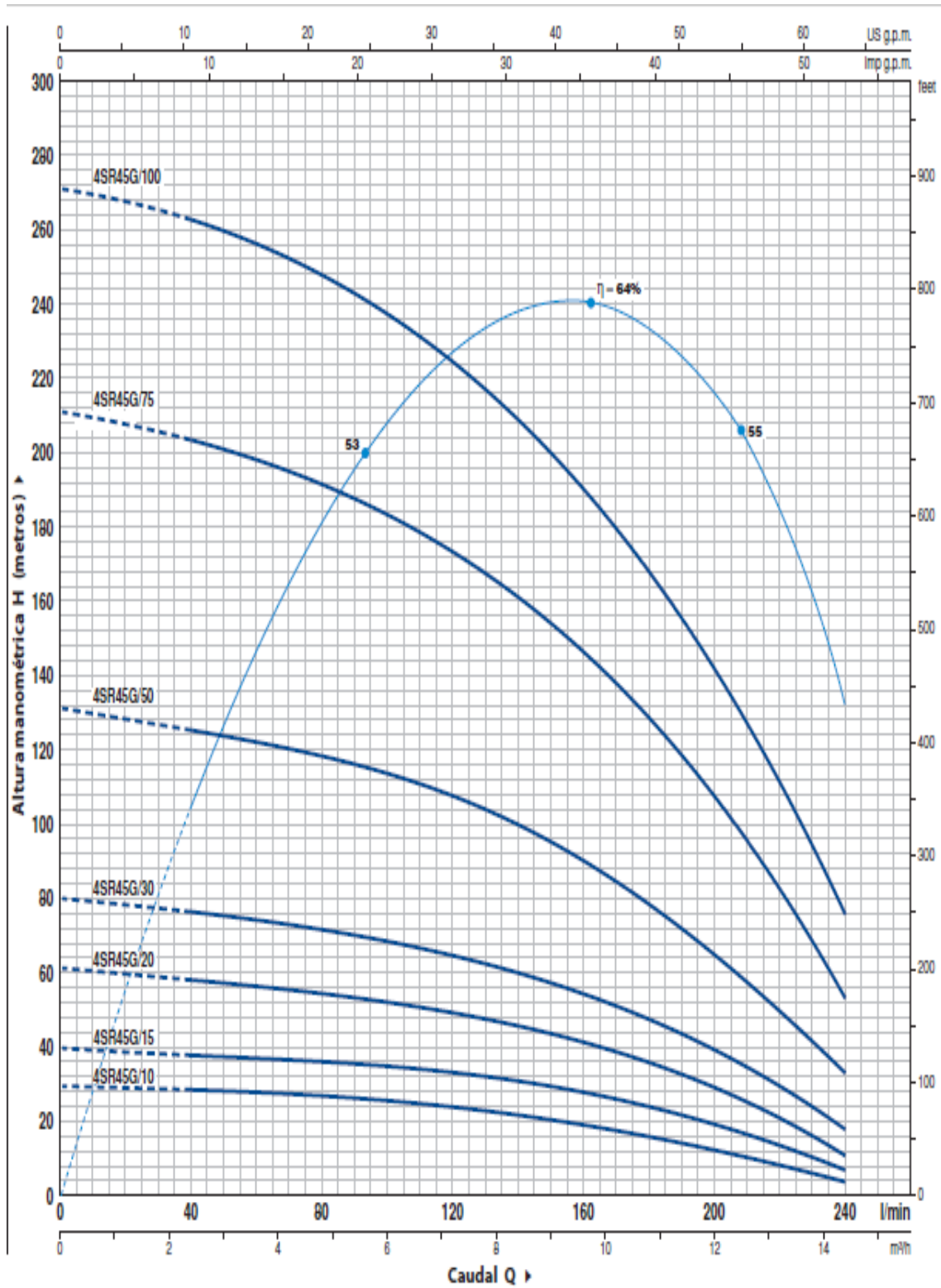
POTENCIA DE LA BOMBA (HP)	
Caudal (m ³ /s)	0,00323
Presión Total (mca)	61,40
Peso específico del agua	1000
Gravedad (m/s ²)	9,81
Eficiencia de la bomba (%)	90
Potencia Calculada (HP)	2,90
Potencia Mayorizada (HP)	3,60

CARACTERISTICAS DE LA BOMBA	
Potencia (HP)	3,60
ADT (mca)	61,40
Caudal Necesario (GPM)	51
Diametro de impulsión (mm)	63

MODELO		POTENCIA		Q	H metros							
Monofásica	Trifásica	kW	HP		m ³ /h	0	2.4	4.8	7.2	9.6	12.0	14.4
4SR45Gm/10	4SR45G/10	0.75	1	0	0	40	80	120	160	200	240	
				30	28	26	24	20	15	6		
				40	39	36	33.5	28.5	20	9		
				61	57	54	50	42.5	31.5	12		
				79	76	73	65	55	41.5	19		
				131	126	120	107	91	67	34		
				210	204	191	173	149	109	54		
				270	262	249	226	192	140	76		

Q = Caudal H = Altura manométrica total

Tolerancia de las curvas de prestación según EN ISO9906 App. A.



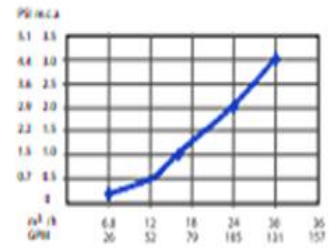
Anexo 5. Filtro de disco 2”.

FILTRO DE DISCO 2”

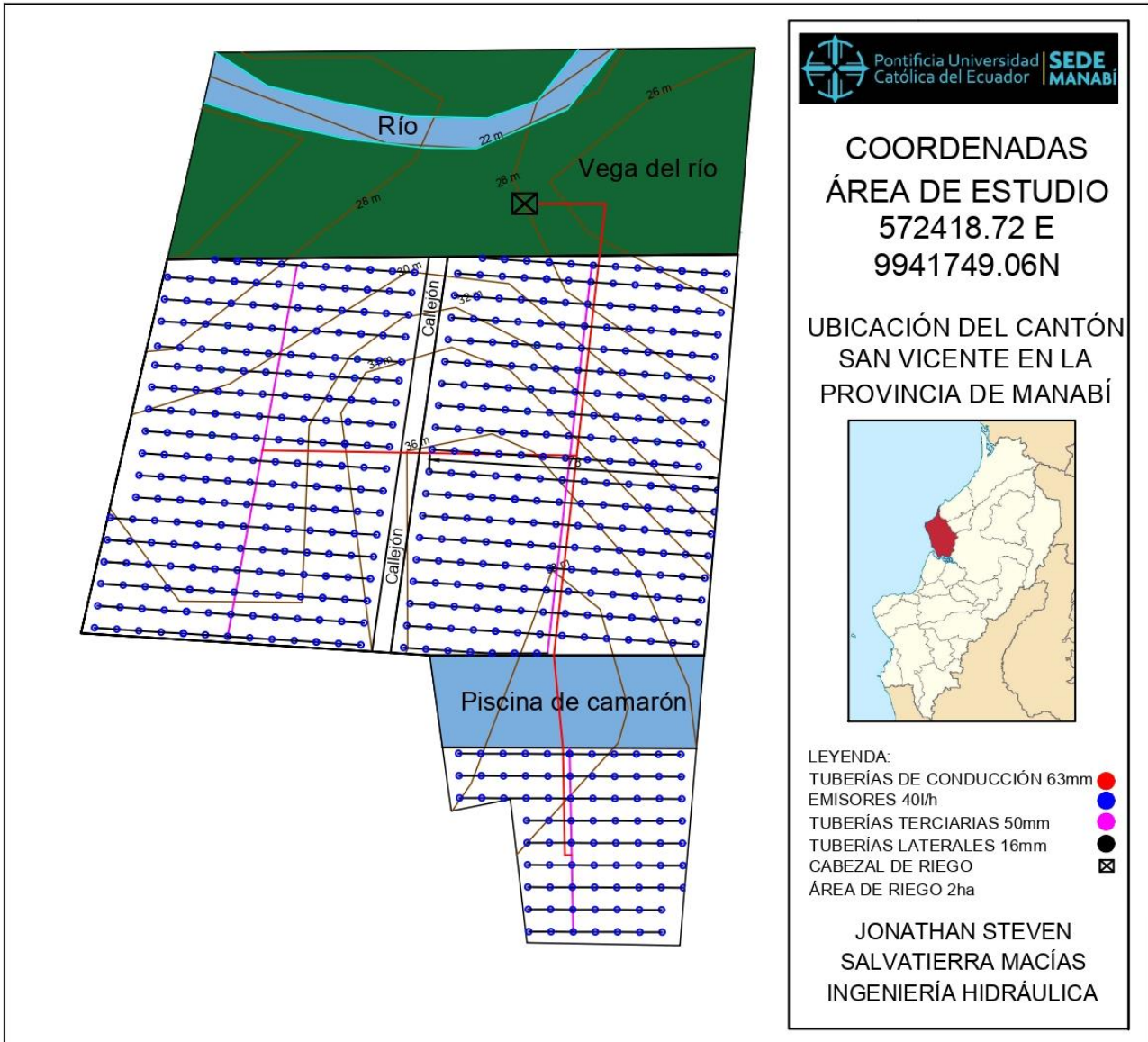


- Tipo de Filtro: Disco plástico
- Conexión: Rosca macho 2”
- Caudal : 88 GPM (20 m3/h)
- Grado de Filtrado: 120 mesh
- Área Filtrante: 421 cm2

Tomas para manómetros y deposito con salida para drenaje.



Anexo 6. Plano de la implementación del sistema de riego.



**COORDENADAS
ÁREA DE ESTUDIO
572418.72 E
9941749.06N**

**UBICACIÓN DEL CANTÓN
SAN VICENTE EN LA
PROVINCIA DE MANABÍ**



LEYENDA:
 TUBERÍAS DE CONDUCCIÓN 63mm ●
 EMISORES 40l/h ●
 TUBERÍAS TERCIARIAS 50mm ●
 TUBERÍAS LATERALES 16mm ●
 CABEZAL DE RIEGO ☒
 ÁREA DE RIEGO 2ha

**JONATHAN STEVEN
SALVATIERRA MACÍAS
INGENIERÍA HIDRÁULICA**

Anexo 7. Estimación de los costos en la implementación del sistema de riego para el cultivo de naranja Tangelo.

DESCRIPCION	CANTIDA	PRECIO	SUBTOTAL
Microaspersores SUPERNET 40 l/h-NETAFIM + ESTACA Y MICROTUBO	547	1,86	1017,42
Manguera 16mm X 400m 0,40 Mpa	8	65	520
TUB u-PVC EC 50mm X 6m 0,80 MPa	47	9,85	462,95
TUB u-PVC EC 63mm X 6m 0,80 MPa	48	13	624
Codo 90° - 50 mm	6	2	12
Codo 45° - 50 mm	6	2	12
Codo 90° - 63 mm	8	2,5	20
Adaptador macho de 50 mm x 1 1/2"	6	1,75	10,5
Válvula AQUAPRO O AQUANET 2"	3	156,59	469,77
Adaptador macho 63mm x 2"	6	2,25	13,5
Reductor buje de 63x50mm	8	1,5	12
Válvula 63 mm UNIVERSAL	1	14	14
Tee reductora 63 x 50mm	1	2,5	2,5
Tee 63mm	1	2,5	2,5
Tee 50 mm	3	2	6
Conectores PVC- Flex de 16 mm	91	0,18	16,38
Cauchos cortos de 16 mm.	91	0,18	16,38
Válvula de aire de 1 pulgada verde	4	10	40
TAPA 1 1/2" HEMBRA ROSC PLAST	6	1,5	9
Teflón grande	3	1,85	5,55
Polipega litros	2	18	36
Tee reductora de 63 a 50 mm	1	2,5	2,5
REDUCTOR 50 X 32	1	1,5	1,5
Adaptador hembra de 32 mm a 1 pulgada	1	0,65	0,65
Collarín de 50 mm x 1 pulgada	3	2	6
Collarín de 50 mm x ¾ pulgadas	3	2	6
Válvula rosca de ¾ pulgada	3	1,5	4,5
Adaptador flex ¾ pulgada macho	3	0,35	1,05
Neplo perdido de ¾ pulgada	3	0,45	1,35
Filtro de anillas de 2 " para 14 m3 (120 mesh)	1	177,74	177,74
Adaptador hembra de 63 mm a 2 pulgada	2	2,5	5
Manómetro de glicerina	2	20	40
Collarines de 63 mm a 1/2 "	2	3,25	6,5
Reductor buje de ½ a ¾ pulgada (Para manómetro)	2	1	2
Collarines de 63 mm a 1"	1	3,25	3,25
Válvula de aire de 1 pulgada doble acción	1	25	25
Bomba	1	650	650
Total			4255,49

Anexo 8. Estudios de suelo y agua, realizados en el lugar de la implementación del sistema de riego para el cultivo de naranja Tangelo.

ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
 Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme, Apartado 24
 Quevedo - Ecuador Teléf: 052 783044 suelos.eetp@iniap.gob.ec
 04/28/2022

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO				DATOS DE LA PROPIEDAD				PARA USO DEL LABORATORIO			
Nombre : Ruiz Pereira Salomón				Nombre : La Lupercio				Cultivo Actual : 2177			
Dirección : salomonruiz_@hotmail.com				Provincia : Manabí				N° de Reporte : 2177			
Ciudad : San Vicente				Cantón : San Vicente				Fecha de Muestreo : 04/28/2022			
Teléfono : 0999454153				Parroquia : San Miguel de Briceto				Fecha de Ingreso : 04/28/2022			
Fax :				Ubicación :				Fecha de Salida : 08/03/2022			

N° Muest. Laborat.	meq/100ml			dS/m		(%)		Ca	Mg	Ca+Mg	meq/100ml	O	ppm	Textura (%)			Clase Textural
	Al+H	Al	Na	C.E.	M.O.	Mg	K							K	Σ Bases	RAS	
83260				0,80	NS	2,7	B	3,9	4,08	20,23	27,60			24	57	19	Franco-Limoso
83261				1,12	NS	2,1	B	4,5	2,80	15,44	29,92			22	35	43	Arcilloso
83262				1,17	NS	3,0	M	4,3	3,40	18,07	28,60			24	41	35	Franco-Arcilloso



INTERPRETACION				ABREVIATURAS				METODOLOGIA USADA			
Al+H, Al y Na		C.E.		M.O. y Cl		C.E. = Conductividad Eléctrica		C.E. = Conductímetro		M.O. = Titración de Walkley Black	
B = Bajo	NS = No Salino	S = Salino	B = Bajo	M = Medio	A = Alto	M.O. = Materia Orgánica	M = Medio	M = Medio	M.O. = Titración de Walkley Black	Al+H = Titración con NaOH	
M = Medio	LS = Lig. Salino	MS = Muy Salino	M = Medio	A = Alto		RAS = Relación de Adsorción de Sodio	A = Alto	A = Alto			
T = Tóxico											

x. w. [Signature]
LIDER DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS

La muestra será guardada en el Laboratorio por tres meses. Tiempo en el que se aceptarán reclamos en los resultados


+ [Signature]
RESPONSABLE LABORATORIO

ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
 Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme, Apartado 24
 Quevedo - Ecuador Teléf: 052 783044 suelos.eetp@iniap.gob.ec

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO				DATOS DE LA PROPIEDAD				PARA USO DEL LABORATORIO			
Nombre : Ruiz Pereira Salomón				Nombre : La Lupercio				Cultivo Actual : 2177			
Dirección : salomonruiz_@hotmail.com				Provincia : Manabí				N° de Reporte : 2177			
Ciudad : San Vicente				Cantón : San Vicente				Fecha de Muestreo : 04/28/2022			
Teléfono : 0999454153				Parroquia : San Miguel de Briceto				Fecha de Ingreso : 04/28/2022			
Fax :				Ubicación :				Fecha de Salida : 08/03/2022			

N° Muest. Laborat.	Datos del Lote			pH	ppm			meq/100ml			ppm																
	Identificación	Area			NH ₄	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B												
83260	Lote 1			7,9	LA	22	M	30	A	1,30	A	21	A	5,3	A	12	M	2,3	M	4,0	M	16	B	3,5	B	0,31	B
83261	Lote 2			8,0	LA	22	M	29	A	1,82	A	23	A	5,1	A	15	M	1,9	B	5,0	A	12	B	3,1	B	0,24	B
83262	Lote 3			7,7	LA	50	A	53	A	1,50	A	22	A	5,1	A	25	A	2,1	M	4,6	A	25	M	4,4	B	0,28	B



INTERPRETACION				METODOLOGIA USADA				EXTRACTANTES			
pH		Elementos: de N a B		pH = Suelo: agua (1:2,5)		N,P,B = Colorimetría		N,P,K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn = Forfita de Calcio Monobásico			
MAc = Muy Acido	LAc = Liger. Acido	LA = Liger. Alcalino	RC = Requiere Cal	B = Bajo	M = Medio	A = Alto					
Ac = Acido	PN = Prac. Neutro	MeAl = Media Alcalino									
MeAc = Media. Acido	N = Neutro	Al = Alcalino									

x. w. [Signature]
LIDER DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS

La muestra será guardada en el Laboratorio por tres meses. Tiempo en el que se aceptarán reclamos en los resultados

+ [Signature]
RESPONSABLE LABORATORIO



ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILANCA"
 LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
 Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24
 Quevedo - Ecuador Teléf. 052 783044 suelos.etp@iniap.gob.ec

REPORTE DE ANALISIS DE AGUAS

DATOS DEL PROPIETARIO Nombre : Ruiz Pereira Salomón Dirección: Ciudad : San Vicente Teléfono : Fax :	DATOS DE LA PROPIEDAD Nombre : La Lupercio Provincia : Manabí Cantón : San Vicente Parroquia : San Miguel de Briceño Ubicación :
DATOS DEL LOTE Superficie : Identificación : Río Briceño	PARA USO DEL LABORATORIO N° Rep 02e : 2177 N° Muestra Lab. : 1012 Fecha de Muestreo : 05/02/2022 Fecha de Ingreso : 05/02/2022 Fecha de Reporte : 16/02/2022

Parámetro	Unidad	Contenido	Interpretación
CE	dS/m	2,32	Puede Causar Restricción en el uso
TSD	mg/l	1.067,00	Puede Causar Restricción en el uso
Ca	mg/l	227,40	Puede Causar Restricción en el uso
Mg	mg/l	29,90	Normal(Sin Restricciones en el uso)
Na	mg/l	202,68	Puede Causar Restricción en el uso
K	mg/l	21,06	Normal(Sin Restricciones en el uso)
CO ₃	mg/l	0,00	Normal(Sin Restricciones en el uso)
HCO ₃	mg/l	793,00	Puede Causar Restricción en el uso
Cl	mg/l	301,00	Puede Causar Restricción en el uso
SO ₄	mg/l	79,00	Normal(Sin Restricciones en el uso)
NO ₃	mg/l	0,00	Normal(Sin Restricciones en el uso)
Fe	mg/l	0,10	Puede Causar Restricción en el uso
B	mg/l	0,13	Normal(Sin Restricciones en el uso)
pH		8,00	Puede Causar Restricción en el uso
RAS	(meq/l)½	3,35	Puede Causar Restricción en el uso
Dureza	mg/l	693	Muy Dura

Interpretación de pH
 pH < 4.5 ó pH > 8 (Severa restricción en el uso)

Unidades:
 dS/m = decisiemens/metro
 mg/l = miligramos/litro = ppm
 meq/l = miliequivalentes/litro
 (meq/l)½ = raíz cuadrada de meq/l
 ppm = partes por millón

OBSERVACIONES
 C4 Agua de salinidad muy alta, que en muchos casos no es apta para el riego. S1 Agua con bajo contenido en Sodio. Pueden presentarse problemas con cultivos muy sensibles al sodio.



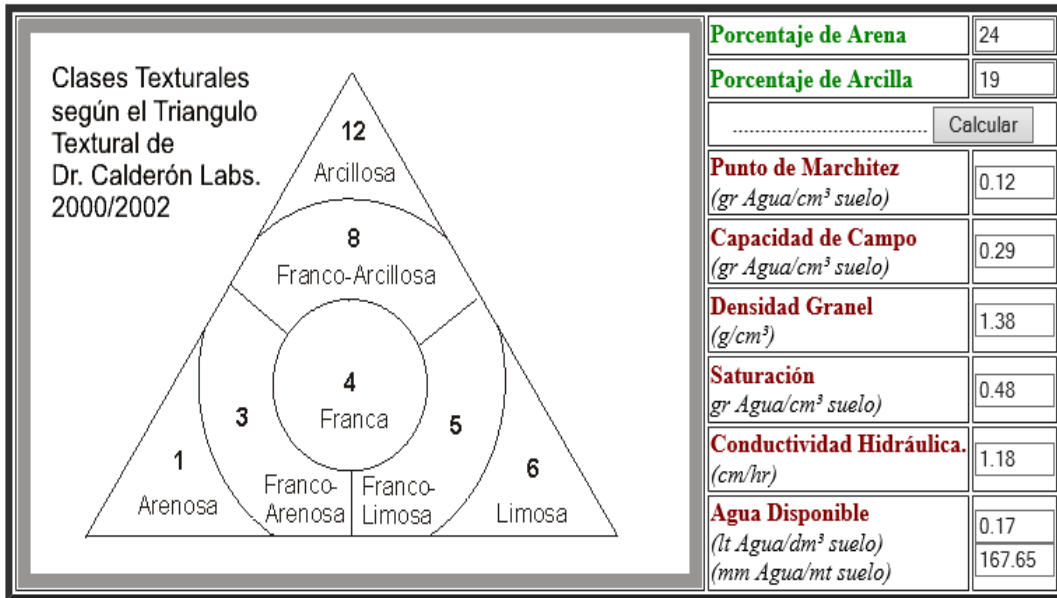
[Signature]
 LIDER DEPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS

[Signature]
 RESPONSABLE LABORATORIO

Anexo 9. Calculador de Propiedades Hidráulicas.

Triangulo Textural

Calculador de Propiedades Hidráulicas

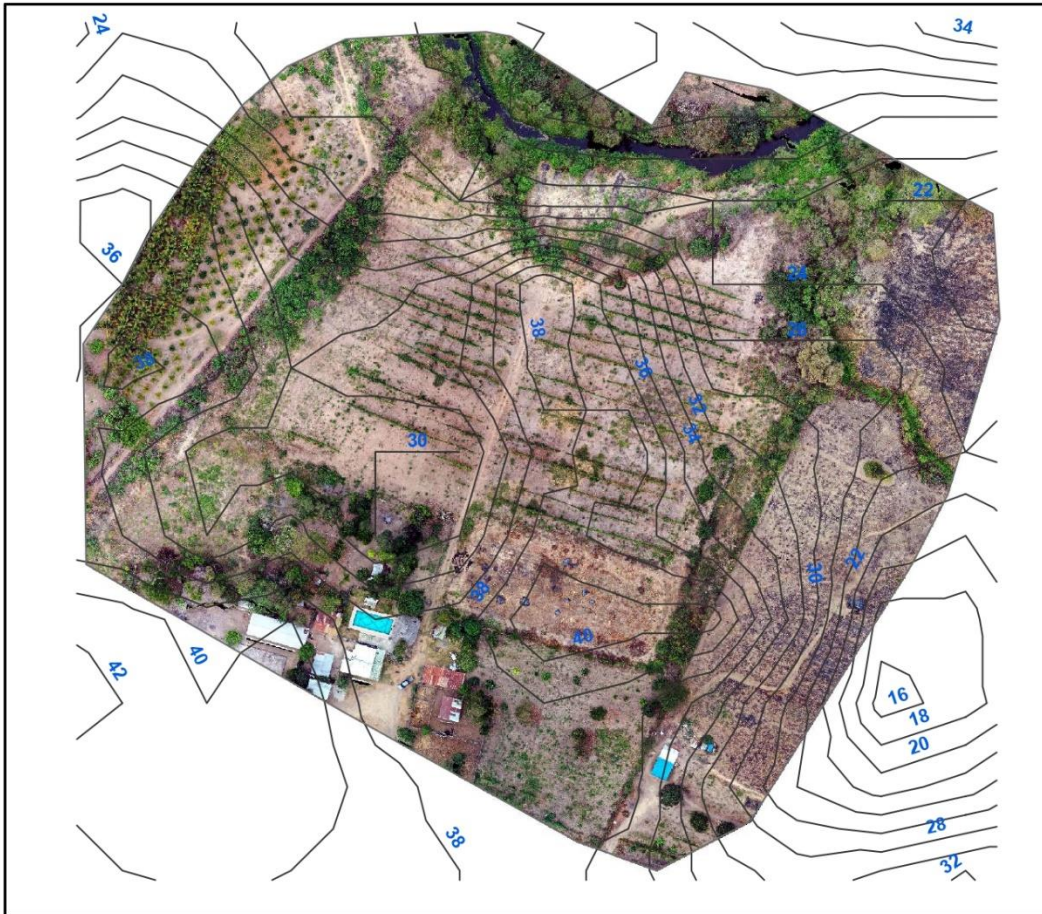


Nota: Este Calculador es válido para suelos minerales o de bajo contenido de Materia Orgánica.

Anexo 10. Levantamiento de información mediante la estación climática.



Anexo 10. Topografía del terreno de estudio.



**COORDENADAS
ÁREA DE ESTUDIO
572418.72 E
9941749.06 N**

UBICACIÓN
DEL CANTÓN SAN VICENTE
EN LA PROVINCIA DE MANABÍ



**JONATHAN STEVEN
SALVATIERRA MACÍAS
INGENIERÍA HIDRÁULICA**