



# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

Diseño agronómico del sistema de riego parcelario del Proyecto Chambo-  
Guano, Fase II, para el Módulo 6 en la comunidad Chingazos, cantón  
Guano

**JUAN EDUARDO LEON TERAN**

Trabajo de Titulación con la modalidad: Tesis presentado ante el Instituto de Posgrado y  
Educación Continua de la ESPOCH como requisito parcial para la obtención del grado  
de:

**MAGÍSTER EN RIEGOS CON MENCIÓN EN RIEGO PARCELARIO**

Riobamba-Ecuador

MARZO 2024

## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, Juan Eduardo León Terán, declaro que el presente **Trabajo de Titulación modalidad Tesis**, es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en documento que proviene de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este proyecto de investigación de maestría, el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 11 de Marzo del 2024



Firmado electrónicamente por:  
**JUAN  
EDUARDO  
LEONTERAN**

Juan Eduardo León Terán

0603739210

© 2024, Juan Eduardo León Terán

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.



## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

EL TRIBUNAL DE TESIS CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Titulación modalidad Tesis, titulado: **Diseño agronómico del sistema de riego parcelario del Proyecto Chambo-Guano, Fase II, para el Módulo 6 en la comunidad Chingazos, cantón Guano**, de responsabilidad del señor Juan Eduardo León Terán, ha sido minuciosamente revisado por los miembros del Tribunal del trabajo de titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal autoriza su presentación.



Firmado electrónicamente por:  
**ROSA DEL PILAR  
CASTRO GOMEZ**

Ing. Rosa del Pilar Castro Gómez Ph.D  
PRESIDENTA DEL TRIBUNAL



Firmado electrónicamente por:  
**JOSE VICENTE  
TRUJILLO VILLACIS**

Ing. José Vicente Trujillo Villacís, M.Sc.  
TUTOR



Firmado electrónicamente por:  
**DANIEL ARTURO  
ROMAN ROBALINO**

Ing. Daniel Arturo Román Robalino, Mgtr.  
MIEMBRO



Firmado electrónicamente por:  
**KARLA MILENA  
GONZALEZ VALDEZ**

Ing. Karla Milena González Valdez, M. Sc.  
MIEMBRO

Riobamba, Marzo 2024

## **DEDICATORIA**

En primer lugar agradecido con Dios por darme la salud y vida para poder terminar un proyecto mas de vida .

Tengo sentimientos encontrados porque quiero dedicar a mi FAMILIA pese a que ya no estamos completos siempre nos hemos apoyado y han sido mi pilar pese a todas las adversidades que se han presentado a lo largo de este camino , ahora tengo dos angeles que me cuidan Giss y Juan mi hermana y padre aunque ya no los tengo de forma fisica se que desde el cielo siempre serán mi guía y soporte .

A Carmita Lucía mi madre quien me supo guiar y aconsejar de manera conjunta con mi hermana Dome .

Juan Eduardo

## **AGRADECIMIENTO**

A mi alma mater la ESPOCH , la cual me ha formado conjuntamente con sus excelentes catedraticos Ing. José Vicente Trujillo Villacís quien fue mi asesor de tesis, Ing. Daniel Arturo Román Robalino, Ing. Karla Milena González Valdez en calidad de miembros quienes me brindaron todo su apoyo y me impartieron sus conocimientos desde el inicio de este reto para poder culminar con éxito mi proyecto de tesis.

Agradezco de manera especial a mi PADRE, AMIGO Y MENTOR el Ing. Juan Eduardo León Ruiz Ph. D  $\ddagger$  q. e. p. d., por su acertada gestión en la creación de este programa de Maestría “MAGÍSTER EN RIEGOS CON MENCIÓN EN RIEGO PARCELARIO DE LA ESPOCH” de la cual está entregando a el país profesionales capaces de solucionar problemas referentes a el riego y sus afines.

A mis padres Carmita y Juan los cuales me han inculcado a seguir preparándome en mi formación académica y personal.A mis hermanas Giss y Dome las cuales han sido mi luz y fortaleza en momentos difíciles.

A mi novia Jene por ser mi apoyo ,darme su paciencia y amor para culminar esta nueva meta.

A mis compañeros y amigos de clase por su apoyo y ayuda a lo largo de la maestría.

A los agricultores de la comunidad los chingazos por su apertura y su ayuda para poder plasmar el proyecto investigativo.

Juan Eduardo León Terán Jr

## TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN .....	xvi
SUMMARY .....	xvii
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>1</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Planteamiento del problema .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Situación actual del problema .....</b>	<b>1</b>
<b>1.3 Formulación del problema.....</b>	<b>2</b>
<b>1.4 Preguntas directrices o específicas de la investigación.....</b>	<b>2</b>
<b>1.5 Justificación de la investigación .....</b>	<b>3</b>
<b>1.6 Objetivo general.....</b>	<b>3</b>
<b>1.7 Objetivos específicos.....</b>	<b>3</b>
<b>1.8 Hipótesis .....</b>	<b>3</b>
<i>1.8.1 Hipótesis general .....</i>	<i>3</i>
<i>1.8.2 Hipótesis específicas .....</i>	<i>4</i>
<b>CAPÍTULO II .....</b>	<b>5</b>
<b>2. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>5</b>
<b>2.1 Antecedentes del problema .....</b>	<b>5</b>
<b>2.2 Bases teóricas .....</b>	<b>5</b>
<i>2.2.1 Agricultura en el Ecuador .....</i>	<i>5</i>
<i>2.2.2 Tecnificación del riego en el Ecuador .....</i>	<i>6</i>
<i>2.2.3 Riego tecnificado .....</i>	<i>6</i>
<i>2.2.4 Métodos de riego .....</i>	<i>6</i>
<i>2.2.4.1. Riego por goteo .....</i>	<i>6</i>
<i>2.2.4.2. Riego por aspersión.....</i>	<i>7</i>
<b>2.3 Marco conceptual .....</b>	<b>7</b>
<i>2.3.1 Diagnóstico .....</i>	<i>7</i>

2.3.2	<i>Diseño agronómico</i> .....	7
2.3.3	<i>Diseño hidráulico parcelario</i> .....	8
2.3.4	<i>Estudio socio-económico e indicadores financieros</i> .....	8
2.4	<b>Identificación de variables</b> .....	9
2.4.1	<i>Variable independiente</i> .....	9
2.4.2	<i>Variable dependiente</i> .....	9
2.5	<b>Operacionalización de variables</b> .....	10
2.6	<b>Matriz de consistencia</b> .....	12
 <b>CAPÍTULO III</b> .....		<b>14</b>
3	<b>METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN</b> .....	<b>14</b>
3.1	<b>Caracterización del área en estudio</b> .....	<b>14</b>
3.1.1	<i>Ubicación política</i> .....	14
3.1.2	<i>Ubicación geográfica</i> .....	14
3.1.3	<i>Ubicación ecológica</i> .....	15
3.2	<b>Materiales</b> .....	<b>15</b>
3.3	<b>Métodos</b> .....	<b>15</b>
3.3.1	<i>Diagnóstico para el diseño agronómico</i> .....	15
3.3.1.1	<i>Levantamiento Topográfico</i> .....	15
3.3.1.2	<i>Actualización catastral</i> .....	15
3.3.1.3	<i>Análisis de Agua</i> .....	16
3.3.1.4	<i>Análisis de suelos</i> .....	16
3.3.2	<i>Diseño Agronómico</i> .....	17
3.3.2.1	<i>Cédula de Cultivos</i> .....	17
3.3.2.2	<i>Láminas netas</i> .....	17
3.3.2.3	<i>Infiltración</i> .....	19
3.3.2.4	<i>Necesidades totales</i> .....	20
3.3.2.5	<i>Método de riego, tipo de material y emisor</i> .....	23
3.3.3	<i>Diseño hidráulico parcelario</i> .....	23
3.3.4	<i>Estudio socio-económico e indicadores financieros</i> .....	24

3.3.4.1	<i>Estudio social</i> .....	24
3.3.4.2	<i>Estudio económico</i> .....	24
3.3.4.3	<i>Estudio financiero</i> .....	25
<b>CAPÍTULO IV</b> .....		<b>26</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>26</b>
<b>4.1</b>	<b>Diagnóstico para el diseño agronómico</b> .....	<b>26</b>
<b>4.1.1</b>	<i>Levantamiento topográfico</i> .....	<b>26</b>
<b>4.1.2</b>	<i>Actualización catastral</i> .....	<b>27</b>
<b>4.1.3</b>	<i>Análisis de agua</i> .....	<b>27</b>
<b>4.1.4</b>	<i>Análisis de suelos</i> .....	<b>29</b>
<b>4.2</b>	<b>Diseño agronómico</b> .....	<b>31</b>
<b>4.2.1</b>	<i>Cédula de cultivos</i> .....	<b>31</b>
<b>4.2.2</b>	<i>Láminas netas</i> .....	<b>32</b>
4.2.2.1	<i>Capacidad de Campo (CC) en peso y Punto de Marchitez Permanente (PMP)</i> .....	32
4.2.2.2	<i>Densidad Aparente (Da)</i> .....	33
4.2.2.3	<i>Lámina de agua aprovechable (LAA)</i> .....	33
4.2.2.4	<i>Lámina neta (LN)</i> .....	34
4.2.2.5	<i>Lámina bruta (LB)</i> .....	34
<b>4.2.3</b>	<b><i>Infiltración</i></b> .....	<b>35</b>
<b>4.2.4</b>	<b><i>Necesidades totales</i></b> .....	<b>36</b>
4.2.4.1	<i>Cédula de cultivos</i> .....	36
4.2.4.2	<i>Precipitación efectiva</i> .....	37
4.2.4.3	<i>Evapotranspiración (ETo)</i> .....	38
4.2.4.4	<i>Balace hídrico</i> .....	39
4.2.4.5	<i>Coeficiente de cultivo (Kc)</i> .....	40
4.2.4.6	<i>Evapotranspiración del cultivo (ETc)</i> .....	40
4.2.4.7	<i>Necesidad Neta (Nn)</i> .....	41
4.2.4.8	<i>Necesidad Total (Nt)</i> .....	41
<b>4.2.5</b>	<b><i>Método de riego, tipo de material y emisor</i></b> .....	<b>42</b>

4.2.5.1	<i>Método de riego</i> .....	42
4.2.5.2	<i>Tipo de material</i> .....	42
4.2.5.3	<i>Emisor</i> .....	43
<b>4.3</b>	<b>Diseño hidráulico parcelario</b> .....	<b>45</b>
<b>4.4</b>	<b>Estudio socio-económico e indicadores financieros</b> .....	<b>47</b>
<b>4.4.1</b>	<b>Estudio social</b> .....	<b>47</b>
4.4.1.1	<i>Población</i> .....	47
4.4.1.2	<i>Actividades económicas y fuentes de ingreso familiar</i> .....	48
4.4.1.3	<i>Migración</i> .....	50
4.4.1.4	<i>Hábitat y Vivienda</i> .....	50
4.4.1.5	<i>Servicios básicos</i> .....	50
<b>4.4.2</b>	<b>Estudio económico</b> .....	<b>50</b>
4.4.2.1	<i>Producción agrícola sin proyecto</i> .....	<b>51</b>
4.4.2.2	<i>Producción agrícola con proyecto</i> .....	<b>52</b>
<b>4.4.3</b>	<b>Estudio financiero</b> .....	<b>54</b>
<b>CAPÍTULO V</b> .....		<b>57</b>
<b>5</b>	<b>PROPUESTA</b> .....	<b>57</b>
<b>CONCLUSIONES</b> .....		<b>58</b>
<b>RECOMENDACIONES</b> .....		<b>59</b>
<b>GLOSARIO</b>		
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>		
<b>ANEXOS</b>		

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-2:</b> Operacionalización de variables.....	10
<b>Tabla 2-2:</b> Matriz de consistencia.....	12
<b>Tabla 3-3:</b> Sectorización de los módulos.....	16
<b>Tabla 4-3:</b> Estaciones meteorológicas utilizadas para el estudio.....	21
<b>Tabla 5-4:</b> Resultado análisis de agua.....	28
<b>Tabla 6-4:</b> Resultados análisis de suelos módulo 6 zona alta.....	29
<b>Tabla 7-4:</b> Resultados análisis de suelos módulo 6 zona media.....	30
<b>Tabla 8-4:</b> Resultados análisis de suelos módulo 6 zona baja.....	31
<b>Tabla 9-4:</b> Cédula de cultivos módulo 6.....	32
<b>Tabla 10-4:</b> Resultados CC y PMP del módulo 6.....	32
<b>Tabla 11-4:</b> Resultados de densidad aparente módulo 6.....	33
<b>Tabla 12-4:</b> Enraizamiento para cultivos representativos del módulo 6.....	34
<b>Tabla 13-4:</b> Lámina de agua aprovechable del módulo 6.....	34
<b>Tabla 14-4:</b> Cédula de cultivos Actual.....	37
<b>Tabla 15-4:</b> Precipitación real y efectiva al 60% de estación meteorológica Pungales (M0243), Riobamba-Aeropuerto (M057) e Interpolación IDW.....	37
<b>Tabla 16-4:</b> Evapotranspiración de la estación meteorológica Pungales (M0243), Riobamba-Aeropuerto (M057) e Interpolación IDW.....	39
<b>Tabla 17-4:</b> Balance hídrico cultivo de limón.....	39
<b>Tabla 18-4:</b> Coeficiente de cultivo (Kc) módulo 6.....	40
<b>Tabla 19-4:</b> Evapotranspiración del cultivo (ETc) módulo 6.....	41
<b>Tabla 20-4:</b> Necesidad neta (Nn) módulo 6.....	41

<b>Tabla 21-4:</b> Necesidad neta (Nn) módulo 6.....	42
<b>Tabla 22-4:</b> Características del emisor.....	43
<b>Tabla 23-4:</b> Características del emisor.....	44
<b>Tabla 24-4:</b> Productividad y Producción sin proyecto.....	51
<b>Tabla 25-4:</b> Costo de producción sin proyecto .....	52
<b>Tabla 26-4:</b> Utilidad agrícola bruta y neta sin proyecto.....	52
<b>Tabla 27-4:</b> Cédula de cultivos con proyecto.....	53
<b>Tabla 28-4:</b> Productividad y producción con proyecto .....	53
<b>Tabla 29-4:</b> Costos de producción con proyecto.....	54
<b>Tabla 30-4:</b> Utilidad bruta y neta con proyecto .....	54
<b>Tabla 31-4:</b> Flujo de caja e indicadores financieros.....	56

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-3:</b> Ubicación módulo 6, Chingazo Bajo .....	14
<b>Figura 2-3:</b> Metodología para el cálculo de CC y PMP.....	18
<b>Figura 3-4:</b> Topografía Chingazos y ubicación del módulo 6 .....	26
<b>Figura 4-4:</b> Catastro módulo 6.....	27
<b>Figura 5-4:</b> Precipitación real y efectiva al 60% de estación meteorológica Pungales, Riobamba- Aeropuerto e Interpolación IDW .....	38
<b>Figura 6-4:</b> Miniwobbler-boquilla #6 .....	43
<b>Figura 7-4:</b> Simulación Miniwobbler-boquilla #6.....	44
<b>Figura 8-4:</b> Diseño parcelario módulo 6.....	46
<b>Figura 9-4:</b> Turnos de riego módulo 6.....	47
<b>Figura 10-4:</b> Grupo etario del módulo 6 .....	48
<b>Figura 11-4:</b> Relación de dependencia laboral del módulo 6 .....	49
<b>Figura 12-4:</b> Relación de dependencia laboral del módulo 6 .....	49

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-4:</b> Datos de cilindro de infiltración zona alta, media y baja. ....	36
---	----

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

**ANEXO A. CATASTRO**

**ANEXO B. ANÁLISIS DE AGUA**

**ANEXO C. ESTUDIO DE SUELOS**

**ANEXO D. LÁMINA BRUTA**

**ANEXO E. INFILTRACIÓN**

**ANEXO F. EVAPOTRANSPIRACIÓN Y PRECIPITACIÓN**

**ANEXO G. NECESIDAD TOTAL**

**ANEXO H. EMISOR**

**ANEXO I. DISEÑO PARCELARIO**

**ANEXO J. TURNOS**

**ANEXO K. ENCUESTAS**

**ANEXO L. ESTUDIO ECONÓMICO-FINANCIERO**

**ANEXO M. PRESUPUESTO**

## RESUMEN

El objetivo de este proyecto fue elaborar el diseño agronómico del sistema de riego parcelario del proyecto Chambo-Guano, fase II, para el módulo 6 en la comunidad Chingazos, cantón Guano, para lo cual en primera instancia se elaboro el diagnóstico para la ejecución del diseño agronómico, se definio las variables agronómicas que fueron parte del diseño, se elaboro el diseño y presupuesto hidráulico a nivel parcelario y finalmente se elaboro un estudio socio-económico e indicadores financieros. Para la identificación del lugar se realizo un levantamiento topografico donde se dividió en tres zonas de estudio (alta, media y baja), ubicado en Latitud:  $1^{\circ} 37' 17.62''$  y Longitud:  $78^{\circ} 34' 47.53''$  de la provincia de Chimborazo, la propuesta agronómica e hidráulica parcelaria fue para 38.76 ha netas de riego, con 131 lotes, en los cuales se tomaron sus respectivos analisis de agua y suelos ,se tomaron en cuenta las laminas netas , infiltracion ,necesidades totales y se definio el metodo de riego por aspersion .En donde se obtuvieron los siguientes resultados agronómicos: Capacidad de campo: 7.66%, Punto de marchitez permanente: 3.83%, Densidad aparente: 1.27, Lámina de agua aprovechable: 29.18 mm, Lámina neta: 18.39 mm, Lámina bruta: 21.63 mm. Además, la necesidad total fue de  $3.05 \text{ mm día}^{-1}$  , con un caudal ficticio continuo de  $0.35 \text{ l/s/ha}$ . La velocidad de infiltración promedio fue de  $222.47 \text{ mm h}^{-1}$ . Con respecto al emisor, se utilizó un miniwobbler boquilla #6, con un caudal de consumo de  $0.07 \text{ l s}^{-1}$  y una precipitación de  $6.94 \text{ mm h}^{-1}$ , lo que generó 3 horas de aplicación por cada emisor y 4 turnos diarios en el sistema. Se recomienda considerar un plan de fertilización en la localidad con recomendaciones en conformidad con los cultivos, además compatibilizar con los análisis de agua expuestos

**Palabras clave:** <RIEGO>, <DISEÑO AGRONÓMICO>, <RIEGO PARCELARIO>, <ESTUDIO SOCIO ECONÓMICO>, CHINGAZOS (COMUNIDAD), GUANO (CANTÓN)

## SUMMARY

The objective of this project was to develop the agronomic design of the parcel irrigation system for the Chambo-Guano project, Phase II, for Module 6 in the Chingazos community, Guano canton. In the first instance, a diagnosis was prepared for the execution of the agronomic design. The agronomic variables that were part of the design were defined. The parcel hydraulic design and budget were developed; and finally, a socio-economic study and financial indicators were elaborated. For the location identification, a topographical survey was conducted, dividing it into three study zones (high, medium, and low), located at Latitude:  $1^{\circ} 37' 17.62''$  and Longitude:  $78^{\circ} 34' 47.53''$  in the Chimborazo province. The agronomic hydraulic parcel proposal was for a net irrigation area of 38.76 ha, with 131 lots; in which water and soil analyses were conducted for each lot, considering the net depths, infiltration, total water requirement; and designating sprinkler irrigation as the irrigation method. The following agronomic results were obtained: Field capacity: 7.66%, Permanent wilting point: 3.83%, Bulk density: 1.27, Usable water depth: 29.18 mm, Net depth: 18.39 mm, Gross depth: 21.63 mm. Furthermore, the total water requirement was  $3.05 \text{ mm day}^{-1}$ , with a continuous fictitious flow of  $0.35 \text{ l/s/ha}$ . The average infiltration rate was  $222.47 \text{ mm h}^{-1}$ . Regarding the emitter, a mini-wobbler nozzle #6 was used, with a consumption flow of  $0.07 \text{ l s}^{-1}$  and a precipitation rate of  $6.94 \text{ mm h}^{-1}$ , resulting in 3 hours of application per emitter and 4 daily shifts in the system. It is recommended to consider a fertilization plan in the locality, with recommendations in accordance to the crops. Also, to make it compatible with the presented water analyses.

*Keywords:*

<DESIGNS>, <AGRONOMIC>, <PARCEL>, <SOCIAL>, <ECONOMIC>

# **CAPÍTULO I**

## **1. INTRODUCCIÓN**

### **1.1 Planteamiento del problema**

La comunidad de Chingazo Bajo no posee una infraestructura adecuada que dote de agua de riego proveniente del sistema Chambo Guano los Chingazos. Las causas principales son las siguientes: Falta de apoyo por entidades gubernamentales, carencia de estudios para los diseños agronómicos e hidráulicos y falta de auto gestión por la junta de riego (JURECH). Además los efectos de esta problemática se traduce en: Baja productividad en cultivos, migración de las personas, pobreza e inequidad en la zona.

### **1.2 Situación actual del problema**

En primer lugar, se considera que el agua es un elemento fundamental para eliminar la pobreza y sobretodo el hambre, es así que, mediante el riego la producción de alimentos se incrementa y las condiciones de vida de una población mejoran (Vargas y Moreno, 2016).

En lo concerniente a la calidad y cantidad de agua, la contaminación y el calentamiento global afectan a la estabilidad y disponibilidad de agua, es así que, los agricultores y las poblaciones se ven afectadas por la reducción de alimentos y la falta de accesibilidad del recurso para los agricultores rurales (Santos, 2014).

En los párrafos anteriores se hizo referencia a la importancia del agua y a lo que conlleva el calentamiento global y la contaminación de este recurso. Por otro lado, se menciona la superficie bajo riego en el Ecuador, la misma que es de 853332 ha, según el III Censo Agropecuario, este dato representa la cuarta parte de la superficie a ser irrigada en el país (Zapatta, 2012). En este sentido, se denota claramanete la falta de infraestructura que tiene el Ecuador para acceder a proyectos de riego.

Cabe mencionar que, según el MAG (2020), en el Ecuador el 13.80% de la superficie bajo riego tiene sistemas tecnificados. Por lo tanto, los pequeños agricultores que pueden acceder a estas tecnologías pueden optimizar el uso del agua y suministrar a los cultivos la cantidad necesaria de manera eficiente para su desarrollo. Dicho esto, en la zona de los Chingazos resulta complicado tener este planteamiento por la falta de infraestructura.

En lo referente al cantón Guano, el mismo forma parte de la provincia de Chimborazo, tiene un total de 31822 ha, de estas 339 ha (1.07%) están con cultivos permanentes y 13611 ha (42.77%) con cultivos transitorios. Además, 3071 ha (9.65%) están con suelo de descanso. En lo concerniente a pastos, 5462 ha (17.16%) tienen pastos cultivados y 1532 ha (4.81%) con pastos naturales. El área para conservación está en el orden de 4394 ha (13.81%) y 2917 (9.17%) ha están ocupadas con montes y bosques. Para finalizar, para otros usos existen 496 ha (1.56%) (GAD Guano, 2019).

Un dato interesante que enmarca la problemática del sector de los Chingazos, según GAD Guano (2019), en este sector, en la década de 1970 se observó un panorama desértico, en donde, el paisaje era árido y con ausencia de cobertura vegetal. Además, la falta de riego en la zona generó un tipo de agricultura precaria destinada a la subsistencia con alto índices migratorios. Es evidente que, desde la década descrita no han existido voluntades políticas para acceder a infraestructura de riego, es así que, mediante este estudio se pretende tener una herramienta de gestión, en donde, los dirigentes puedan presionar a las entidades gubernamentales para implementar un proyecto de riego tecnificado.

El presente estudio se encamina a elaborar un diseño agronómico en el módulo 6 de Chingazo Bajo, este diseño será la base para obtener un estudio de red principal y la propuesta de distribución de caudales a nivel colectivo. Además, la importancia de este diseño radica en conocer los requerimientos hídricos a nivel parcelario, la misma que ayudará a la optimización del recurso hídrico, el mismo que será un justificativo para gestionar la implementación del proyecto.

### **1.3 Formulación del problema**

¿El diseño agronómico ayudará a conocer los requerimientos hídricos a nivel parcelario del módulo 6 en la comunidad Chingazos, cantón Guano del sistema de riego parcelario del proyecto Chambo-Guano, Fase II?

### **1.4 Preguntas directrices o específicas de la investigación**

- ¿Qué variables se debe tomar en cuenta para elaborar un diagnóstico del módulo 6 de la comunidad Chingazo Bajo?
- ¿Qué variables agronómicas se deben considerar para el diseño agronómico del módulo 6 de la comunidad Chingazo Bajo?

- ¿Cómo elaborar el presupuesto hidráulico parcelario del módulo 6 de la comunidad Chingazo Bajo?
- ¿Cómo elaborar un estudio socio-económico del módulo 6 de la comunidad Chingazo Bajo?

### **1.5 Justificación de la investigación**

Debido a la falta de infraestructura en la zona, que conlleva a una ausencia de riego, el proyecto plantea realizar los Diseños Agronómicos e Hidráulicos por parte de los estudiantes de maestría de riego parcelario de la ESPOCH, de manera conjunta con aliados estratégicos como entidades públicas y privadas las cuales se articularán con la JURECH (Junta de Riego Chambo-Guano) y buscarán el financiamiento para implementar y ejecutar el proyecto, de esta manera, los beneficiarios mejorarán la producción en sus cultivos, una vez que el proyecto sea implementado.

Este proyecto técnico - investigativo, es de carácter social, al culminarlo ofrece la entrega total del estudio técnico con sus lineamientos, siendo el costo de ejecución una limitante, se podrá realizar la búsqueda del financiamiento, con entidades competentes y organizaciones no gubernamentales.

### **1.6 Objetivo general**

Elaborar el diseño agronómico del sistema de riego parcelario del proyecto Chambo-Guano, fase II, para el módulo 6 en la comunidad Chingazos, cantón Guano.

### **1.7 Objetivos específicos**

- Elaborar el diagnóstico para la ejecución del diseño agronómico.
- Definir las variables agronómicas que serán parte del diseño.
- Elaborar el diseño y presupuesto hidráulico a nivel parcelario.
- Elaborar un estudio socio-económico e indicadores financieros.

### **1.8 Hipótesis**

#### ***1.8.1 Hipótesis general***

El diseño agronómico a nivel parcelario es una herramienta útil para implementar proyectos de riego.

### ***1.8.2 Hipótesis específicas***

El diseño agronómico a nivel parcelario no es una herramienta útil para implementar proyectos de riego.

## **CAPÍTULO II**

### **2. MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Antecedentes del problema**

El problema álgido que afecta a la zona de los Chingazos está definido por la falta de infraestructura que conlleva a una ausencia de riego, sin embargo, no solo en este sector se evidencia esta problemática, es así que, según Borja (2010), los pequeños bananeros en la costa ecuatoriana no acceden a infraestructura de riego de calidad, esto debido, a la falta de gobernanza por las autoridades de turno, en donde, predominan las jerarquías de poder económica y política.

Otro caso particular de la falta de infraestructura se da en la provincia de Pichincha en el canal de riego Tabacundo, según Zapatta (2012), manifiestan que, los pequeños agricultores dedicados a la producción de rosas, deben soportar las inequidades de las grandes florícolas por el acceso a infraestructura. En este sentido, las grandes florícolas han sido favorecidas por las voluntades políticas a tener mejor sistema de conducción de riego, en tal virtud, los pequeños agricultores se ven desfavorecidos al no poder acceder a las mismas condiciones.

Cabe mencionar que, una vez elaborada la propuesta de diseño de riego, los directivos de la Junta de Riego tendrán un instrumento de gestión para el desarrollo de la agricultura en la comunidad, dicho esto, el riego tecnificado es un medio para la producción cuya finalidad es el incremento de rendimientos con menos agua (Gómez *et al.*, 2015).

#### **2.2 Bases teóricas**

##### **2.2.1 Agricultura en el Ecuador**

En lo referente a la agricultura en el Ecuador, la superficie total es de 25637000 ha, de las cuales 11659087 (45%) son utilizadas en el campo agrícola (Fiallo, 2017), en este sentido, el 84,50% representa la Agricultura Familiar Campesina o las denominadas Unidades de Producción Agropecuaria (UPA), de este porcentaje el 37% tiene agua de riego para cubrir las necesidades básicas. Cabe mencionar que, más del 64% de la producción agrícola nacional está en manos de pequeños productores (Houtart, 2018).

### **2.2.2 *Tecnificación del riego en el Ecuador***

El riego en el Ecuador se ha caracterizado por sus bajas eficiencias en aplicación, propias de los riegos con inundación o por surcos, es así que, de las 338000 ha al mando de los pequeños y medianos productores que cuentan con riego, el 93% irrigan con métodos tradicionales, mientras que el 7% restantes adoptan la tecnificación para cultivos más rentables (Climate Technology Centre and Network, 2000).

Cabe añadir que, una de las estrategias que permite una distribución equitativa del agua es el riego tecnificado, a su vez esta distribución debe satisfacer la demanda de los cultivos y además debe respetar los acuerdos sociales de reparto y distribución (León, 2021).

### **2.2.3 *Riego tecnificado***

En un concepto amplio de riego tecnificado, el mismo hace manifiesto a la forma de mejorar los riegos tradicionales (surcos o inundación). Además, la característica principal de este riego es la forma como se obtiene la energía, la misma que puede ser por gradiente natural o por bombeo. Por otro lado, el agua se conduce a través de mangueras o tuberías de PVC (Policloruro de vinilo) y se distribuye el recurso mediante goteros o aspersores que simulan la lluvia (Fiallo, 2017).

### **2.2.4 *Métodos de riego***

En la actualidad existen varios métodos de riego, sin embargo, en este capítulo se hace referencia a los más importantes dentro de la presurización del riego y estos son: el goteo y la aspersión.

#### **2.2.4.1. *Riego por goteo***

El riego por goteo o también llamado de alta frecuencia, tiene como característica principal la aplicación del agua en forma de gotas alado de la planta, alcanza una eficiencia del 95%. Además, este método forma un bulbo húmedo después de cada gota, en donde, la planta aprovecha para desarrollar sus raíces (Demin, 2014).

Por otro lado, según Demin (2014), manifiesta que, el riego por goteo es el más eficiente que existe en la actualidad en cuanto a aplicación. Además, en lugares donde el viento es prevalente es idóneo la utilización de este método. Asimismo, la utilización del riego por goteo permite al cultivo tener frecuencias más bajas con láminas en conformidad al requerimiento hídrico (Fiallo, 2017).

#### 2.2.4.2. *Riego por aspersión*

El riego por aspersión constituye otro método de presurización, es así que, se necesita de una presión superior a los 2 bares para que este funcione (Demin, 2014). Además, es un método que simula la lluvia sobre los cultivos, una de las desventajas es que pierde eficiencia por la presencia de los vientos y es muy susceptible a la evaporación (Houtart, 2018). Un dato importante es que, la precipitación de los emisores debe ser menor a la velocidad de infiltración de los suelos para evitar los encharcamientos o pérdidas por escurrimiento (Houtart, 2018).

### **2.3 Marco conceptual**

Los conceptos detallados para este capítulo hacen referencia a los objetivos específicos a desarrollarse en el presente estudio, en tal sentido las definiciones son las siguientes:

#### **2.3.1 Diagnóstico**

El diagnóstico es una etapa parte de los proyectos que nos permite obtener información base para desarrollar los demás componentes del mismo, en este sentido, se estima que el levantamiento de información sea veraz y fidedigna (Sabando y Molina, 2013). Por otro lado, a esta etapa de diagnóstico también se la denomina línea base, la misma que representa una primera medición en base a indicadores que serán parte de la estrategia de evaluación de proyectos (Quintero, 1993).

Es así que, para el levantamiento de información del módulo 6, el diagnóstico se consideró para las siguientes variables: Topografía, actualización catastral, análisis de suelos y análisis de agua.

#### **2.3.2 Diseño agronómico**

En lo concerniente a diseño agronómico, según Pizarro (1996), manifiesta que, el mismo se lo realiza en dos etapas, la primera que consiste en el cálculo de la necesidad de agua y esto tiene relación directa con el clima y la segunda que se refiere a la determinación de la dosis, frecuencia, tiempo de riego, número y caudal del emisor.

Por otro lado, se hace referencia a que es la base de los cálculos, en tal sentido, de nada sirve tener unos cálculos hidráulicos afinados o la utilización de accesorios automáticos, cuando el diseño agronómico está mal formulado. Dicho esto, el diseño agronómico debe ser detallado para evitar gastos innecesarios de dinero y a la vez evitar construir infraestructuras con una baja eficiencia (Dueñas, 2000).

Por otra parte, según Villacorta (2017), manifiesta que, el diseño agronómico tiene su grado de complejidad al momento de realizarlo, esto debido a la dificultad de interpretar fórmulas, coeficientes y tablas de índole biológico, dicho esto, se recomienda utilizar el sentido común y la observación como herramientas claves al momento del planteamiento.

Para finalizar, el diseño agronómico constituye un pilar básico en cuanto a la decisión de los accesorios de la instalación tales como emisores, distribución de los mismos y accesorios para acoplarlos. Además, este diseño proporciona datos básicos para el posterior diseño hidráulico, como caudal, espaciamiento del emisor y duración del riego (Villacorta, 2017).

Con lo expuesto anteriormente, el diseño agronómico tomó en cuenta las siguientes variables: cédula de cultivos, lámina bruta, necesidades totales y emisores.

### ***2.3.3 Diseño hidráulico parcelario***

El diseño hidráulico a nivel de parcela, según Calvache (2012), indica que, es un planteamiento mediante el cual se definen los caudales, presiones, velocidades y diámetros de tuberías, bajo un concepto de optimización de recurso, es decir, ser eficientes en el diseño. Además, un diseño hidráulico es la consecuencia de una propuesta agronómica, es decir, la base para el diseño hidráulico es el diseño agronómico (Sabando y Molina, 2013).

Cabe mencionar que, el diseño hidráulico parcelario, tiene como base el emisor, en tal sentido, la selección de este accesorio resulta fundamental para el planteamiento hidráulico, es por ello que, la selección del mismo no solo debe responder hacia un criterio técnico sino también debe existir un enfoque social (Pizarro, 1997).

### ***2.3.4 Estudio socio-económico e indicadores financieros***

Los proyectos de riego tecnificado tienen como objetivo incrementar la producción con un mínimo de agua, esto genera un flujo económico que se refleja en los réditos generados a través de la implementación de estos proyectos. Además, las familias que adoptan esta tecnología aumentan sus ingresos, debido a un incremento de superficie regada (Hoogendam, y otros, 2018).

Con lo mencionado anteriormente, que el riego tecnificado mejora la economía de las familias, según Hurtado (2020), se debe medir estos indicadores mediante una evaluación económica, la misma que estudia la rentabilidad total de las inversiones, dicho esto, se debe analizar las inversiones, ingresos y egresos de un proyecto de tecnificación.

Por otro lado, una vez elaborado un estudio económico a través de un flujo de caja, el siguiente paso es la evaluación financiera, la misma que considera los recursos financieros (ingresos y egresos) manejados en el proyecto. En este sentido, el flujo de caja es la base de la evaluación financiera (Hurtado, 2020).

Cabe mencionar que, el concepto de estudio socio-económico enfatiza en un diagnóstico de las características sociales que describen a una localidad, además de las cualidades, condiciones y servicios básicos que estas poseen para justificar un proyecto (Vargas y Moreno, 2016).

Para finalizar, las variables a tomar en cuenta en el estudio socio-económico son las siguientes: cédula de cultivos, producción agrícola, utilidades brutas y netas, costos de producción, indicadores financieros: Tasa Interna de Retorno (TIR), Valor Actual Neto (VAN), Relación Beneficio-Costo (B/C) y Período de Retorno de la Inversión (PRI).

#### **2.4 Identificación de variables**

Las variables identificadas fueron la independiente y dependiente.

##### **2.4.1 *Variable independiente***

En lo concerniente a las variables independientes, las mismas fueron: topografía y condiciones climáticas.

##### **2.4.2 *Variable dependiente***

Las variables dependientes fueron las siguientes: cédula de cultivos, capacidad de campo, punto de marchitez permanente, densidad aparente, infiltración, lámina neta, precipitación, evapotranspiración, coeficiente del cultivo (Kc), balance hídrico, costos de producción, tasa interna de retorno, valor actual neto y relación beneficio-costo.

## 2.5 Operacionalización de variables

**Tabla 1-2:** Operacionalización de variables

Variable	Tipo de Variable	Concepto	Indicador	Técnica	Instrumento
Topografía	Independiente	Estudia tanto la forma como las características de las superficies terrestres de una zona determinada	Grado de porcentaje	Zonificación de puntos	Estación total
Condiciones climáticas	Independiente	Hace referencia a las condiciones variables del Sol y del espacio que pueden afectar al rendimiento de la tecnología que usamos en la Tierra.	Evaporación Precipitación	Toma de datos	Estación meteorológica
Análisis de suelos	Dependiente	Por medio de un laboratorio de suelos se analizará propiedades físicas y químicas	La cantidad macro y micronutrientes presentes en el suelo	Muestreo y recolección.	Laboratorio externo
Cédula de cultivos	Dependiente	Cantidad de cultivos por Ha, tipo de cultivos	Superficie a implementarse los cultivos	Recolección de datos	Observación
Capacidad de campo (CC)	Dependiente	Contenido de humedad en el suelo luego de 48 h de drenaje	El contenido de humedad en suelo	Muestreo	Tacto
Punto de Marchitez Permanente (PMP)	Dependiente	Contenido de agua en suelo que a perdido agua por el cultivo y el agua que se encuentra en el suelo no se encuentra disponible	Contenido de humedad en suelo en PMP	Muestreo	Tacto
Densidad Aparente	Dependiente	Masa de suelo x unidad de volumen	Peso del suelo en cm <sup>3</sup>	Muestreo	Laboratorio externo
Infiltración	Dependiente	Procesos por el cual el agua ingresa a la superficie de la tierra sin encharcamiento	La velocidad de infiltración en el suelo	Muestreo	Cronómetro
Lamina Neta	Dependiente	Cantidad de agua aplicada durante el riego para reponer el agua que ha usado el cultivo durante la evapotranspiración	La lámina neta que se aplica en el suelo	Fórmulas	Computadora
Precipitación	Dependiente	Es la cantidad de agua que cae de la atmosfera a la superficie terrestre	La cantidad de agua que precipita en cierto sitio	Recolección de datos	Estación meteorológica
Evapotranspiración (Etc)	Dependiente	Es la combinación de dos procesos evaporación desde el suelo y desde la superficie cubierta por plantas, transpiración de las hojas en las plantas	Es la cantidad de agua perdida en la atmosfera	Recolección de datos	Estación meteorológica
Coefficiente del cultivo Kc	Dependiente	Es la relación entre la Etc de cada cultivo y la Eto	El coeficiente difiere de acuerdo al cultivo y fenología del mismo	Fórmulas	Computadora
Balance hídrico	Dependiente	Permite conocer la cantidad de agua que tiene un cultivo en el suelo	Cantidad real de agua en un cultivo	Fórmulas	Computadora

<b>Variable</b>	<b>Tipo de Variable</b>	<b>Concepto</b>	<b>Indicador</b>	<b>Técnica</b>	<b>Instrumento</b>
Costos de producción	Dependiente	Gasto necesario para fabricar un bien o generar un servicio	Costos de producción de cultivos	Indagar	Cotización
Tasa interna de Retorno	Dependiente	Tasa de interés o rentabilidad que nos ofrece una inversión	Tasa interna de retorno de la investigación	Fórmulas	Computadora
Valor actual Neto	Dependiente	Valor presente de los flujos de caja netos originados por una inversión	Valor actual neto de la investigación	Fórmulas	Computadora
Relación Beneficio-costo	Dependiente	Es aquella que compara el costo de un producto vs el beneficio que esta entrega.	Relación beneficio/costo	Fórmulas	Computadora

**Realizado por:** Juan León

## 2.6 Matriz de consistencia

**Tabla 2-2:** Matriz de consistencia

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicadores	Técnicas	Instrumentos	
La comunidad de Chingazo Bajo no posee una infraestructura adecuada que dote de agua de riego	<b>Objetivo general</b>  Elaborar el diseño agronómico del sistema de riego parcelario del proyecto Chambo-Guano, fase II, para el módulo 6 en la comunidad Chingazos, cantón Guano.		<b>Independientes</b>				
			Topografía	Grado de porcentaje	Levantamiento con equipos de medición	Dron	
	<b>Objetivos específicos</b>  -Elaborar el diagnóstico para la ejecución del diseño agronómico.  -Definir las variables agronómicas que serán parte del diseño.  -Elaborar el diseño y presupuesto hidráulico a nivel parcelario.  -Elaborar un estudio socio-económico e indicadores financieros.	El diseño agronómico a nivel parcelario es una herramienta útil para implementar proyectos de riego.		Condiciones climáticas	Evaporación – precipitación	Estación meteorológica	Fluviógrafo-Tanque de evaporación tipo A
				<b>Dependientes</b>			
			Análisis de suelos	La cantidad macro y micronutrientes presentes en el suelo	Recolección por medio de muestras y submuestras	Barreno, fundas	
			Cédula de cultivos	Superficie implementarse	Encuestas en campo	Cuestionario	
			Capacidad de campo (CC)	El contenido de humedad en suelo	De acuerdo a la metodología.	Fundas, estufa, cilindros volumétricos.	
			Punto de marchitez (PMP)	Contenido de humedad en suelo en PMP	De acuerdo a la metodología.	Excel, Hojas Calculo	
			Densidad Aparente	Peso del suelo en cm <sup>3</sup>	De acuerdo a la metodología.	Balanza, fundas	
			Infiltración	La velocidad de infiltración en el suelo	Metodología de los anillos	Infiltrómetro de doble anillo	
			Lamina Neta	La lamina neta que se aplica en el suelo	De acuerdo a la metodología.	Excel, hojas de cálculo	
			Precipitación	La cantidad de agua que precipita en cierto sitio	Precipitación efectiva al 80%	Cropwat	
			Evapotranspiración Etc	Es la cantidad de agua perdida en la atmósfera	Penman- Monteith Método IDW	Hojas de cálculo Excel, cropwat, Sistema de información geográfica	
Coefficiente del cultivo Kc	El coeficiente difiere de acuerdo al cultivo y fenología del mismo	De acuerdo a fórmulas de Hargraves en la metodología	Excel, hojas de cálculo				
Balance hídrico	Cantidad real de agua en un cultivo	De acuerdo a la metodología	Excel, hojas de cálculo				

<b>Formulación del problema</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Hipótesis</b>	<b>Variables</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Técnicas</b>	<b>Instrumentos</b>
			Costos de producción	Costos producción de cultivos	Recopilación de información	Encuestas
			Tasa interna de Retorno	Tasa interna de retorno de la investigación	Fórmulas de acuerdo a la metodología	Excel, hojas de cálculo
			Valor actual Neto	Valor actual neto de la investigación	Fórmulas de acuerdo a la metodología	Excel, hojas de cálculo
			Relación Beneficio-costo	Relación beneficio/costo	Fórmulas de acuerdo a la metodología	Excel, hojas de cálculo

**Realizado por:** Juan León

## CAPÍTULO III

### 3 METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

#### 3.1 Caracterización del área en estudio

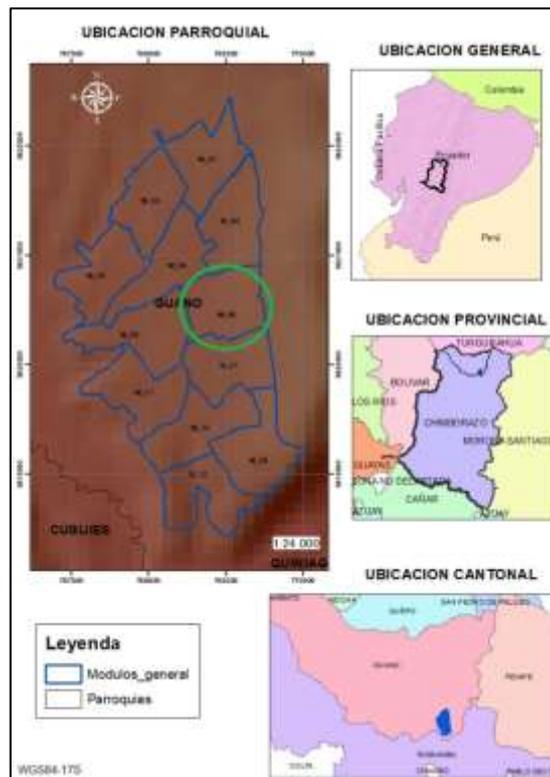
##### 3.1.1 Ubicación política

La ubicación política del estudio es la siguiente:

- Provincia: Chimborazo
- Cantón: Guano
- Parroquia: Matriz
- Sector: Chingazo Bajo

##### 3.1.2 Ubicación geográfica

La ubicación geográfica tiene las siguientes coordenadas. Latitud: 1° 37' 17.62'' y Longitud: 78° 34' 47.53''



**Figura 1-3:** Ubicación módulo 6, Chingazo Bajo

**Realizado por:** Juan León

### **3.1.3 Ubicación ecológica**

La ubicación geológica del proyecto es la siguiente:

- Altitud: 2711 msnm.
- Temperatura media: 20.56°C.
- Precipitación anual: 516.27mm.
- Región: Sierra

## **3.2 Materiales**

Los materiales y equipos utilizados en las evaluaciones de campo fueron: dron de ala fija, cilindros de infiltración, barreno, flexómetro y equipos de oficina.

## **3.3 Métodos**

Los métodos se desarrollaron en conformidad a los objetivos específicos propuestos.

### **3.3.1 Diagnóstico para el diseño agronómico**

#### **3.3.1.1 Levantamiento Topográfico**

La metodología que se utilizó para el levantamiento topográfico fue la siguiente:

- En primer orden, se ubicaron los puntos de control o hitos, los mismos que se colocaron en un número de 54 entre fotogramétricos y geodésicos, de los cuales se instalaron 50 de hormigón y 4 con placas de metal.
- En las fotografías aéreas se usó el Software UAS Master resultando un GSD que es la distancia de muestra del suelo, la misma que fue menor a 10 cm.
- Antes de realizar el vuelo se verificó que no existan alteraciones climáticas (ya que pueden presentarse vientos fuertes también), esto con la finalidad de no tener ninguna afectación en los datos que se obtuvieron.
- Se realizó el sobre vuelo de 700 ha como área bruta, lo cual garantizó que 576 ha de área neta estuvieran tomadas en cuenta. En este sentido, se incluyeron las 40 ha aproximadas del módulo 6 que es la zona de estudio.
- Se obtuvo una ortofoto, la misma que se procesó de acuerdo a las imágenes del sobrevuelo y la escala fue de 1:1000.
- Las curvas de nivel se generaron cada metro.

#### **3.3.1.2 Actualización catastral**

En lo referente a, la actualización catastral la misma se desarrolló de la siguiente manera:

- En primer lugar, se tomó como base la ortofotografía generada, con este producto se identificaron a manera general los lotes y sus linderos del módulo 6.
- Por otro lado, se trabajó con el catastro del Gad Guano y SIGTIERRAS, el mismo que ayudó a compatibilizar con la ortofoto, sin embargo, se realizaron visitas de campo a cada uno de los lotes, en donde se verificaron los linderos con la presencia de los usuarios.
- El producto final fue la actualización catastral, el padrón de usuarios y las áreas del proyecto (bruta y neta).

### 3.3.1.3 Análisis de Agua

El muestreo del análisis de agua, se realizó con base a la NTE INEN 2169:2013. Los sitios de muestreo fueron los siguientes: Salida del sifón sobre el río Guano (Latitud: 1°35'44" S y Longitud: 78°37'02" O), Comunidad de Chingazo Alto (Latitud: 1°36'16" S y Longitud: 78°34'45" O) y en la Comunidad de Chingazo Bajo (Latitud: 1°37'13" S y Longitud: 78°34'35" O).

### 3.3.1.4 Análisis de suelos

Las muestras para el análisis de suelos se realizaron de la siguiente manera:

- En primer lugar, se analizaron los posibles sitios utilizando la ortofotografía de la zona para la toma de muestras y submuestras.
- Se identificaron tres zonas alta, media y baja del módulo (Tabla 3-3).

**Tabla 3-3:** Sectorización de los módulos

<b>Categoría</b>	<b>Diferencia de Altura desde el reservorio (m)</b>
Alta	0-20
Media	20-40
Baja	>40

**Realizado por:** Juan León

- En cada una de estas zonas se tomaron entre 8 a 10 submuestras, en forma de zigzag en un solo terreno y se obtuvo una muestra general de aproximadamente un kilogramo.
- Se etiquetaron cada una de las muestras para evitar no ser confundidas.
- Para la toma de muestras se usó un barreno con bolsas plásticas con la respectiva identificación las cuales se trasladaron a laboratorio.

### 3.3.2 *Diseño Agronómico*

La metodología del diseño agronómico se ha desarrollado en base a los productos propuestos por los maestrantes, en colaboración con los tutores y llegando a consensos sobre los métodos más adecuados, considerando las herramientas más eficientes y que proporcionen datos que puedan ser procesados de una manera objetiva para el beneficio del proyecto. Es así que, a continuación, se detalla de manera general los productos a presentar con su respectiva metodología.

#### 3.3.2.1 *Cédula de Cultivos*

La cédula de cultivos se obtuvo a través de encuestas a una muestra representativa del sector (20 encuestas), en la cual se realizaron preguntas referente a los cultivos actuales y la superficie. Asimismo, la información obtenida se tabuló en una hoja de cálculo y los resultados preliminares se extrapolaron para la superficie total del módulo 6, de esta manera se obtuvieron las tablas de cédula de cultivos y sus porcentajes.

#### 3.3.2.2 *Láminas netas*

La metodología para calcular las láminas netas se determinó para una muestra de suelo de 30 cm aproximadamente, para las tres zonas antes mencionadas (alta, media y baja). En este sentido, las variables a tomar en cuenta fueron:

a) Capacidad de Campo (CC) en peso y Punto de Marchitez Permanente (PMP)

La metodología para CC y PMP se detalla a continuación:

- En primer orden, con la ayuda de un azadón se formó un cubo de aproximadamente 1m x 1m, libre de vegetación.
- El cubo formado se rodeó de tierra apisonada con unos 10 cm de alto.
- Con la finalidad de saturar el suelo se colocó agua hasta alcanzar el propósito.
- A continuación, se utilizó un plástico de 2.5m x 2.5m con la finalidad de cubrir dicho cubo y evitar una posible evaporación del agua y aportes por lluvia.
- Luego de 48, se destapó el cubo y se obtuvieron las muestras con la ayuda de un barreno a 30 cm de profundidad (Figura 2-3).
- Para finalizar, las muestras se identificaron para las tres zonas (alta, media y baja) y después de esto, con la ayuda de un analizador de humedad MA50X2ICA-WH, se calculó la CC y PMP durante tres días seguidos.



**Figura 2-3:** Metodología para el cálculo de CC y PMP

**Realizado por:** Juan León

#### b) Densidad Aparente

El cálculo de densidad aparente fue realizado mediante la siguiente metodología:

- Se escogieron los mismos puntos de muestreo realizados para CC y PMP en las tres zonas (alta, media y baja).
- En segundo orden, en cada zona de muestreo se escogió un área de 50 x 50 cm, en donde se limpió de vegetación y se niveló.
- A continuación, se marcó un cuadrado de 20 cm x 20 cm, seguido a esto, se extrajo el suelo hasta unos 30 cm de profundidad con la ayuda de una minipala hasta formar un cubo.
- El suelo obtenido de este cubo se guardó en una funda plástica para posterior pesaje y traslado a laboratorio para peso en seco.
- Se forró el pozo con plástico y bolsas negras de basura, cortadas longitudinalmente, siendo un material adecuado a estos fines.
- El hoyo formado por la extracción del suelo, se lo cubrió con un plástico negro, de tal manera que, el plástico forró las paredes del hoyo.
- Con la ayuda de una probeta se procedió a llenar el hoyo hasta que el agua enrazó con el nivel del suelo.
- Los datos obtenidos de peso total y volumen de agua utilizado se anotaron en una libreta de campo, para posterior cálculo de densidad aparente.

#### c) Agua disponible

Para calcular el agua disponible en el suelo, según Fuentes (1999), expone la siguiente ecuación [1]:

$$AD = \% \text{ de CC} - \% \text{ de PMP} \quad [1]$$

Dónde:

- AD= Agua Disponible

- % de CC = Contenido de Humedad (%) a Capacidad de Campo
- % de PMP = Contenido de Humedad (%) a Punto de Marchitez Permanente

d) Lámina de agua aprovechable

La lámina de agua aprovechable, según Calvache (2012), se calculó con la ecuación [2]:

$$LA = (\% \text{ de CC} - \% \text{ de PMP}) \times da \times r \quad [2]$$

Dónde:

- LA = Lámina de Agua Aprovechable.
- % de CC = Contenido de Humedad (%) a capacidad de campo.
- % de PMP = Contenido de Humedad (%) a punto de marchitez permanente.
- da = Densidad aparente ( $\text{g mL}^{-1}$ )
- r = Profundidad de enraizamiento (cm) (depende de la etapa fenológica de los cultivos).

e) Lámina neta

Para la lámina neta, según Baca (2021), se trabajó con la ecuación [3]:

$$LN = LA \times fa \quad [3]$$

Dónde:

- LN = Lámina neta.
- LA = Lámina de agua aprovechable.
- fa = factor de secamiento.

f) Lámina bruta

La lámina bruta, según Baca (2021), se calculó con la ecuación [4]:

$$LB = LN/Ef \quad [4]$$

Dónde:

- LB = Lámina bruta.
- LN = Lámina neta.
- Ef = Eficiencia del método de riego.

### 3.3.2.3 Infiltración

Para el cálculo de la infiltración se utilizó el Infiltrómetro de doble anillo, en donde, se trabajó con la siguiente metodología:

- Al igual que las otras muestras, para la infiltración se trabajó en las tres zonas (alta, media y baja).
- A continuación, en el lugar seleccionado se colocó el infiltrómetro hasta unos 15 cm de profundidad con la ayuda de un martillo, asimismo, mientras se ubicó el infiltrómetro se niveló hasta que el mismo tomó una posición vertical.
- Entre el espacio de los dos cilindros se colocó agua hasta unos 5 cm.
- Para llenar el cilindro interior se utilizó un plástico, el mismo que amortiguó el golpe del agua cuando se empezó con el llenado.
- Una vez que se llenó el cilindro hasta unos 20 cm se procedió a romper y a sacar el plástico, además, se procedió a marcar el nivel y se empezó con los registros.
- Las primeras lecturas se realizaron con intervalos de tiempo de 1 min, después cada 3 – 5 – 10 – 15 – 30 y 60 min.
- Cabe añadir que, cuando el agua estuvo a unos 2 cm de nivel se llenó nuevamente el cilindro interno y se registró en la libreta

Para el cálculo de la velocidad de infiltración, se utilizó la ecuación de Kostiakov (1932), modificado por Lewis (ecuación [5]):

$$I = K * t^n \quad [5]$$

Dónde:

- I = velocidad de infiltración (cm h<sup>-1</sup>).
- K = parámetro que representa la velocidad de infiltración cuando el tiempo es 1 min.
- t = tiempo acumulado de infiltración (min).
- n = parámetro que indica la forma en que la velocidad de infiltración se reduce con el tiempo.

#### 3.3.2.4 Necesidades totales

El cálculo de las necesidades totales tiene que ver con las siguientes variables:

##### a) Cédula de cultivos

La metodología para esta variable se definió en el numeral 3.3.2.1 de esta propuesta.

##### b) Precipitación

Las estaciones meteorológicas que sirvieron para calcular la precipitación efectiva se evidencian en la siguiente tabla.

**Tabla 4-3:** Estaciones meteorológicas utilizadas para el estudio.

Estación	Código	Distancia a la zona de estudio (m)	Coordenadas	
			Latitud	Longitud
Riobamba-Aeropuerto	M057	7695	1°39'09" S	78°39'07" O
Pungales	M243	3500	1°35'09" S	78°34'07" O

**Realizado por:** Juan León

Además, la metodología para la precipitación efectiva se detalla a continuación:

- Los datos obtenidos de las estaciones meteorológicas se tabularon en una hoja de cálculo.
- La información histórica de la estación M057 fue de 19 años y para la estación M243 fue de 17 años.
- Se utilizó el software CROPWAT 8.0 con un 60% de probabilidad de ocurrencia.
- Para tener una información precisa del módulo se utilizó la herramienta IDW (Distancia Inversa Ponderada) con la ayuda del software GIS.

c) Evapotranspiración de referencia (Eto)

La metodología para la evapotranspiración de referencia se detalla a continuación:

- Los datos obtenidos de las estaciones meteorológicas se tabularon en una hoja de cálculo.
- Las variables para el cálculo fueron: temperatura, humedad relativa, velocidad del viento y horas sol.
- La información histórica de la estación M057 fue de 26 años y para la estación M243 fue de 25 años.
- El cálculo se realizó con la ecuación de Penman-Monteith (Software FAO-CROPWAT 8.0).
- Para tener una información precisa del módulo se utilizó la herramienta IDW (Distancia Inversa Ponderada) con la ayuda del software GIS.

d) Balance hídrico

El balance hídrico consistió en elaborar un estado de pérdidas y ganancias, tomando en cuenta que las pérdidas fueron las evapotranspiraciones y las ganancias las precipitaciones, en este sentido, se definió el mes de mayor demanda.

e) Coeficiente de cultivo (Kc)

Se utilizó el método de Hargraves (1983), que tiene relación con el ciclo de cultivo y los meses de siembra y cosecha (ecuación [6]):

$$Kc = 0.01335 + 0.04099 \text{ } \odot - 0.00040 \text{ } \odot^2 \quad [6]$$

$\odot$  = Está en relación con el ciclo de cultivo, los días desde la siembra hasta la cosecha dividido para 365.

f) Evapotranspiración del cultivo (Etc)

Para el cálculo de esta variable se trabajó con la ecuación expuesta [7] (Allen, 2006):

$$ETc = ETo \times Kc \quad [7]$$

Dónde:

- ETc = Evapotranspiración de cultivo.
- ETo = Evapotranspiración de referencia.
- Kc = Coeficiente de cultivo.

g) Necesidad neta

La necesidad neta, según Baca (2021), se calculó con la ecuación [8]:

$$Nn = ETc - P \quad [8]$$

Dónde:

- Nn = Necesidad neta.
- ETc = Evapotranspiración del cultivo.
- P = Precipitación.

h) Necesidades totales

Las necesidades o demandas totales, según Baca (2021), se calcularon con la ecuación [9].

$$Nt = Nn/Ef \quad [9]$$

Dónde:

- Nt = Necesidad total.
- Nn = Necesidad neta.

### 3.3.2.5 Método de riego, tipo de material y emisor

Para definir el método de riego, tipo de material y emisor en el proyecto se establecieron los siguientes aspectos:

- Geometría de los lotes y curvas de nivel (topografía)
- Zona agroecológica para definir cultivos potenciales.
- Cultivo a implementarse en la propuesta con tecnificación de riego.
- Cantidad y calidad de agua para riego.
- El costo de implementación del sistema de riego colectivo.

### 3.3.3 Diseño hidráulico parcelario

Parte de la propuesta de este proyecto a más de definir el diseño agronómico, se contempló proponer un diseño hidráulico a nivel de parcela, esto con la finalidad de tener una base para conectar las tuberías desde la parcela hacia el reservorio general. Además, en el diseño hidráulico parcelario se definieron los costos para posterior análisis económico-financiero.

La metodología propuesta fue la siguiente:

- El método de riego y el emisor se seleccionó con base en el cultivo a implementarse previa socialización con la comunidad.
- Los rangos de operación del emisor están definidos por la casa comercial, los mismos que se encuentran disponibles en catálogos.
- Para el diseño hidráulico parcelario se parte del catastro actualizado y la topografía.
- Se utilizó el software IRRICAD V.20 de la empresa Nelson Irrigation, con este software el diseño se realizó para cada lote.

A más, de las características antes mencionadas, para el diseño parcelario se contemplaron los siguientes parámetros hidráulicos.

- Caudales de consumo (10% de variación).
- Velocidades máximas y mínimas de la línea principal (0.5 - 2.5 m s<sup>-1</sup>).
- Presiones de operación (20% de variación) y pérdidas de carga (Hazem-Williams).
- Los diámetros y espesor de tuberías de acuerdo a los caudales, velocidades y presiones.

Además, del diseño parcelario se definieron los turnos de riego, los mismos que fueron en base a los tiempos de operación de los emisores y las frecuencias. Cabe mencionar que, la operación

total del sistema está para un funcionamiento de 24 h, es decir, 12 h de riego y 12 h de almacenaje de agua en el reservorio. Para finalizar, otra variable que se tomó en cuenta fueron las cotas.

### **3.3.4 Estudio socio-económico e indicadores financieros**

#### **3.3.4.1 Estudio social**

El estudio social tuvo como base las encuestas realizadas en campo, las mismas que se elaboraron en coordinación con los estudiantes de la ESPOCH (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo), estas encuestas fueron propuestas por los maestrantes y la aplicación utilizada fue KOBO mediante equipos móviles. Además, se utilizó la ecuación de la población finita para calcular el número de encuestas a realizarse por módulo, es así como según Hurtado (2020), la ecuación es la siguiente [10].

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot q}{e^2 \cdot (N - 1) + Z^2 \cdot p \cdot q} \quad [10]$$

Dónde:

- N = Total de la población (572).
- Z= 1.96 al cuadrado (seguridad es del 95%).
- p = proporción esperada (en este caso 5% = 0.05).
- q = 1 – p (en este caso 1-0.05 = 0.95).
- e = precisión (5%).
- n = 231 encuestas / 12 módulos = 19.25 aprox. = 20 encuestas.

Para definir las variables sociales y algunos datos de interés para el estudio se utilizó el PDyOT (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial) del GAD (Gobierno Autónomo Descentralizado) Guano.

#### **3.3.4.2 Estudio económico**

El estudio económico que se realizó tuvo una connotación agrícola, en este sentido, se lo denominó estudio agroeconómico, el mismo que analizó dos panoramas, el primero que es la condición actual o denominado “sin proyecto” y el segundo que expresó un escenario futuro con la propuesta de tecnificación de riego o denominado “con proyecto”.

Para el primer escenario las variables obtenidas mediante grupos focales fueron: cédula de cultivos, producción, ingresos y egresos. Mientras que, para el segundo escenario la metodología

que se desarrolló fue mediante supuestos argumentados, tomando como referencia datos de zonas aledañas.

Para estructurar el estudio económico, se trabajó con la siguiente metodología.

- Se levantó la información base mediante grupos focales y entrevista en campo.
- La información obtenida se tabuló en una hoja de cálculo.
- Los datos obtenidos en campo se transformaron a medidas estándar y al sistema internacional.
- Se generaron las tablas de cédula de cultivos, ingresos, egresos y el flujo de caja.

#### *3.3.4.3 Estudio financiero*

El estudio financiero fue la consecuencia del flujo de caja realizado en el estudio agroeconómico, el mismo que se realizó en una hoja de cálculo, donde se contempló, por un lado, los beneficios incrementales (diferencia de las utilidades sin y con proyecto) y por otro las inversiones del proyecto (material parcelario). Los indicadores calculados fueron los siguientes: La Tasa Interna de Retorno (TIR), El Valor Actual Neto (VAN), La Relación Beneficio-Costo (B/C) y el Período de Retorno de la Inversión (PRI).

## CAPÍTULO IV

### 4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 Diagnóstico para el diseño agronómico

##### 4.1.1 Levantamiento topográfico

En lo referente al levantamiento topográfico, las curvas de nivel se generaron a cada metro, las mismas que fueron prácticas para los diseños hidráulicos, según Dueñas (2000), recomienda tener curvas de nivel a cada metro para los diseños hidráulicos a nivel de parcela. En este sentido, el módulo 6 tiene una superficie de 38.76 ha con cotas que van desde los 2770 hasta los 2673, es decir, existe una diferencia de altura de 97 m (Figura 3-4).

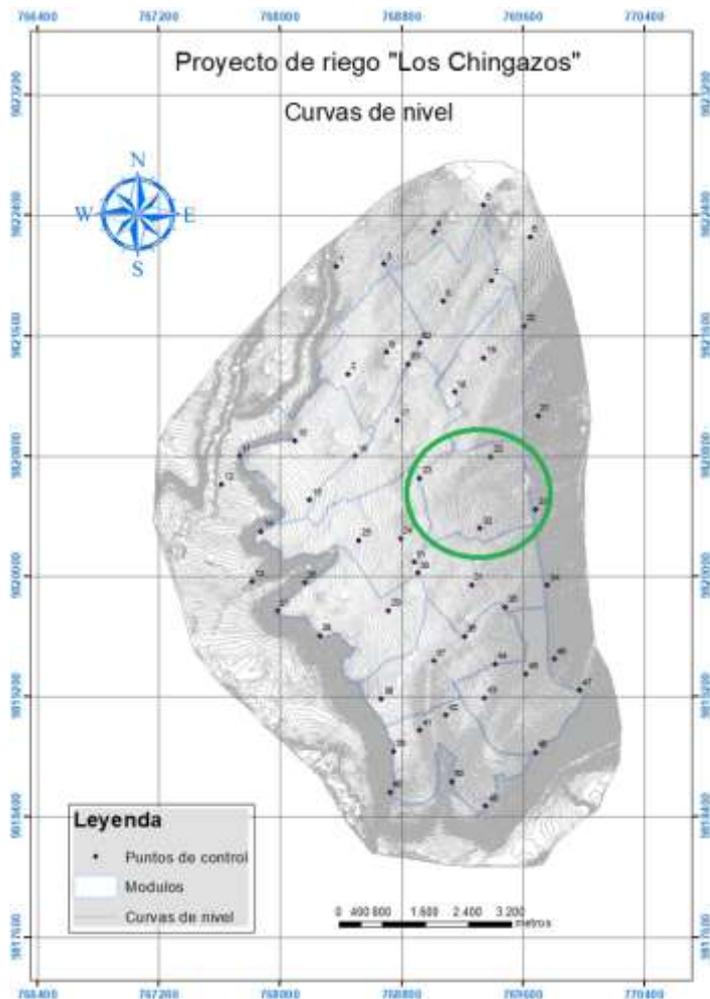


Figura 3-4: Topografía Chingazos y ubicación del módulo 6

Realizado por: Juan León

#### 4.1.2 Actualización catastral

En la actualización catastral del módulo 6 se encontraron 131 lotes pertenecientes a 110 familias. En este módulo existe un total de 38.76 ha, la infraestructura alcanzó un total de 0.92 ha, esto quiere decir que existe un área neta para riego de 37.84 ha (Figura 4-4). Es importante mencionar que, la tenencia de tierra alcanza 0.35 ha por familia, es un dato que según el MAG (2020), se considera para pequeños productores, cuya vocación productiva se enfoca al autoconsumo y a la producción intensiva (Anexo 1).



**Figura 4-4:** Catastro módulo 6

**Realizado por:** Juan León

#### 4.1.3 Análisis de agua

En lo concerniente al análisis de agua, el mismo denotó que los elementos analizados no superaron los límites permisibles, en este sentido, según Gómez *et al.* (2015), un sistema de riego el componente de mayor riesgo son los carbonatos, los mismos que con el tiempo pueden ocasionar taponamientos en los accesorios y en los emisores, principalmente los goteros. De acuerdo con los resultados, los carbonatos en el análisis presentan ausencia, por lo tanto, el agua analizada es apta para riego (Tabla 5-4). Para mayor detalle referirse al Anexo 2.

**Tabla 5-4:** Resultado análisis de agua

Ensayo	Unidad	Resultados			Promedio	Método	Valor Límite Permissible
		Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3			
Grasas y Aceites	Presencia/Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	PE-AL-72 Método de referencia: NA	Ausencia
Coliformes fecales	NMP 100ml <sup>-1</sup>	350	<1.8	<1.8	117,87	PE/AL/24 Standard Methods Ed.23.2017	1000
Fluor	mg L <sup>-1</sup>	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	Espectrofotometría UV-Vis	1.0
Huevos de parásitos	Presencia/Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Observación microscópica	Ausencia
Materia flotante	Presencia/Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	PE/AL/31 NMX-AA-006-SCFI-2000	Ausencia
Mercurio	mg L <sup>-1</sup>	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	PE/AL/10 EPA 3015 A, Rev. 1 2007	0.001
Nitritos	mg L <sup>-1</sup>	0.46	<0.04	0.2	0,23	PE-AL-41 Standard Methods Ed.23.20174500 NO2 B	0.5
Oxígeno disuelto	mg L <sup>-1</sup>	1.26	2.31	2.25	1,94	Standard Methods, Ed. 23. 2017, 4500-O G EPA	3
Potencial hidrógeno	unidades de pH	7.58	7.66	7.73	7,66	PE/AL/03 Standard Methods Ed.23.2017 4500 H+B	6_9
Sulfatos	mg L <sup>-1</sup>	12	11	<10.20	11,07	PE/AL/25 Standard Methods Ed.23.2017 4500 E SO4	250
Carbonatos	mg L <sup>-1</sup>	0	0	0	0	Volumétrico	-
Cloro residual	mg L <sup>-1</sup>	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	PE/AL/19 Standard Methods Ed.23.2017 4500 Cl-G	-
Aluminio	mg L <sup>-1</sup>	0.33	0.2	7.81	2,78	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	5
Arsénico	mg L <sup>-1</sup>	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0.1
Berilio	mg L <sup>-1</sup>	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0.1
Boro	mg L <sup>-1</sup>	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0.75
Cadmio	mg L <sup>-1</sup>	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0.05
Cobalto	mg L <sup>-1</sup>	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0.01
Cobre	mg L <sup>-1</sup>	<0.006	<0.006	0.023	0,01	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0.2
Cromo	mg L <sup>-1</sup>	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0.1
Hierro	mg L <sup>-1</sup>	0.31	0.22	3.06	1,2	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	5
Litio	mg L <sup>-1</sup>	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	2.5
Magnesio	mg L <sup>-1</sup>	2.23	2.38	2.66	2,42	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	-
Manganeso	mg L <sup>-1</sup>	0.007	0.010	0.11	0,04	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0.2
Molibdeno	mg L <sup>-1</sup>	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0.01
Niquel	mg L <sup>-1</sup>	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0.2
Plomo	mg L <sup>-1</sup>	<0.005	<0.005	0.008	0,01	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	5
Selenio	mg L <sup>-1</sup>	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0.02
Vanadio	mg L <sup>-1</sup>	<0.006	<0.011	<0.011	<0.011	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0.1
Zinc	mg L <sup>-1</sup>	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	2

**Fuente:** Análisis de laboratorio LABCESTTA

#### 4.1.4 Análisis de suelos

En lo referente a los análisis de suelos, los resultados se expusieron para las tres zonas en estudio, es así como, para la zona alta se observó que los niveles niveles de Ca y Mg fueron altos, mientras que, para K, Mn, Zn, M.O., P y NT asimilable los niveles fueron bajos. Además, la C.E fue no salino y la textura fue franco arenoso (Tabla 6-4).

Ante lo expuesto, según Pérez (2011), indica que los cultivos requieren los macroelementos en cantidades suficientes para que puedan cumplir su propósito productivo, es así que, el Nitrógeno evita las clorosis generales, el fósforo ayuda a fortalecer el enraizamiento y el potasio es un transportador de iones. Además, según Yara Ecuador (2020), menciona que, los nutrientes como el nitrógeno, calcio y potasio son los más consumidos por los frutales de hueso, en tal sentido, el calcio en cantidades suficientes es necesario para apoyar una buena producción frutal y autoinmunidad, en vista de lo mencionado en la zona alta el calcio está en condiciones suficientes.

**Tabla 6-4:** Resultados análisis de suelos módulo 6 zona alta

Parámetro	Método	Resultado	Unidad	Nivel	Técnica analítica
K	Ac.Am	0.12	meq/100g	Bajo	A. atómica
Ca	Ac.Am	4.2	meq/100g	Alto	A. atómica
Mg	Ac.Am	1.3	meq/100g	Alto	A. atómica
Cu	Olsen mod.	1	ppm	Bajo	A. atómica
Mn	Olsen mod.	1	ppm	Bajo	A. atómica
Zn	Olsen mod.	1	ppm	Bajo	A. atómica
PH	H2O 1:2,5	7.21		Prácticamente neutro	Potenciométrico
M.O.	W-B	2.36	%	Bajo	Gravimétrico
C.E	H2O 1:2,5	0.53	umhos/cm	No salino	Conductimétrico
NT asimilable	Kjeldahl	16	ppm	Bajo	Volumétrica
P	Olsen mod.	5.9	ppm	Bajo	Colorimétrico
Textura	Clase textural	franco arenoso	arena %	88	Bouyoucus
			limo %	10	
			arcilla %	2	

**Fuente:** Análisis de laboratorio Total Chem

**Realizado por:** Juan León

En lo referente a la zona media, se pudo observar que los niveles de macroelementos como el Ca, Mg y P fueron altos, mientras que, el K,Cu y M.O. tuvieron un nivel medio, el Mn, Zn, y NT asimilable fueron bajos. Además, la C.E estuvo en un resultado no salino y la textura fue franco arenoso (Tabla 7-4).

Por lo expuesto anteriormente, según Sipcam (2021), indica que, el potasio (K) es uno de los macroelementos fundamentales para las plantas y es absorbido en cantidades mucho mayores que otros nutrientes por lo que es fundamental incluir en los programas de riego y fertilización. Además, este elemento interviene en procesos como la fotosíntesis, crecimiento celular y en la activación enzimática, sin embargo, este elemento está en condiciones medias.

Por otro lado, los elementos de mayor importancia son el Mn y Zn los mismos que, en cantidades bajas, los cultivos pueden reducir la actividad fotosintética y presentar clorosis localizada (Pérez, 2011).

**Tabla 7-4:.** Resultados análisis de suelos módulo 6 zona media

Parámetro	Método	Resultado	Unidad	Nivel	Técnica analítica
K	Ac.Am	0,21	meq/100g	Medio	A. atómica
Ca	Ac.Am	5,4	meq/100g	Alto	A. atómica
Mg	Ac.Am	2,1	meq/100g	Alto	A. atómica
Cu	Olsen mod.	2	ppm	Medio	A. atómica
Mn	Olsen mod.	1	ppm	Bajo	A. atómica
Zn	Olsen mod.	2	ppm	Bajo	A. atómica
PH	H2O 1:2,5	6,96		Prácticamente neutro	Potenciométrico
M.O.	W-B	3,21	%	Medio	Gravimétrico
C.E	H2O 1:2,5	0,1	umhos/cm	No salino	Conductimétrico
NT asimilable	Kjeldahl	21	ppm	Bajo	Volumétrica
P	Olsen mod.	54,5	ppm	Alto	Colorimétrico
Textura	Clase textural	franco arenoso	arena %	90	Bouyoucus
			limo %	8	
			arcilla %	2	

**Fuente:** Análisis de laboratorio Total Chem

**Realizado por:** Juan León

Finalizando el análisis de suelo por zonas, se indicó que, en la zona baja los niveles de Ca, Mg y P fueron altos, mientras que, para K, Cu, Mn, Zn, M.O. y NT asimilable son bajos. Además, la C.E fue no salino y la textura franco arenoso (Tabla 8-4).

En los análisis anteriores se tomó en cuenta los criterios para los elementos que están en bajo nivel. Sin embargo, algo que hay que resaltar para las tres zonas, fue el bajo contenido de Materia Orgánica que estas poseen, en tal sentido, según Sipcam (2021), indica que la materia orgánica es un elemento útil en el suelo para conservar la humedad, dicho esto, para el proyecto de riego y

considerando que los suelos son arenosos, es importante incluir un plan de incorporación de materia orgánica. Para mayor detalle referirse al Anexo 3.

**Tabla 8-4:** Resultados análisis de suelos módulo 6 zona baja

Parámetro	Método	Resultado	Unidad	Nivel	Técnica analítica
K	Ac.Am	0,1	meq/100g	Bajo	A. Atómica
Ca	Ac.Am	3,9	meq/100g	Alto	A. atómica
Mg	Ac.Am	1	meq/100g	Alto	A. atómica
Cu	Olsen mod.	1	ppm	Bajo	A. atómica
Mn	Olsen mod.	1	ppm	Bajo	A. atómica
Zn	Olsen mod.	1	ppm	Bajo	A. atómica
PH	H2O 1:2,5	6,59		Prácticamente neutro	Potenciométrico
M.O.	W-B	1,28	%	Bajo	Gravimétrico
C.E	H2O 1:2,5	0,23	umhos/cm	No salino	Conductimétrico
NT asimilable	Kjeldahl	11	ppm	Bajo	Volumétrica
P	Olsen mod.	54,5	ppm	Alto	Colorimétrico
Textura	Clase textural	franco arenoso	arena %	80	Bouyoucus
			limo %	16	
			arcilla %	4	

**Fuente:** Análisis de laboratorio Total Chem

**Realizado por:** Juan León

## 4.2 Diseño agronómico

### 4.2.1 Cédula de cultivos

En lo referente a cédula de cultivos, el cultivo de mayor predominancia fue el maíz con 4.62 ha, seguido del limón con 1.56 ha. Además, existieron cultivos con una intervención menor a una hectárea, siendo estos el limón, alfalfa, mora, chocho, tuna, entre otros (Tabla 9-4). Cabe mencionar que, el mayor porcentaje estuvo representado por el barbecho o los residuos de cosecha, el mismo que fue de 78.61%, esto quiere decir, que la agricultura en la localidad es incipiente con una baja intensidad de uso de suelo.

**Tabla 9-4:** Cédula de cultivos módulo 6

<b>Cultivo</b>	<b>Área neta (ha)</b>	<b>Área (%)</b>
Barbecho	29.75	78.61
Maíz	4.62	12.20
Limón	1.56	4.13
Alfalfa	0.66	1.74
Bosque	0.34	0.90
Mora	0.33	0.87
Chocho	0.33	0.86
Capulí	0.09	0.25
Rye grass	0.06	0.16
Aguacate	0.04	0.11
Tuna	0.04	0.09
Durazno	0.01	0.03
Arveja	0.01	0.03
Romero	0.01	0.02
<b>Total</b>	<b>37.84</b>	<b>100.00</b>

**Realizado por:** Juan León

#### 4.2.2 Láminas netas

##### 4.2.2.1 Capacidad de Campo (CC) en peso y Punto de Marchitez Permanente (PMP)

Los resultados de CC y PMP para la zona alta, media y baja fueron 8.04, 7.48 y 7.46%, respectivamente, para el caso del PMP se tomó como consideración el 50% de la CC y por ende el Agua Disponible resultó el mismo valor (Tabla 9-4). Cabe mencionar que, según León (2021), indican que el CC y PMP son los límites que definen la necesidad de agua de un cultivo para su óptimo desarrollo. Además Baca (2021), indica que los suelos arenosos el porcentaje de CC es de 8%.

Por otro lado, se debe tomar en cuenta que, el agua contenida en el suelo entre la CC y el PMP es el agua disponible para el sistema radicular de los cultivos, es por esto que, al tener una textura arenosa franca las frecuencias de riego no deben superar los 7 días dependiendo el método de riego (Calvache, 2012).

**Tabla 10-4:** Resultados CC y PMP del módulo 6

<b>Zona</b>	<b>%CC</b>	<b>%PMP</b>	<b>Agua Disponible (%)</b>	<b>Textura</b>
Alta	8.04%	4.02%	4.02%	Arenosa Franca
Media	7.48%	3.74%	3.74%	Arenosa Franca
Baja	7.46%	3.73%	3.73%	Arenosa Franca

**Realizado por:** Juan León

#### 4.2.2.2 Densidad Aparente (Da)

En lo referente a densidad aparente, los resultados para las zonas alta, media y baja fueron de 1.19, 1.20 y 1.42 g. cc<sup>-1</sup>, respectivamente (Tabla 10-4). Estos resultados se corroboran con lo expuesto por Salamanca y Sadeghian (2005), quienes indican que, suelos de textura gruesa como los arenosos el valor de densidad aparente está en el rango de 1.2 y 1.6 g. cc<sup>-1</sup>.

Además, mientras la densidad aparente de un suelo aumenta la compactación tiene el mismo comportamiento, afectando directamente a la retención de humedad (Sabando y Molina, 2013), en tal sentido, resulta necesario aplicar una dosis de materia orgánica para evitar compactaciones y que la densidad aparente se reduzca.

**Tabla 11-4:** Resultados de densidad aparente módulo 6

Variable	Zonas		
	Alta	Media	Baja
Peso fresco total muestra (g)	9865	9456	10833
Peso fresco submuestra (g)	1936	1989	1856
Peso seco submuestra (g)	1856	1690	1741
Volumen de agua en el pozo (cc)	7965	6670	7155
Peso seco total muestra (g)	9457.36	8034.51	10161.77
Densidad aparente (g. cc <sup>-1</sup> )	1.19	1.20	1.42

**Realizado por:** Juan León

#### 4.2.2.3 Lámina de agua aprovechable (LAA)

Los valores de LAA para las zonas alta, media y baja fueron de 28.64, 27.03 y 31.78 mm, respectivamente (Tabla 12-4), confirmando lo expuesto por León (2021), quien menciona que, la LAA en suelos arenosos puede alcanzar un margen de hasta 45 mm. Además, resulta importante considerar el enraizamiento efectivo de los cultivos presentes en la cédula, es así como, el promedio general dio como resultado un enraizamiento de 60 cm aproximadamente (Tabla 11-4).

**Tabla 12-4:** Enraizamiento para cultivos representativos del módulo 6

<b>Cultivos</b>	<b>Enraizamiento (cm)</b>
Maíz	30
Limón	80
Alfalfa	50
Mora	60
Chocho	40
Capulí	120
Rye grass	20
Aguacate	150
Tuna	20
Durazno	80
Arveja	40
Romero	20
<b>Total</b>	<b>59.17</b>

**Realizado por:** Juan León

#### 4.2.2.4 Lámina neta (LN)

Los resultados expuestos para LN en el módulo 6 fueron los siguientes: 18.04, 17.03 y 20.02 mm, para las zonas alta, media y baja, respectivamente; con un promedio de 18.39 mm (Tabla 12-4); estos valores tuvieron una relación directa con el factor de secado, el mismo que fue de 63% para este módulo. Cabe añadir que, según Fuentes (1999), los frutales pueden presentar un factor de agotamiento o secado entre 40 y 60%; además, para los cultivos de cítricos y otros frutales el factor de secado puede alcanzar hasta un 65%, dependiendo la cantidad de agua en la localidad (León, 2021).

#### 4.2.2.5 Lámina bruta (LB)

Los valores de LB estuvieron supeditados con la eficiencia del método de riego, siendo este una miniaspersión, cuya eficiencia fue de 85% (Calvache, 2012). En este sentido, los resultados de LB para las tres zonas alta, media y baja fueron de 21.23, 20.03 y 23.56 mm, respectivamente, con un promedio de 21.33 mm (Tabla 12-4). Para mayor detalle del cálculo referirse al Anexo 4.

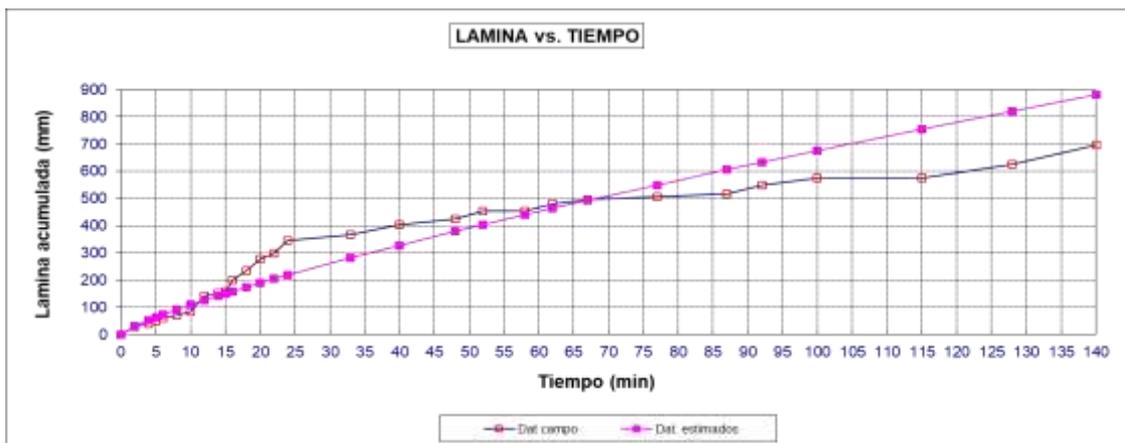
**Tabla 13-4:** Lámina de agua aprovechable del módulo 6

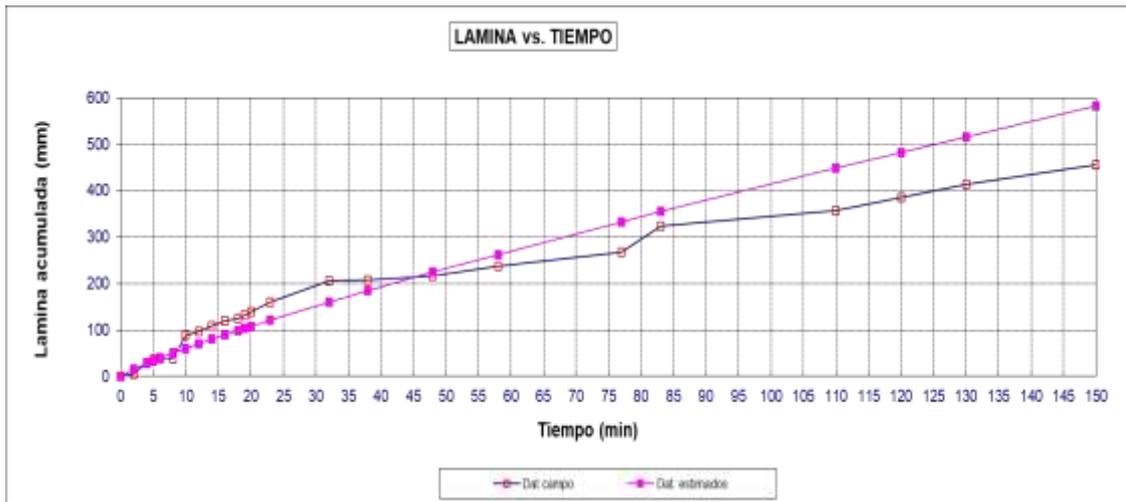
<b>Zona</b>	<b>LAA (mm)</b>	<b>f</b>	<b>LN (mm)</b>	<b>Eficiencia riego (%)</b>	<b>LB (mm)</b>
Alta	28,64	0,63	18,04	0,85	21,23
Media	27,03	0,63	17,03	0,85	20,03
Baja	31,78	0,63	20,02	0,85	23,56
Promedio	29,18	0,63	18,39	0,85	21,63

**Realizado por:** Juan León

### 4.2.3 Infiltración

La infiltración es un dato que tiene relación directa con la textura del suelo, en este sentido para las tres zonas en estudio, la textura fue arenosa franca, es así como, según Quintero (1999), indica que, en suelos arenosos la velocidad básica de infiltración es superior a los  $50 \text{ mm h}^{-1}$ . Al tomar como referencia este dato, los resultados para las tres zonas fueron: 153.7, 304.86 y  $208.84 \text{ mm h}^{-1}$  con un promedio de  $222.47 \text{ mm h}^{-1}$  (Gráfico 1-4). Para mayor detalle del cálculo referirse al Anexo 5.





**Gráfico 1-4:** Datos de cilindro de infiltración zona alta, media y baja.

**Realizado por:** Juan León

#### 4.2.4 Necesidades totales

##### 4.2.4.1 Cédula de cultivos

La cédula de cultivos se detalló en el capítulo 4.2.1., sin embargo, para este acápite fue necesario incluir las fechas de siembra de cada cultivo, así como, el maíz, el chocho y la arveja fueron los únicos cultivos transitorios y los demás se caracterizaron por ser perennes. Además, el maíz tuvo un ciclo de 180 días, corroborando lo expuesto por MAG (2020), quien indica que, el ciclo del maíz en el cantón Guano alcanza 6 meses. Además, la época de siembra del maíz es en septiembre (Tabla 14-4).

Por otro lado, el chocho tuvo un ciclo de 150 días y la arveja 180 días, las épocas de siembra para el chocho es en abril, mientras que, para la arveja en enero. Los demás cultivos al ser perennes se trabajaron con el mes de enero como inicio de ciclo.

**Tabla 14-4: Cédula de cultivos Actual**

Cultivo	Días siembra cosecha	Enero		Febrero		Marzo		Abril		Mayo		Junio		Julio		Agosto		Septiembre		Octubre		Noviembre		Diciembre		Total número de cosechas
		SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	
Maíz	180																									2,03
Limón	Perenne																									
Alfalfa	Perenne																									
Mora	Perenne																									
Chocho	150							S																		2,43
Capulí	Perenne																									
Ryegrass	Perenne																									
Aguacate	Perenne																									
Tuna	Perenne																									
Durazno	Perenne																									
Arveja	180	S																								2,03
Romero	Perenne																									

Realizado por: Juan León

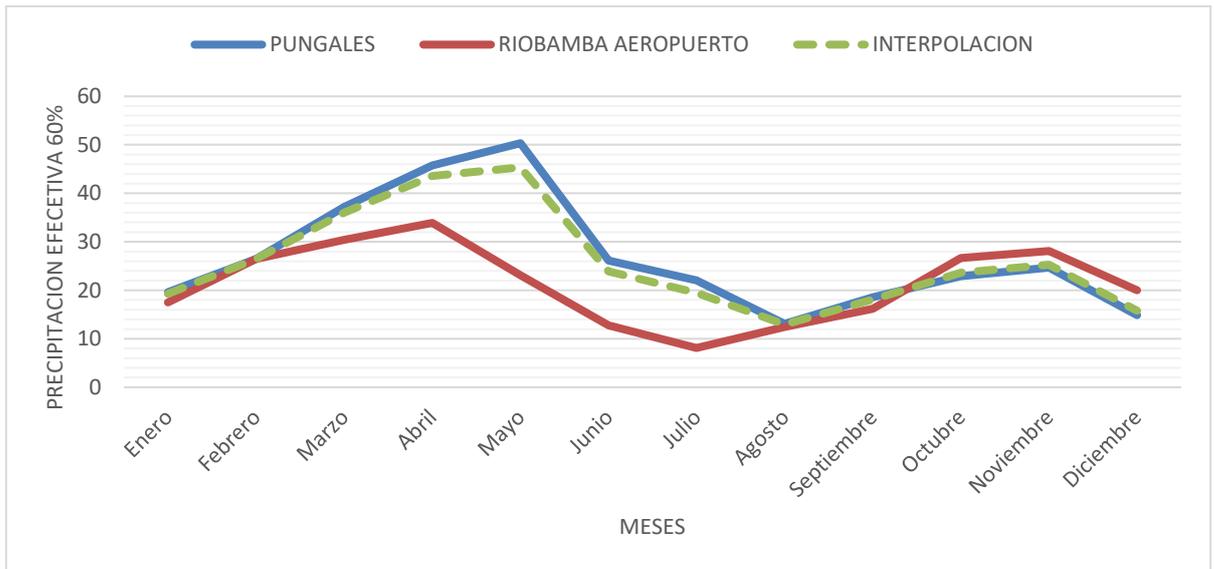
#### 4.2.4.2 Precipitación efectiva

En lo concerniente a la precipitación efectiva al 60% de ocurrencia, en el módulo 6 se tuvo un total de 310.02 mm año<sup>-1</sup>, además, la precipitación real llegó a 516.70 mm año<sup>-1</sup> (Tabla 15-4), cabe añadir que, al observar las dinámicas de las precipitaciones, se denotó claramente que la zona en estudio es seca, esto lo corrobora el INIAP (2021), quien manifiesta que, localidades con precipitaciones menores a 500 mm en el año son zonas secas.

**Tabla 15-4:** Precipitación real y efectiva al 60% de estación meteorológica Pungales (M0243), Riobamba-Aeropuerto (M057) e Interpolación IDW.

Mes	Estación M0243		Estación M0057		Interpolación IDW	
	Precipitación real	Precipitación efectiva (60%)	Precipitación real	Precipitación efectiva (60%)	Precipitación real	Precipitación efectiva (60%)
-----mm-----						
Enero	32.70	19.62	29.20	17.52	32.13	19.28
Febrero	44.10	26.46	44.10	26.46	44.12	26.47
Marzo	62.00	37.20	50.70	30.42	60.00	36.00
Abril	76.30	45.78	56.50	33.90	72.73	43.64
Mayo	83.90	50.34	38.50	23.10	75.80	45.48
Junio	43.50	26.10	21.30	12.78	39.82	23.89
Julio	36.80	22.08	13.50	8.10	32.65	19.59
Agosto	21.80	13.08	20.70	12.42	21.57	12.94
Septiembre	30.90	18.54	27.00	16.20	30.18	18.11
Octubre	38.20	22.92	44.40	26.64	39.33	23.60
Noviembre	41.10	24.66	46.80	28.08	42.12	25.27
Diciembre	24.80	14.88	33.30	19.98	26.25	15.75
<b>Total</b>	<b>536.10</b>	<b>321.66</b>	<b>426.00</b>	<b>255.60</b>	<b>516.70</b>	<b>310.02</b>

Realizado por: Juan León



**Figura 5-4:** Precipitación real y efectiva al 60% de estación meteorológica Pungales, Riobamba-Aeropuerto e Interpolación IDW

**Realizado por:** Juan León

#### 4.2.4.3 Evapotranspiración (ETo)

Los resultados de ETo para la estación Pungales (M0243) fue de 1288.20 en el año, mientras que, para la estación Riobamba-Aeropuerto (M057) el valor fue de 1495.77, con una interpolación para el módulo 6 de 1325.53 (Tabla 16-4). Las pérdidas en este sector son altas, corroborando con lo expuesto por el MAG (2020), quien manifiesta que, la ETo en la estación meteorológica de San Gerardo está en el orden de 1566 mm, mientras que, en la estación Riobamba alcanza un valor de 1429 mm. Para mayor detalle del cálculo referirse al Anexo 6.

**Tabla 16-4:** Evapotranspiración de la estación meteorológica Pungales (M0243), Riobamba-Aeropuerto (M057) e Interpolación IDW.

Mes	Estación		Interpolación IDW
	M0243	M0057	
	----- mm -----		
Enero	129.84	138.35	131.37
Febrero	89.70	117.95	94.78
Marzo	114.06	126.85	116.36
Abril	100.50	119.26	103.88
Mayo	102.17	114.44	104.38
Junio	94.36	108.22	96.85
Julio	91.82	115.71	96.11
Agosto	104.79	127.30	108.84
Septiembre	110.01	124.63	112.64
Octubre	116.07	133.02	119.12
Noviembre	123.15	133.62	125.03
Diciembre	111.73	136.42	116.17
Total	1288.20	1495.77	1325.53

**Realizado por:** Juan León

#### 4.2.4.4 Balance hídrico

En lo concerniente al balance hídrico de la localidad, se estimó un estado de pérdidas y ganancias, en donde se definió un requerimiento diario, es así como, los valores de mayor requerimiento fueron los meses de junio, julio, agosto y septiembre, con valores diarios de 2.66, 2.61, 2.97 y 2.56 mm (Tabla 17-4). Además, el único mes en donde existió un superávit de agua fue en diciembre con 0.09 mm en el día. Cabe indicar que, estos valores son la referencia para definir que tanta es la necesidad de riego en la localidad, en tal sentido, se puede observar que de los 12 meses del año los 11 meses se requieren de agua.

**Tabla 17-4:** Balance hídrico cultivo de limón

Mes	Demanda Hídrica					Oferta Hídrica		BH		
	ET <sub>o</sub>	ET <sub>o</sub>	DC	K <sub>c</sub>	ET <sub>c</sub>	ET <sub>c</sub>	Prec.	Prec. Efec	BH	BH
	mm	día	%		mm	mm día <sup>-1</sup>	mm	mm día <sup>-1</sup>	mm	mm día <sup>-1</sup>
Ene	131.37	4.2	8	0.3	41.47	1.3	19.28	0.6	22.2	0.72
Feb	94.78	3.4	16	0.6	53.72	1.9	26.47	0.9	27.3	1.06
Mar	116.36	3.8	25	0.8	91.70	3.0	36.00	1.2	55.7	1.80
Abr	103.88	3.5	33	0.9	96.65	3.2	43.64	1.4	53.0	1.81
May	104.38	3.4	41	1.0	106.63	3.4	45.48	1.5	61.1	1.97
Jun	96.85	3.2	50	1.1	102.94	3.4	23.89	0.8	79.0	2.66
Jul	96.11	3.1	58	1.1	100.45	3.2	19.59	0.6	80.9	2.61
Ago	108.84	3.5	67	1.0	104.93	3.4	12.94	0.4	92.0	2.97
Sep	112.64	3.8	75	0.8	94.35	3.1	18.11	0.6	76.2	2.56
Oct	119.12	3.8	83	0.7	78.61	2.5	23.60	0.8	55.0	1.77
Nov	125.03	4.2	92	0.4	49.87	1.7	25.27	0.8	24.6	0.85
Dic	116.20	3.7	100	0.1	13.05	0.4	15.75	0.5	-2.70	-0.09

**Realizado por:** Juan León

#### 4.2.4.5 Coeficiente de cultivo (Kc)

En lo concerniente a los Kc, se tuvo como resultado que, en los cultivos perennes, en donde, el ciclo se inició desde enero, los valores de Kc resultaron los mismos, esta particularidad se debió a la metodología utilizada por Hargraves, mientras que, los únicos cultivos que variaron el Kc fueron los transitorios, a su vez, esta variación también fue producto del mes de siembra. No obstante, los valores de Kc oscilaron entre 0.11 hasta 1.05 (Tabla 18-4).

Cabe mencionar que, según Pérez (2011), manifiesta que los cultivos pueden tener valores de Kc desde 0.10 hasta 1.15, considerando la etapa fenológica; en donde, los valores bajos indican estadios tempranos y senescencia y valores altos representan mayor demanda como formación de fruto, llenado de grano, tuberización u floración.

**Tabla 18-4:** Coeficiente de cultivo (Kc) módulo 6

Cultivo	Kc (Coeficiente de cultivo)											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Maíz	0.66	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.59	0.94	1.06	0.98
Limón	0.32	0.57	0.79	0.93	1.02	1.06	1.05	0.96	0.84	0.66	0.40	0.11
Alfalfa	0.32	0.57	0.79	0.93	1.02	1.06	1.05	0.96	0.84	0.66	0.40	0.11
Mora	0.32	0.57	0.79	0.93	1.02	1.06	1.05	0.96	0.84	0.66	0.40	0.11
Chocho	0.00	0.00	0.00	0.70	1.00	1.03	0.76	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00
Capulí	0.32	0.57	0.79	0.93	1.02	1.06	1.05	0.96	0.84	0.66	0.40	0.11
Rye grass	0.32	0.57	0.79	0.93	1.02	1.06	1.05	0.96	0.84	0.66	0.40	0.11
Aguacate	0.32	0.57	0.79	0.93	1.02	1.06	1.05	0.96	0.84	0.66	0.40	0.11
Tuna	0.32	0.57	0.79	0.93	1.02	1.06	1.05	0.96	0.84	0.66	0.40	0.11
Durazno	0.32	0.57	0.79	0.93	1.02	1.06	1.05	0.96	0.84	0.66	0.40	0.11
Arveja	0.59	0.93	1.06	0.98	0.66	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Romero	0.32	0.57	0.79	0.93	1.02	1.06	1.05	0.96	0.84	0.66	0.40	0.11

**Realizado por:** Juan León

#### 4.2.4.6 Evapotranspiración del cultivo (ETc)

Los resultados que se obtuvieron para ETc se consideraron bajo las dos clases de cultivos presentes en la localidad, el primero se enfocó a los cultivos perennes cuyos valores de ETc fueron iguales y los cultivos transitorios cuyos valores estuvieron supeditados de acuerdo al ciclo del cultivo, no obstante para los cultivos perennes el mayor requerimiento es en agosto con 104.93 mm, mientras que el cultivo transitorio que mayor demandó es el maíz en noviembre con 132.96 mm (Tabla 19-4).

**Tabla 19-4:** Evapotranspiración del cultivo (ETc) módulo 6

Cultivo	Etc (Evapotranspiración de cultivo)											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Maíz	86.69	10.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	66.97	112.52	132.96	113.42
Limón	41.47	53.72	91.70	96.65	106.63	102.94	100.45	104.93	94.35	78.61	49.87	13.05
Alfalfa	41.47	53.72	91.70	96.65	106.63	102.94	100.45	104.93	94.35	78.61	49.87	13.05
Mora	41.47	53.72	91.70	96.65	106.63	102.94	100.45	104.93	94.35	78.61	49.87	13.05
Chocho	0.00	0.00	0.00	72.48	104.75	100.02	72.58	12.23	0.00	0.00	0.00	0.00
Capulí	41.47	53.72	91.70	96.65	106.63	102.94	100.45	104.93	94.35	78.61	49.87	13.05
Rye grass	41.47	53.72	91.70	96.65	106.63	102.94	100.45	104.93	94.35	78.61	49.87	13.05
Aguacate	41.47	53.72	91.70	96.65	106.63	102.94	100.45	104.93	94.35	78.61	49.87	13.05
Tuna	41.47	53.72	91.70	96.65	106.63	102.94	100.45	104.93	94.35	78.61	49.87	13.05
Durazno	41.47	53.72	91.70	96.65	106.63	102.94	100.45	104.93	94.35	78.61	49.87	13.05
Arveja	78.11	88.19	123.67	101.42	68.88	10.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Romero	41.47	53.72	91.70	96.65	106.63	102.94	100.45	104.93	94.35	78.61	49.87	13.05

**Realizado por:** Juan León

#### 4.2.4.7 Necesidad Neta (Nn)

En lo referente a la necesidad neta, al igual que el KC y el ETc, el resultado dependió del ciclo del cultivo; no obstante, esta variable interpretó un requerimiento diario, en donde, para los cultivos perennes el mes de mayor demanda fue junio con valores diarios de 2.66 mm, mientras que para el cultivo de maíz el mayor requerimiento fue en noviembre con 3.62 mm en el día (Tabla 20-4). Cabe añadir que, las necesidades netas dependen de varios factores, en tal sentido, se puede mencionar al cultivo, su etapa fenológica y el clima (Demin, 2014).

**Tabla 20-4:** Necesidad neta (Nn) módulo 6

Cultivo	Superficie (Ha)	Necesidad Neta (mm/día)											
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Maíz	4.62	2.17	-0.47	-1.16	-1.41	-1.47	-0.77	-0.63	-0.42	1.65	2.87	3.62	3.15
Limón	1.56	0.72	1.06	1.80	1.81	1.97	2.66	2.61	2.97	2.56	1.77	0.85	-0.09
Alfalfa	0.66	0.72	1.06	1.80	1.81	1.97	2.66	2.61	2.97	2.56	1.77	0.85	-0.09
Mora	0.33	0.72	1.06	1.80	1.81	1.97	2.66	2.61	2.97	2.56	1.77	0.85	-0.09
Chocho	0.33	-0.62	-0.85	-1.16	1.01	1.91	2.56	1.71	-0.02	-0.58	-0.76	-0.82	-0.51
Capulí	0.09	0.72	1.06	1.80	1.81	1.97	2.66	2.61	2.97	2.56	1.77	0.85	-0.09
Rye grass	0.06	0.72	1.06	1.80	1.81	1.97	2.66	2.61	2.97	2.56	1.77	0.85	-0.09
Aguacate	0.04	0.72	1.06	1.80	1.81	1.97	2.66	2.61	2.97	2.56	1.77	0.85	-0.09
Tuna	0.04	0.72	1.06	1.80	1.81	1.97	2.66	2.61	2.97	2.56	1.77	0.85	-0.09
Durazno	0.01	0.72	1.06	1.80	1.81	1.97	2.66	2.61	2.97	2.56	1.77	0.85	-0.09
Arveja	0.01	1.90	2.30	2.83	1.97	0.75	-0.41	-0.63	-0.42	-0.58	-0.76	-0.82	-0.51
Romero	0.01	0.72	1.06	1.80	1.81	1.97	2.66	2.61	2.97	2.56	1.77	0.85	-0.09

**Realizado por:** Juan León

#### 4.2.4.8 Necesidad Total (Nt)

El resultado de la necesidad total, tiene relación directa con la eficiencia del método propuesto (85% miniaspersión), es decir, a la necesidad neta se le ajustó con este valor para tener un requerimiento total del módulo. En este sentido, y utilizando la media ponderada para la superficie de cultivos la necesidad total en el mes de mayor requerimiento es en noviembre con 3.05 mm

día<sup>-1</sup> o un caudal ficticio continuo de 0.35 l/s/ha (Tabla 21-4). Para mayor detalle del cálculo referirse al Anexo 7.

**Tabla 21-4:** Necesidad neta (Nn) módulo 6

Cultivo	Superficie (Ha)	Necesidad Total (mm/día)											
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Maíz	4.62	2.55	-0.55	-1.36	-1.66	-1.73	-0.91	-0.74	-0.49	1.94	3.38	4.26	3.71
Limón	1.56	0.85	1.25	2.12	2.13	2.32	3.13	3.07	3.49	3.01	2.08	1.00	-0.11
Alfalfa	0.66	0.85	1.25	2.12	2.13	2.32	3.13	3.07	3.49	3.01	2.08	1.00	-0.11
Mora	0.33	0.85	1.25	2.12	2.13	2.32	3.13	3.07	3.49	3.01	2.08	1.00	-0.11
Chochó	0.33	-0.73	-1.00	-1.36	1.19	2.25	3.01	2.01	-0.02	-0.68	-0.89	-0.96	-0.60
Capulí	0.09	0.85	1.25	2.12	2.13	2.32	3.13	3.07	3.49	3.01	2.08	1.00	-0.11
Rye grass	0.06	0.85	1.25	2.12	2.13	2.32	3.13	3.07	3.49	3.01	2.08	1.00	-0.11
Aguacate	0.04	0.85	1.25	2.12	2.13	2.32	3.13	3.07	3.49	3.01	2.08	1.00	-0.11
Tuna	0.04	0.85	1.25	2.12	2.13	2.32	3.13	3.07	3.49	3.01	2.08	1.00	-0.11
Durazno	0.01	0.85	1.25	2.12	2.13	2.32	3.13	3.07	3.49	3.01	2.08	1.00	-0.11
Arveja	0.01	2.24	2.71	3.33	2.32	0.88	-0.48	-0.74	-0.49	-0.68	-0.89	-0.96	-0.60
Romero	0.01	0.85	1.25	2.12	2.13	2.32	3.13	3.07	3.49	3.01	2.08	1.00	-0.11
Total	7.59												
Media ponderada (mm/día)		1.96	0.24	0.13	0.06	0.15	1.05	1.08	1.34	2.57	3.01	3.05	2.22
Caudal ficticio continuo (l/s/ha)		0.23	0.03	0.02	0.01	0.02	0.12	0.12	0.16	0.30	0.35	0.35	0.26

**Realizado por:** Juan León

#### 4.2.5 Método de riego, tipo de material y emisor

##### 4.2.5.1 Método de riego

El método de riego en el módulo 6 es el producto de la socialización entre los usuarios y los maestranes, en dicha socialización la comunidad recalcó la importancia que tiene el limón como producto promisorio y las hortalizas como fuente de alimento para autoconsumo. En este sentido, en primera instancia se analizó la zona agroecológica del módulo 6 y según el MAG (2020), el mismo pertenece a la categoría de “Tierras apropiadas para cultivos permanentes”, dicho esto, el limón se optó como un cultivo que estimula a la localidad a trabajar en un futuro.

En un segundo orden, se planteó la posibilidad de trabajar dos cultivos en asociación, el primero que fortalezca la economía y el segundo que coadyuve a la seguridad alimentaria, en este sentido, se propuso trabajar con el limón en asociación con hortalizas y/o alfalfa. Es así como, se tuvo que buscar un método que satisfaga este requerimiento y la única opción fue una miniaspersión de ángulo medio (riego subfoliar), es así que, el método de riego se definió de esta forma.

##### 4.2.5.2 Tipo de material

Una vez definido el método de riego, la segunda propuesta fue identificar el tipo de material a implementarse, para esto se definió que la red principal a nivel parcelario y los laterales serán de PVC enterrados a unos 80 cm de profundidad y con parantes entre 20 y 40 cm de altura.

#### 4.2.5.3 Emisor

Una vez definido el método de riego y el material a implementarse; el tercer planteamiento fue definir el emisor y finalizar con el diseño agronómico con las variables de tiempos de riego e intervalos de riego, dicho esto, la propuesta se diseñó con un mini aspersor boquilla dorada # 6 (2.38 mm) con rangos de operación entre 1.03 a 1.72 bar, cuyos diámetros de mojado están entre 10.10 y 11.20 m (Tabla 22-4). Cabe mencionar que, el nombre del emisor es mini wobbler de la empresa Senninger (Figura 6-4).

**Tabla 22-4:** Características del emisor

Descripción	Boquilla #6 - Dorada (2.38 mm)		
	Presión de operación (bar)		
	1.03	1.38	1.72
Caudal (L.h <sup>-1</sup> )	216	250	284
Diámetro a 0.46 m de altura (m)	10.1	11.0	11.3
Diámetro a 0.91 m de altura (m)	12.0	12.8	12.8

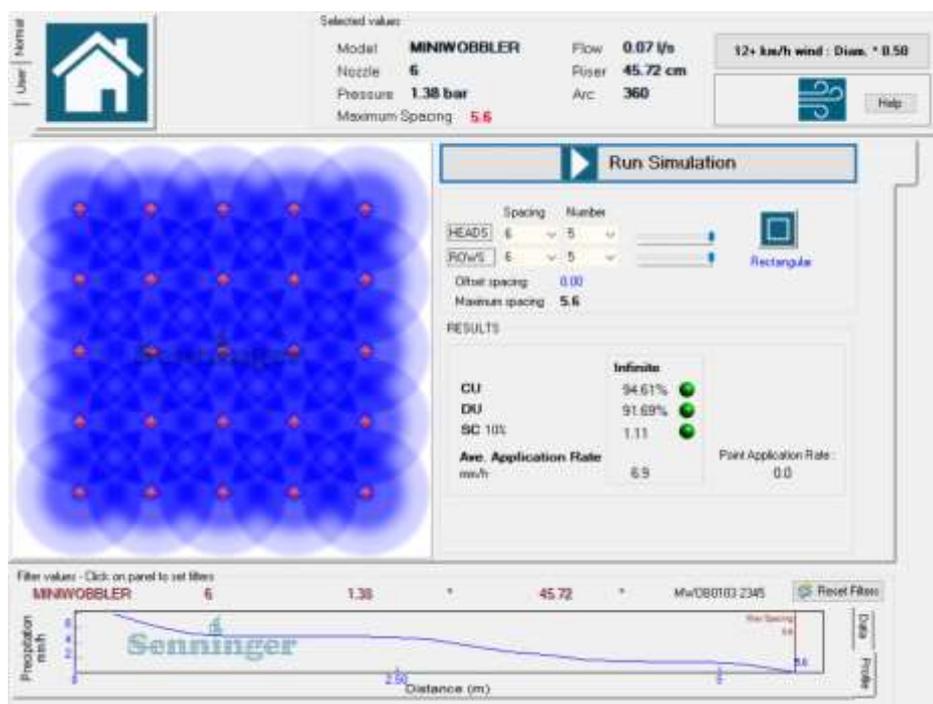
**Fuente:** Senninger



**Figura 6-4:** Miniwobbler-boquilla #6

**Fuente:** Senninger

Una vez definido el emisor, el siguiente paso fue realizar los cálculos agronómicos correspondientes, dicho esto, en primero orden se planteó una simulación con vientos superiores a  $6 \text{ m s}^{-1}$ , en el cual se definieron distanciamientos de  $6 \text{ m} \times 6 \text{ m}$  para incrementar la precipitación y reducir los efectos del viento. Es así como, la simulación a estos distanciamientos reflejaron un Coeficiente de Uniformidad (CU) de 94.61% y un Coeficiente de Determinación (DU) del 91.69%, corroborando con lo expuesto por Baca (2021), quien menciona que, emisores con CU superiores al 80% son aceptados.



**Figura 7-4:** Simulación Miniwobler-boquilla #6

**Fuente:** Senninger

Para finalizar el diseño agronómico es importante dar respuesta al tiempo de operación del emisor y los intervalos de riego, para esto, se trabajó con la hoja de cálculo (Anexo 8), cuyos resultados fueron precipitación del emisor  $6.94 \text{ mm h}^{-1}$ , ciclo de riego o intervalos de riego 7 días y horas de operación por turno o por emisor 3 (Tabla 22-4).

**Tabla 23-4:** Características del emisor

Variable	Valor	Unidad
Método	Mini aspersión	
Eficiencia	85	%
Modelo del aspersor	Mini Wobbler	
Presión de operación	1.4	atm
Caudal del aspersor	250	lt/h
Diámetro húmedo	11	m
Máximas horas de operación por día	12	horas
Separación entre aspersores calculada	5.5	m
Separación entre aspersores corregida	6	m
Separación entre laterales	6	m
Precipitación horaria del aspersor (P hr)	6.94	mm/h
Ciclo de riego	7.00	días
Horas de riego por turno asumidas al diseño	3.00	horas

**Realizado por:** Juan León

### 4.3 Diseño hidráulico parcelario

El diseño hidráulico parcelario partió desde la selección del emisor, en este caso el mini wobbler que tiene un rango de operación entre 1.03 a 1.72 bar, es decir, el diseño respondió a estas exigencias de la casa comercial para mantener la eficiencia propuesta. Además, las velocidades del agua oscilaron entre 0.5 y 3 m s<sup>-1</sup>, aceptando lo expuesto por Pizarro (1996), quien manifestó que, los rangos permisibles de velocidades de agua en diseños a nivel parcelario están entre 0.5 y 3 m s<sup>-1</sup>.

En lo referente a caudales, los bloques de riego se diseñaron con hidrantes cuyos diámetros fueron de 1, 1½, 2” , los mismos que permitieron un paso de hasta 1.5, 4, 6 l s<sup>-1</sup>, respectivamente. Para finalizar, los diámetros de las tuberías estuvieron en función del caudal, esto quiere decir que, se utilizaron diámetros en tubería principal de 32, 40, 50 hasta 63 mm y en tubería lateral de 25 mm.

Finalmente, para las clases de tuberías, se diseñaron en conformidad a los diámetros comerciales los mismos que fueron de 0.63 MPa para tuberías de 63 mm, 0.80 MPa para tuberías de 50 y 32 mm, 1 MPa para tuberías de 40 mm y 1.25 MPa para tuberías de 25 mm (Figura 8-4). Para mayor detalle referirse al Anexo 9.



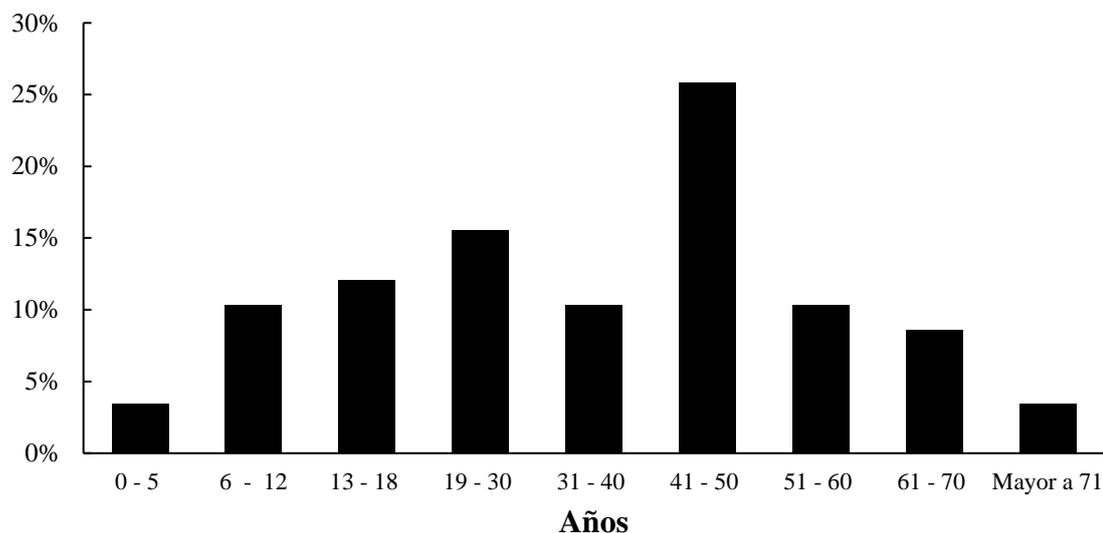
**Figura 8-4:** Diseño parcelario módulo 6

**Realizado por:** Juan León

En lo referente a los turnos de riego, los mismos se tomaron como base las horas de operación del sistema y del emisor, en este sentido, el sistema va a tener una operación de 12 horas, es decir, 12 horas de almacenamiento en el reservorio y 12 horas de operación. Además, los emisores como se revisó en capítulos anteriores tendrán una operación de 3 horas, dicho esto, los turnos diarios serán en número de 4 con 7 días de intervalo (Figura 9-4). Para mayor detalle referirse al Anexo 10.



debido a las escasas oportunidades que existe en la zona, principalmente en el sector agrícola, en este sentido, se debe considerar este análisis para incentivar a la juventud a retomar sus tierras con proyectos de tecnificación de riego.

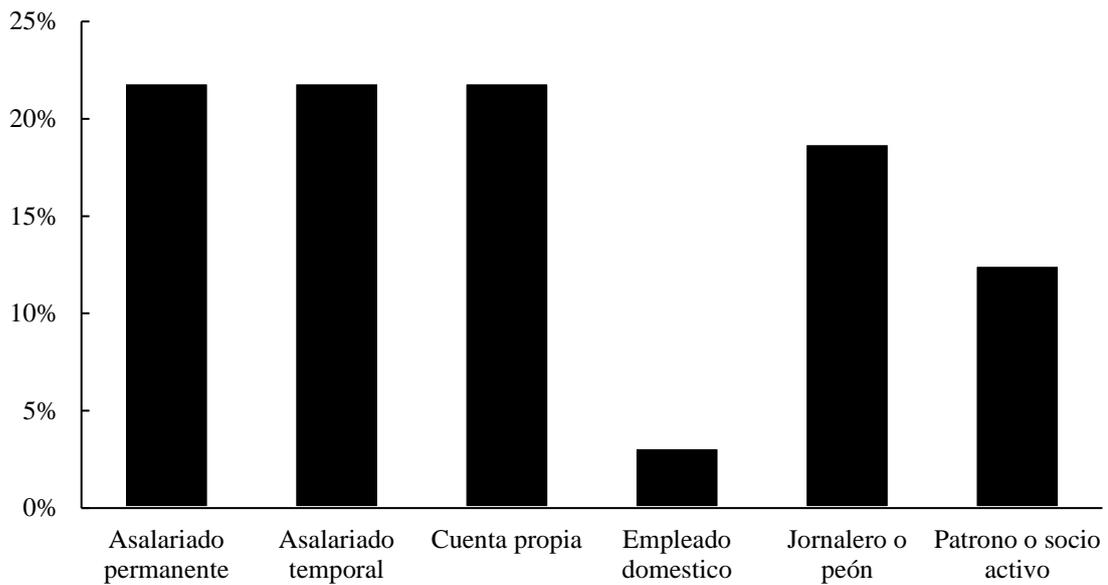


**Figura 10-4:** Grupo etario del módulo 6

**Realizado por:** Juan León

#### *4.4.1.2 Actividades económicas y fuentes de ingreso familiar*

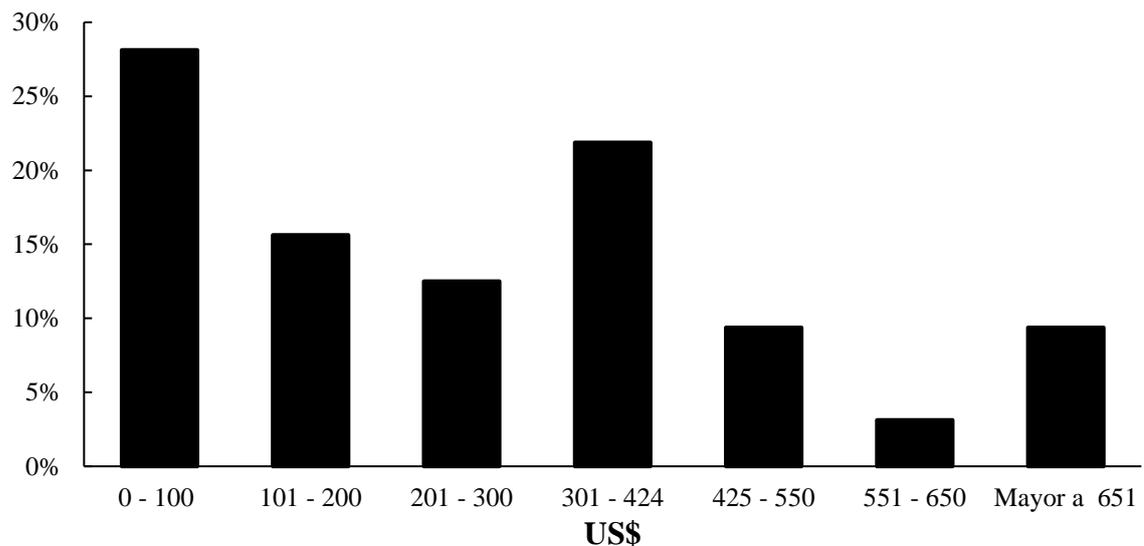
Las actividades económicas en el módulo 6 se destinan principalmente a las labores de jornalero o peón (19%), las personas quienes se dedican a esta actividad tienen su punto de acción en la ciudad de Riobamba o se prestan como mano de obra en el cantón Guano. Cabe añadir que, la agricultura en el módulo 6 no representa una actividad económica que justifique su presencia, sin embargo, el GAD Guano (2019), menciona que la agricultura es la actividad económica principal con el 44%.



**Figura 11-4:** Relación de dependencia laboral del módulo 6

**Realizado por:** Juan León

En lo concerniente a los salarios se puede apreciar que, el 56% de la población percibe salarios entre US\$ 0 a 300, mientras que el 31% está con salarios entre US\$ 300 y 550. Para finalizar el 12,51% supera los US\$ 550 (Figura 12-4). Este indicador demuestra que, la población en su gran mayoría no alcanza un sueldo base (US\$ 450), sin embargo, la canasta básica del país está en los US\$ 550 (GAD Guano, 2019), denotando una pobreza en la localidad.



**Figura 12-4:** Relación de dependencia laboral del módulo 6

**Realizado por:** Juan León

Finalizando esta variable salarial, los pobladores del módulo 6 no reciben apoyo económico de familiares del extranjero y su jornada laboral es de 5 días a la semana con 2 de descanso.

#### *4.4.1.3 Migración*

La población en el módulo 6 procura tener mejores oportunidades laborales, es así como, el 36% emigra de forma momentánea a ciudades como Riobamba, Guayaquil y Quito, de este porcentaje (36%) el 33% se traslada hasta el casco central de Guano, este resultado de migración se da principalmente por la falta de productividad de los terrenos, en este sentido, la población abandona las actividades agrícolas y su fuerza laboral se destina a otras actividades menos a la agricultura.

#### *4.4.1.4 Hábitat y Vivienda*

Las condiciones de hábitat y vivienda en donde se desarrollan los pobladores del módulo 6, presentan condiciones aceptables con los materiales predominantes en la zona (techo, piso y pared), el porcentaje de la población en condiciones aceptables alcanza el 80%, mientras que el otro 20% se presenta chozas con bareque y casas en mal estado. Este indicador, justifica la implementación de riego tecnificado en la localidad para mejorar sus condiciones de vida.

#### *4.4.1.5 Servicios básicos*

Los servicios básicos en el módulo 6 carecen de interés para las autoridades de turno, es así como, el 80% tiene agua entubada, no tienen alcantarillado y el desecho de los residuos lo hacen mediante pozos sépticos en un 95% y la luz eléctrica accede un 90% de la población. Para mayor detalle referirse al Anexo 11.

### **4.4.2 Estudio económico**

Los resultados del estudio agroeconómico se evidenciaron bajo dos escenarios el primero sin proyecto de riego y el segundo con la propuesta de riego tecnificado. En este sentido, se describieron las variables en conformidad al Anexo 12. Cabe indicar que, los cultivos que se definieron en este estudio, fueron considerados con base en la importancia económica de los mismos, es así como, no se tomaron en cuenta todos los cultivos presentes en la cédula, más bien, estos cultivos se ubicaron en una categoría de misceláneos por la poca superficie y su bajo interés comercial.

#### 4.4.2.1 Producción agrícola sin proyecto

##### a) Cédula de cultivos

En el tema referente a cédula de cultivos, la tabla se encuentra descrito en el capítulo 4.2.1.

##### b) Productividad y Producción

Los resultados de productividad y producción bajo el escenario sin proyecto se describieron para los cultivos de importancia económica, es así como, el maíz, limón, alfalfa, mora y chocho alcanzaron productividades de 1.20, 0.15, 12.20, 0.42 y 0.32 Mg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Además, la producción fue de 5.54, 12.18, 24.07, 7.17 y 0.10 Mg (Tabla 24-4).

Por otro lado, según el MAG (2020), el maíz puede alcanzar una productividad de hasta 3.00 Mg ha<sup>-1</sup>, así mismo, la mora alcanza rendimientos anuales de 0.45 Mg ha<sup>-1</sup>. Cabe indicar que, según el GAD Guano (2019), manifiesta que, la alfalfa puede alcanzar rendimientos de 0.18 Mg ha<sup>-1</sup> con riegos por inundación. Estos datos, son relevantes al momento de emitir un juicio de valor acerca de la productividad, la misma que dentro del módulo 6 son bajas.

**Tabla 24-4:** Productividad y Producción sin proyecto

Cultivo	Área cultivada (Ha)	Productividad (Mg ha <sup>-1</sup> )	Cosechas en el año (No)	Producción (Mg)
Maíz	4.62	1.20	1.00	5.54
Limón	1.56	0.15	52.00	12.18
Alfalfa	0.66	12.20	3.00	24.07
Mora	0.33	0.42	52.00	7.17
Chocho	0.33	0.32	1.00	0.10
Misceláneos	0.60			
Barbecho	29.75			
Total	37.84			

Mg = Megagramos (1 Mg = 1000 kg)

**Realizado por:** Juan León

##### c) Costo de producción

En referencia a los costos de producción, se observa que esta variable tiene una relación directa con la tecnología que se maneja en la localidad, en este sentido, como la tecnología agrícola en el módulo 6 es precaria, los costos de producción también son bajos, dicho esto, según el GAD Guano (2019), manifiesta que, el costo de producción del maíz es de 1200 US\$ ha<sup>-1</sup>, asimismo, el costo de la mora puede alcanzar hasta 15000 US\$ ha<sup>-1</sup>, con la referencia de estos dos cultivos se

pudo aclarar que los costos de producción en la zona están por debajo del promedio. Para finalizar el costo total agrícola fue de US\$ 6936.25.

**Tabla 25-4:** Costo de producción sin proyecto

Cultivo	Área cultivada (ha)	Costo unitario (US\$ ha <sup>-1</sup> )	Costo Total (US\$)
Maíz	4.62	559.72	2584.92
Limón	1.56	1956.69	3054.73
Alfalfa	0.66	777.78	511.44
Mora	0.33	1886.00	619.53
Chocho	0.33	507.00	165.64
Total			6936.25

**Realizado por:** Juan León

d) Utilidad agrícola bruta y neta

Las utilidades agrícolas tanto brutas como netas estuvieron en relación a las variables anteriores, es así como, la utilidad neta del proyecto alcanzó US\$ 15501.29, sin embargo, lo novedoso de este análisis es que existieron cultivos que la comunidad únicamente los cosecha para un sustento familiar o un enfoque de autoconsumo, estos cultivos son parte de la seguridad alimentaria de la zona y estos son el maíz y el chocho con utilidades de US\$ 130.62 y 1.63, respectivamente. Por otro lado, los cultivos que más margen de utilidad reflejaron fue el limón y la mora con US\$ 3033.85 y 10572.19, respectivamente (Tabla 26-4). Cabe indicar que, los ingresos anuales por familia estuvieron en el orden de US\$ 140.92

**Tabla 26-4:** Utilidad agrícola bruta y neta sin proyecto

Cultivo	Producción (Mg)	Precio del producto (US\$ Mg <sup>-1</sup> )	Utilidad Bruta (US\$)	Costo Total (US\$)	Utilidad Neta (US\$)
Maíz	5.54	490.00	2715.54	2584.92	130.62
Limón	12.18	500.00	6088.58	3054.73	3033.85
Alfalfa	24.07	100.00	2406.69	511.44	1895.25
Mora	7.17	1560.00	11191.72	619.53	10572.19
Chocho	0.10	1600.00	167.27	165.64	1.63
Total			22569.79	6936.25	15501.29

Mg = Megagramos (1 Mg = 1000 kg)

**Realizado por:** Juan León

4.4.2.2 *Producción agrícola con proyecto*

a) Cédula de cultivos

La cédula de cultivos que se propuso para el escenario con riego tecnificado, tiene que ver directamente con el enunciado planteado en el capítulo 4.2.5.1. Método de riego, en donde se

indicó que el proyecto propondrá una tecnificación para el cultivo de limón en asociación con hortalizas, dicho esto, la superficie que perteneció a barbecho pasó a ser parte del limón con 82.74%. Cabe mencionar que, el escenario propuesto es conservador, manteniendo de cierta forma los cultivos actuales como parte de la seguridad alimentaria.

**Tabla 27-4:** Cédula de cultivos con proyecto

<b>Descripción</b>	<b>Superficie (Ha)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Maíz	4.62	12.20%
Limón	31.31	82.74%
Alfalfa	0.66	1.74%
Mora	0.33	0.87%
Chocho	0.33	0.86%
Misceláneos	0.60	1.59%
<b>Total</b>	<b>37.84</b>	<b>100.00%</b>

**Realizado por:** Juan León

#### b) Productividad y producción

La productividad de los cultivos bajo el escenario con proyecto tuvieron un argumento de incremento debido a la optimización del recurso agua y a las dosis adecuadas de riego, es así como, los rendimientos se pueden incrementar hasta un 30% (Tarjuelo 2017). En este sentido, la productividad alcanzó 1.50, 0.17, 13.00, 0.48 y 0.35 Mg ha<sup>-1</sup> para el maíz, limón, alfalfa, mora y chocho, respectivamente. Además, el único cultivo que incrementó su producción significativamente fue el limón, llegando a alcanzar 276.79 Mg (Tabla 28-4).

**Tabla 28-4:** Productividad y producción con proyecto

<b>Cultivo</b>	<b>Área cultivada (Ha)</b>	<b>Productividad (Mg ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>Cosechas en el año (No)</b>	<b>Producción (Mg)</b>
Maíz	4.62	1.50	1.00	6.93
Limón	31.31	0.17	52.00	276.79
Alfalfa	0.66	13.00	3.00	25.65
Mora	0.33	0.48	52.00	8.20
Chocho	0.33	0.35	1.00	0.11
Misceláneos	0.60			
<b>Total</b>	<b>37.84</b>			

**Realizado por:** Juan León

#### c) Costo de producción

Los costos de producción tuvieron un ligero aumento debido a la tecnología empleada, es así como, se reduce la mano de obra en riego, sin embargo aumenta mano de obra para las cosechas,

podas, tutorios y otras actividades; en tal sentido, se propuso aumentar al costo de producción en un 5%, en comparación con el escenario sin proyecto (GAD Tungurahua, 2017). En este orden, el costo de producción del módulo 6 ascendió a US\$ 68380 (Tabla 29-4).

**Tabla 29-4:** Costos de producción con proyecto

Cultivo	Área cultivada (ha)	Costo unitario (US\$ ha <sup>-1</sup> )	Costo Total (US\$)
Maíz	4,62	583,72	2.695,76
Limón	31,31	2.054,52	64.329,44
Alfalfa	0,66	806,58	530,38
Mora	0,33	1.980,30	650,50
Chocho	0,33	532,35	173,92
Total	37,84	5.425,12	68.380,00

**Realizado por:** Juan León

#### d) Utilidad agrícola bruta y neta

La utilidad agrícola en el escenario con proyecto fue de US\$ 88947.80, en comparación con el panorama sin proyecto, la utilidad neta incrementó en US\$ 73477. Por otro lado, el ingreso neto familiar también incrementó a US\$ 808.61 en el año. Además, el cultivo que generó más utilidad en la propuesta fue el limón con US\$ 74065.95 (Tabla 30-4). Para mayor detalle referirse al Anexo 12.

**Tabla 30-4:** Utilidad bruta y neta con proyecto

Cultivo	Producción (Mg)	Precio del producto (US\$ Mg <sup>-1</sup> )	Utilidad Bruta (US\$)	Costo Total (US\$)	Utilidad Neta (US\$)
Maíz	6.93	490.00	3394.42	2695.76	698.66
Limón	276.79	500.00	138395.39	64329.44	74065.95
Alfalfa	25.65	100.00	2564.50	530.38	2034.13
Mora	8.20	1560.00	12790.53	650.50	12140.03
Chocho	0.11	1600.00	182.95	173.92	9.03
Total			157327.80	68380.00	88947.80

**Realizado por:** Juan León

#### 4.4.3 Estudio financiero

Los resultados del estudio financiero estuvieron en relación con los ingresos y egresos incrementales (diferencia del escenario con proyecto menos sin proyecto), cuyo horizonte de evaluación fueron 10 años. Un factor importante a resaltar fue, el período de madurez del proyecto, en el cual para riego tecnificado se consideró un margen de 3 años (GAD Tungurahua,

2017), en este sentido, tanto los ingresos como egresos tuvieron un crecimiento paulatino en el año 1 y 2 con un 25 y 75% del valor total.

Los factores considerados en el flujo de caja fueron las inversiones parcelarias con un monto de US\$ 211243.07 (Anexo 13), los ingresos incrementales agrícolas con US\$ 134758 (año de madurez), los egresos incrementales con US\$ 61443 (año de madurez) y la depreciación anual de US\$ 21124. Cabe señalar que no se consideró amortización al tratarse de un solo rubro y un monto relativamente bajo.

Es así como, los resultados de los indicadores financieros fueron TIR: 26.28%, VAN: 186.903, B/C: 1.28 y PRI: 5 años, como se pudo observar los indicadores demostraron rentabilidad en el proyecto, en este sentido, se argumenta que el TIR es superior a la tasa de descuento utilizada del 12%, corroborando lo expuesto por Hurtado (2020), quien indica que porcentajes superiores a la tasa de descuento el proyecto genera rentabilidad. Por otro lado, el VAN es superior a cero, el mismo que indicó que existe una recuperación del capital en los 10 años del horizonte de evaluación (Vega 2021). Además, el B/C mostró que, por cada dólar invertido la ganancia es de 28 centavos (Tabla 31-4).

Para finalizar, el período de retorno de la inversión parcelaria se da a los 5 años dentro de un margen de evaluación de 10 años, este valor tiene relación directa con la propuesta productiva de implementar un cultivo promisorio en la localidad, en este caso el limón (Anexo 12).

**Tabla 31-4:** Flujo de caja e indicadores financieros

Flujo del proyecto	Años										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos Agrícolas		33689.50	101068.51	134758.01	134758.01	134758.01	134758.01	134758.01	134758.01	134758.01	134758.01
Egresos Agrícolas		(15360.94)	(46082.81)	(61443.75)	(61443.75)	(61443.75)	(61443.75)	(61443.75)	(61443.75)	(61443.75)	(61443.75)
Depreciación obra civil		21124	21124	21124	21124	21124	21124	21124	21124	21124	21124
Utilidad antes de impts.		39453	39453	39453	39453	39453	39453	39453	39453	39453	39453
Utilidad neta		43004	80092	98635	98635	98635	98635	98635	98635	98635	98635
Depreciación obra civil		(21124)	(21124)	(21124)	(21124)	(21124)	(21124)	(21124)	(21124)	(21124)	(21124)
Inversiones											
Infraestructura	(211243.07)										
Préstamo	-										
Amortización											
Capital de trabajo											
Valor de desecho											147870.15
<b>Flujo del proyecto</b>	(211243.07)	18329	54986	73314	73314	73314	73314	73314	73314	73314	221184
<b>TIR</b>	26.28%										
<b>VAN</b>	\$186903										
<b>B/C</b>	1.28										
<b>PRI</b>	5.00										

**Realizado por:** Juan León

## **CAPÍTULO V**

### **5 PROPUESTA**

En el presente estudio no se consideró un diseño experimental que denote una investigación, más bien, el concepto de estos diseños es generar una propuesta como herramienta de gestión para la Junta de Riego Chambo Guano (JURECH), en donde, puedan hacer uso de esta para gestionar el presupuesto de implementación del proyecto de riego parcelario tecnificado con las instituciones competentes.

## CONCLUSIONES

- El proyecto del módulo 6 se diseñó para 38.76 ha netas de riego, con 131 lotes, pertenecientes a 110 familias, es un proyecto, en donde el agua presenta condiciones aptas para riego, pero los suelos manifiestan deficiencias nutricionales y especialmente de materia orgánica.
- Las variables agronómicas promedios que se obtuvieron de las tres zonas en estudio (alta, media y baja) fueron las siguientes: Capacidad de Campo: 7.66%, Punto de Marchitez Permanente: 3.83%, densidad aparente: 1.27, Lámina de agua aprovechable: 29.18 mm, Lámina neta: 18.39 mm, Lámina bruta: 21.63 mm. Además la necesidad total fue de 3.05 mm día<sup>-1</sup>, con un caudal ficticio continuo de 0.35 l/s/ha. La velocidad de infiltración promedio fue de 222.47 mm/h. Con respecto al emisor, se utilizó un miniwobbler boquilla #6 con un promedio de operación de 1.4 bar, a 6 m x 6 m de distanciamiento, con un caudal de consumo de 0.07 l/s y una precipitación de 6.94 mm/h, lo que generó 3 horas de aplicación por cada emisor y 4 turnos diarios en el sistema.
- La base del diseño hidráulico parcelario fue el emisor seleccionado, a partir de este accesorio se consideraron las exigencias de las variables hidráulicas como: velocidades del agua entre 0.5 y 3 m s<sup>-1</sup>, caudales de paso de 1.5, 4, 6 l s<sup>-1</sup>, diámetros de tuberías de 25, 32, 40, 50 hasta 63 mm. Además las clases de tuberías fueron de 0.63 MPa, 0.80 MPa 1 MPa y 1.25 MPa. El presupuesto de la infraestructura parcelaria alcanzó los US\$ 211243.07, con una inversión por hectárea de US\$ 5581 y por familia de US\$ 1920.
- El módulo 6 está formado por 61 hombres (55%) y 49 mujeres (45%), de los cuales el 36% oscilan en el grupo etáreo de 41 a 60 años, de esta población el 56% percibe salarios hasta los US\$ 300, lo que denota la pobreza en la comunidad; además, existe una migración del 36%. En lo concerniente a vivienda, el 80% se presentan en condiciones aceptables, existe agua entubada en un 80%, la luz eléctrica está en un 90% y el alcantarillado está ausente, los desechos se descartan mediante pozo séptico (95%). Las utilidades netas sin proyecto alcanzaron los US\$ 15501 con un ingreso familiar anual de 140.92, en la situación con proyecto las utilidades netas fueron de US\$ 88947.80 con ingresos familiares de 808.61, esto se debe a la propuesta de implementar limón en la localidad. En este sentido, los indicadores financieros se proyectaron con: TIR: 26.28%, VAN: 186.903, B/C: 1.28 y PRI: 5 años.

## RECOMENDACIONES

- El proyecto cuenta con análisis de suelos y aguas con puntos de muestreo, sería importante considerar un plan de fertilización en la localidad con recomendaciones en conformidad con los cultivos, además compatibilizar con los análisis de agua expuestos.
- Se recomienda implementar escuelas de campo para capacitar a los agricultores con la base de cálculos agronómicos que se detallan en el estudio, esto quiere decir, realizar parcelas demostrativas y realizar ensayos con las 3 horas de aplicación de los emisores.
- Se tiene un presupuesto referencial del estudio parcelario, los justificativos sociales y los indicadores financieros, en este sentido se recomienda a los directivos hacer uso del estudio para gestionar la implementación con las instituciones competentes.

## GLOSARIO

**Aspersor:** Mecanismo destinado a esparcir un líquido a presión, como el agua para el riego o los herbicidas químicos.

**Capacidad de Campo:** Contenido de agua o humedad que es capaz de retener el suelo luego de saturación o de haber sido mojado abundantemente y después dejado drenar libremente, evitando pérdida por evapotranspiración hasta que el Potencial hídrico del suelo se estabilice (alrededor de 24 a 48 horas después de la lluvia o riego).

**Caudal:** Es la cantidad de agua que pasa por un lugar o punto determinado ya sea de un canal, acequia, río, etc y en un cierto tiempo determinado. Es decir, corresponde a un volumen de agua por unidad de tiempo.

**Densidad aparente :** Representa la relación que existe entre el peso de suelo seco o peso de sólidos ( $P_s$ ) o también masa de sólidos ( $M_s$ ) y su volumen total ( $V_t$ ) de una muestra de suelo no disturbada, cuyos valores se expresan generalmente en  $g/cm^3$ ,  $t/m^3$  o  $kg/dm^3$ .

**Diseño Agronómico:** El diseño agronómico orienta la determinación de las necesidades hídricas del cultivo, calculando la cantidad de agua que necesita, para su normal desarrollo, sin ocasionar un déficit de agua en el suelo y estrés hídrico en la planta; estando estas necesidades hídricas, influenciadas por factores edafológicos (suelo), meteorológicos (clima) y otros propios del cultivo (genéticos y fisiológicos).

**Infiltración:** Es la entrada vertical (gravitacional) del agua en el perfil del suelo. Los factores más importantes que afectan la velocidad de infiltración son características físicas del suelo, Carga hidrostática usada en la prueba, contenido de materia orgánica y carbonatos.

**Punto de marchitez permanente:** Es el contenido de humedad del suelo en el cual la planta manifiesta síntomas de marchitamiento, caída de hojas, escaso desarrollo o fructificación, debido a un flujo muy lento de agua del suelo hacia la planta; y que, en promedio, corresponde a un estado energético de 15 bares cercano a éste valor dependiendo del tipo de cultivo

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Allen, R. 2006. Evapotranspiración de cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Editorial FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). Roma, Italia. 84 p.
- Baca, C. 2021. Diseño de riego. Editorial Universidad San Antonio Abad. Cusco, Perú. 20 p.
- Borja, R. (2010). Estrategias De Gestión Socio Cultural Del Agua-Secretaría Nacional Del Agua. Disponible en [https://www.sdgfund.org/sites/default/files/EDG\\_ESTUDIO\\_Ecuador\\_Estrategia\\_Gestión\\_Socio\\_Cultural\\_del\\_Agua\\_%282%29.pdf](https://www.sdgfund.org/sites/default/files/EDG_ESTUDIO_Ecuador_Estrategia_Gestión_Socio_Cultural_del_Agua_%282%29.pdf). (Consultado el 30 de agosto de 2022).
- Calvache, M. 2012. Riego Andino tecnificado. Editorial Universitaria de la Universidad Central del Ecuador. Quito, Ecuador. 296 p.
- Climate Technology Centre and Network. 2000. Plan De Acción Para La Tecnología “Sistemas De Riego Tecnificados (Por Aspersión Y Goteo). Pp. 128–140.
- Demin, P. 2014. Aportes para el mejoramiento del manejo de los sistemas de riego. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Disponible en [https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta\\_aportes\\_para\\_el\\_mejoramiento\\_del\\_manejo\\_de\\_los\\_sistemas\\_de\\_riego.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_aportes_para_el_mejoramiento_del_manejo_de_los_sistemas_de_riego.pdf). (Consultado el 26 de julio de 2022).
- Dueñas, L. 2000. Cédulas de cultivo y caudal. Editorial Hermilio Valdizan. Universidad Nacional Hermilio Valdizan. Huánuco, Perú.
- Fiallo, J. 2017. Importancia del Sector Agrícola en una Economía Dolarizada. Editorial San Francisco. Universidad San Francisco de Quito (USFQ). Quito, Ecuador.
- Fuentes, J. 1999. Técnicas de Riego: Sistemas de Riego en la Agricultura. 3ra Ed. Editorial Mundi-Prensa. México DF. 280 p.
- Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Guano - GAD Guano. 2019. Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial. Guano, Ecuador. 836 p.
- Gómez, C., Muñoz, J., y Rodríguez, H. 2015. Calidad del agua para riego en la agricultura protegida en Tlaxcala. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/467/46750924004.pdf>. (Consultado el 26 de julio de 2022).
- Hargreaves, H. 1983. Discussion of Application of Penman wind function. ASCE (American Society of Civil Engineers). 109(2):277–278.

- Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua – HGPT. 2017. Implementación de proyectos de riego colectivo tecnificado. Ambato, Ecuador. 22 p.
- Hoogendam, P., y C. Ríos. 2018. Manual de Riego Tecnificado para los valles. Editorial Impresiones POLIGRAF. Cochabamba, Bolivia. 250 p.
- Houtart, F. 2018. La agricultura campesina e indígena como una transición hacia el bien común de la humanidad: el caso de Ecuador. Editorial Desacatos. Quito, Ecuador. 56, 1–11.
- Hurtado, F. 2020. Lo que usted debe recordar al formular un proyecto de desarrollo rural. 2<sup>da</sup> Ed. Editorial Universitaria de la Universidad Nacional de San Antonio Abad. Cusco, Perú. 271 p.
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). 2021. Análisis químico y físico en muestras de suelos, plantas y aguas. Disponible en: <http://www.iniap.gob.ec/pruebav3/servicio1/#:~:text=An%C3%A1lisis%20qu%C3%ADmico%20y%20f%C3%ADsico%20de,para%20determinar%20su%20composici%C3%B3n%20qu%C3%ADmica>. (Consultado el 31 de agosto de 2021).
- Kostiakov, A. 1932. On the dynamics of the coefficient of water percolation in soils and on the necessity of studying it from a dynamic point of view for purposes of amelioration. International Society of Soil Science. 1:15–21.
- León, J. 2021. Metodología para determinar los parámetros hídricos de un suelo a campo. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2021.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería - MAG. 2020. Diagnóstico integral del proyecto de riego Chambo-Guano-Los Chingazos, Fase II, zona 8, cantón Guano, provincia de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. 25 p.
- Pérez, E. 2011. Análisis de fertilidad de suelos en el laboratorio de Química del Recinto de Grecia, Sede de Occidente, Universidad de Costa Rica. Editorial InterSedes, XIV, 6–18. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/intersedes/article/view/980>
- Pizarro, F. 1996. Riegos localizados de alta frecuencia (RLAF) goteo, microaspersión, exudación. 3ra Ed. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España. 511 p.
- Quintero, R. 1993. Interpretación del análisis de suelo y recomendaciones de fertilizantes para la caña de azúcar. Centro de Investigaciones de La Caña de Azúcar de Colombia, 14, 1–17. [https://www.cenicana.org/pdf\\_privado/serie\\_tecnica/st\\_14/st\\_14.pdf](https://www.cenicana.org/pdf_privado/serie_tecnica/st_14/st_14.pdf)
- Sabando, L. y Molina, A. 2013. Diseño e instalación de un sistema de riego por aspersión en el área de clones del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.), en la ESPAM-MFL. Tesis de pregrado. Escuela superior politécnica agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. Calceta, Ecuador. 160 p.

- Salamanca, A., y Sadeghian, S. 2005. La densidad aparente y su relación con otras propiedades en suelos de la zona cafetera colombiana. *Cenicafé*, 56(4), 381–397. [https://www.cenicafe.org/es/publications/arc056\(04\)381-397.pdf](https://www.cenicafe.org/es/publications/arc056(04)381-397.pdf)
- Santos, R. (2014). El agua en un mundo en crisis. Disponible en <http://biblioteca.clacso.edu.ar/gsd/collect/cu/cu-022/index/assoc/D13706.dir/Art5.pdf>. (Consultado el 26 de agosto de 2022).
- Sipcam. 2021. El potasio: la clave para unas hortalizas de calidad. Disponible en: <https://sipcamcontigo.com/el-potasio-la-clave-para-unas-hortalizas-de-calidad/>.(Consultado el 25 de julio de 2022).
- Tarjuelo, J. 2017. El Riego por Aspersión y su Tecnología. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España. 320 p.
- Vargas, M., y M. Moreno. 2016. La gobernanza y la participación ciudadana en Bogotá. 2da Ed. Editorial Republicana. Bogotá, Colombia. 125 p.
- Vega, L. 2021. Análisis financiero de proyectos. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - ESPOCH. Riobamba, Ecuador. 41 p.
- Villacorta, P. 2017. Diseño de un sistema de riego por goteo para cultivo de vid y granada para el Fundo Almudena en el distrito de Salas provincia y departamento de Ica [la molina]. Disponible en <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3419/villacorta-rios-patricia-angelica.pdf?sequence=3&isAllowed=y>. (Consultado el 26 de julio de 2022).
- Yara. 2020. Resumen nutricional. Disponible en <https://www.yara.com.ec/nutricion-vegetal/frutales-de-hueso/resumen-nutricional/>. (Consultado el 25 de julio de 2022).
- Zapatta, A. 2012. Acumulación de agua y floricultura: una aproximación desde el caso de la cuenca del Pisque, Ecuador. pp. 167-184. *En*: A. Arroyo, y R. Boelens (eds.); Aguas robadas. Despojo hídrico y movilización social. Instituto de Estudios Peruanos – IEP. Lima, Perú.



## ANEXO B. ANÁLISIS DE AGUA

 <b>LABCESTTA</b> <small>TECNOLOGÍA Y CALIDAD</small>	<b>DEPARTAMENTO:</b> <b>ANALITICALAB</b>	 <b>SERVICIO DE ACREDITACIÓN ECUATORIANO</b> <small>Acreditación N° 5AE LEN 18-034</small> <b>LABORATORIO DE ENSAYOS</b>
--	---	---

INFORME DE RESULTADOS No: A-532-22

INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE			
NOMBRE CLIENTE:	ING. ANGEL QUISHPI	ATENCIÓN A:	Ing. Angel Quishpi
DIRECCIÓN:	Riobamba-Ecuador	TELÉFONO:	0969654191
TIPO DE MUESTRA:	Agua (Natural)	PUNTO DE TOMA DE MUESTRA:	Salida de cañón sobre el Río Guano
CÓDIGO CLIENTE:	A-1	FECHA Y HORA DE TOMA DE MUESTRA RESPONSABLE:	NA

### INFORMACIÓN DEL LABORATORIO

TOMA DE MUESTRA REALIZADO POR:	LABCESTTA S.A.	NÚMERO DE MUESTRAS:	01
FECHA Y HORA DE TOMA DE MUESTRA:	15/07/2022 09:06	ANÁLISIS SOLICITADO:	Físico – Químico- Microbiológico
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:	18/07/2022 09:30	FECHA DE ANÁLISIS:	18/07/2022 - 29/07/2022
FECHA DE EMISIÓN DE INFORME:	29/07/2022	CÓDIGO LABORATORIO:	AL-A-532-22
RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA:	Hugo Cuadrado	COORDENADAS:	17M 765090/9823408
CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS	T máx.: 25,0 °C. T mín.: 15,0 °C		

### RESULTADOS ANALÍTICOS

ENSAYO	UNIDAD	RESULTADO	INCERTIDUMBRE (k=2)	MÉTODO /NORMA	VALOR LÍMITE PERMISIBLE
*Grasas y Aceites	Presencia/ Ausencia	Ausencia	-	PE-AL-72 Método de referencia: NA	Ausencia
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	350	-	PE/AL/24 Standard Methods Ed.23.2017	1000
*Fluor	mg/L	<0,3	-	Espectrofotometría UV-Vis	1,0
*Huevos de parásito	Presencia/ Ausencia	Ausencia	-	Observación microscópica	Ausencia
Materia Flotante	-	Ausencia	-	PE/AL/31 NMX-AA-006-SCF1-2000	Ausencia
Mercurio	mg/L	<0,001	±21%	PE/AL/10 EPA 3015 A, Rev.1 2007	0,001
Nitritos	mg/L	0,46	±21%	PE-AL-41 Standard Methods Ed.23.20174500 NO2 B	0,5

*Oxígeno Disuelto	mg/L	1,26	-	Standard Methods, Ed. 23. 2017, 4500-O G EPA	3
Potencial Hidrógeno	Unidades de pH	7,58	±0,2	PE/AL/03 Standard Methods Ed.23.2017 4500 H+B	6-9
Sulfatos	mg/L	12	±19%	PE/AL/25 Standard Methods Ed.23.2017 4500 E SO4	250
*Carbonatos	mg/L	0	-	Volumétrico	-
Cloro Residual	mg/L	<0,10	±18%	PE-AL-19 Standard Methods Ed.23.2017 4500 Cl-G	
Aluminio	mg/L	0,33	±20%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	5,0
Arsénico	mg/L	<0,01	±18%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0,1
Berilio	mg/L	<0,006	±13%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0,1
Boro	mg/L	<0,05	±11%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0,75
Cadmio	mg/L	<0,0008	±10%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0,05
Cobalto	mg/L	<0,1	±12%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0,01
Cobre	mg/L	<0,006	±13%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0,2
Cromo	mg/L	<0,01	±23%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0,1
Hierro	mg/L	0,31	±14%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	5,0
*Litio	mg/L	<0,05	-	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	2,5
*Magnesio	mg/L	2,23	-	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	-
Manganeso	mg/L	0,007	±14%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0,2
Molibdeno	mg/L	<0,003	±23%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0,01
Niquel	mg/L	<0,01	±9%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0,2
Plomo	mg/L	<0,005	±14%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	5,0

Selenio	mg/L	<0,01	±12%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0,02
Vanadio	mg/L	<0,006	±24%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0,1
Zinc	mg/L	<0,05	±14%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	2,0

**OBSERVACIONES:**

- Muestra transportada en refrigeración.
- La columna: Valor límite permisible, está fuera del alcance de la acreditación del SAE. Contempla los límites permisibles que se encuentran en la tabla 3 del AM 097 A. Criterios de calidad de aguas para riego agrícola, Del libro VI del TULSMA. Por Solicitud del cliente.
- Los ensayos marcados con una (\*) se encuentran fuera del alcance del SAE.

**AUTORIZACIÓN Y RESPONSABLE DEL INFORME:**



**Ing. Verónica Bravo**  
DIRECTORA TÉCNICA



**LABCESTTA**  
TECNOLOGÍA Y CALIDAD  
RUC:0691736210001

**NOTAS:**

- Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
- Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados.
- Las condiciones ambientales no afectan a los resultados de los ensayos analizados.
- LABCESTTA S.A. no se responsabiliza cuando la información proporcionada por el cliente puede afectar la validez de los resultados.
- Cuando se emitan criterios de conformidad y aplique, se tendrá en cuenta el: Instructivo de Regla de decisión para una declaración de conformidad IE-AL-26.

**INFORME DE RESULTADOS No: A-533-22**

INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE			
<b>NOMBRE CLIENTE:</b>	ING. ANGEL QUISHPI	<b>ATENCIÓN A:</b>	Ing. Angel Quishpi
<b>DIRECCIÓN:</b>	Riobamba-Ecuador	<b>TELÉFONO:</b>	0969654191
<b>TIPO DE MUESTRA:</b>	Agua (Natural)	<b>PUNTO DE TOMA DE MUESTRA:</b>	Toma de la comunidad Chirgozo Alto
<b>CÓDIGO CLIENTE:</b>	A-2	<b>FECHA Y HORA DE TOMA DE MUESTRA RESPONSABLE:</b>	NA

**INFORMACIÓN DEL LABORATORIO**

<b>TOMA DE MUESTRA REALIZADO POR:</b>	LABCESTTA S.A.	<b>NÚMERO DE MUESTRAS:</b>	01
<b>FECHA Y HORA DE TOMA DE MUESTRA:</b>	15/07/2022 09:34	<b>ANÁLISIS SOLICITADO:</b>	Físico – Químico- Microbiológico
<b>FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:</b>	18/07/2022 09:30	<b>FECHA DE ANÁLISIS:</b>	18/07/2022 - 29/07/2022
<b>FECHA DE EMISIÓN DE INFORME:</b>	29/07/2022	<b>CÓDIGO LABORATORIO:</b>	AL-A-533-22
<b>RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA:</b>	Hugo Casdrado	<b>COORDENADAS:</b>	17M 769351/9822427
<b>CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS</b>	T máx.:25,0 °C. T mín.: 15,0 °C		

**RESULTADOS ANALÍTICOS**

ENSAYO	UNIDAD	RESULTADO	INCERTIDUMBRE (k=2)	MÉTODO /NORMA	VALOR LÍMITE PERMISIBLE
*Grasas y Aceites	Presencia/ Ausencia	Ausencia	-	PE-AL-72 Método de referencia: NA	Ausencia
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	<1,8	-	PE/AL/24 Standard Methods Ed.23.2017	1000
*Fluor	mg/L	<0,3	-	Espectrofotometría UV- Vis	1,0
*Huevos de parásito	Presencia/ Ausencia	Ausencia	-	Observación microscópica	Ausencia
Materia Flotante	-	Ausencia	-	PE/AL/31 NMX-AA-006-SCFI- 2000	Ausencia
Mercurio	mg/L	<0,001	±21%	PE/AL/10 EPA 3015 A, Rev.1 2007	0,001
Nitratos	mg/l.	<0,04	±25%	PE-AL-41 Standard Methods Ed.23.20174500 NO2 B	0,5

*Oxígeno Disuelto	mg/L	2,31	-	Standard Methods, Ed. 23. 2017, 4500-O G EPA	3
Potencial Hidrógeno	Unidades de pH	7,66	±0,2	PE/AL/03 Standard Methods Ed.23.2017 4500 H+B	6-9
Sulfatos	mg/L	11	±19%	PE/AL/25 Standard Methods Ed.23.2017 4500 E SO4	250
*Carbonatos	mg/L	0	-	Volamétrico	-
Cloro Residual	mg/L	<0,10	±18%	PE-AL-19 Standard Methods Ed.23.2017 4500 Cl-G	
Aluminio	mg/L	0,20	±20%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	5,0
Arsénico	mg/L	<0,01	±18%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0,1
Berilio	mg/L	<0,006	±13%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0,1
Boro	mg/L	<0,05	±11%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0,75
Cadmio	mg/L	<0,0008	±10%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0,05
Cobalto	mg/L	<0,1	±12%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0,01
Cobre	mg/L	<0,006	±13%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0,2
Cromo	mg/L	<0,01	±23%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0,1
Hierro	mg/L	0,22	±14%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	5,0
*Litio	mg/L	<0,05	-	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	2,5
*Magnesio	mg/L	2,38	-	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	-
Manganeso	mg/L	0,010	±14%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0,2
Molibdeno	mg/L	<0,003	±23%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0,01
Niquel	mg/L	<0,01	±9%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0,2
Plomo	mg/L	<0,005	±14%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	5,0

Selenio	mg/L	<0,01	±12%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0,02
Vanadio	mg/L	0,011	±24%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0,1
Zinc	mg/L	<0,05	±14%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	2,0

**OBSERVACIONES:**

- Muestra transportada en refrigeración.
- La columna: Valor límite permisible, está fuera del alcance de la acreditación del SAE. Contempla los límites permisibles que se encuentran en la tabla 3 del AM 097 A. Criterios de calidad de aguas para riego agrícola. Del libro VI del TULSMA. Por Solicitud del cliente.
- Los ensayos marcados con una (\*) se encuentran fuera del alcance del SAE.

**AUTORIZACIÓN Y RESPONSABLE DEL INFORME:**



**Ing. Verónica Bravo**  
DIRECTORA TÉCNICA

**NOTAS:**

- Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
- Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados.
- Las condiciones ambientales no afectan a los resultados de los ensayos analizados.
- LABCESTTA S.A. no se responsabiliza cuando la información proporcionada por el cliente puede afectar la validez de los resultados.
- Cuando se omitan criterios de conformidad y aplique, se tendrá en cuenta el: Instructivo de Regla de decisión para una declaración de conformidad IE-AL-26.

**INFORME DE RESULTADOS No: A-534-22**

INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE			
<b>NOMBRE CLIENTE:</b>	ING. ANGEL QUISHPI	<b>ATENCIÓN A:</b>	Ing. Angel Quishpi
<b>DIRECCIÓN:</b>	Riobamba-Ecuador	<b>TELÉFONO:</b>	0969654191
<b>TIPO DE MUESTRA:</b>	Agua (Natural)	<b>PUNTO DE TOMA DE MUESTRA:</b>	Toma de la comunidad Chirgozo Bajo
<b>CÓDIGO CLIENTE:</b>	A-3	<b>FECHA Y HORA DE TOMA DE MUESTRA RESPONSABLE:</b>	NA

**INFORMACIÓN DEL LABORATORIO**

<b>TOMA DE MUESTRA REALIZADO POR:</b>	LABCESTTA S.A.	<b>NÚMERO DE MUESTRAS:</b>	01
<b>FECHA Y HORA DE TOMA DE MUESTRA:</b>	15/07/2022 10:33	<b>ANÁLISIS SOLICITADO:</b>	Físico – Químico- Microbiológico
<b>FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:</b>	18/07/2022 09:30	<b>FECHA DE ANÁLISIS:</b>	18/07/2022 - 29/07/2022
<b>FECHA DE EMISIÓN DE INFORME:</b>	29/07/2022	<b>CÓDIGO LABORATORIO:</b>	AL-A-534-22
<b>RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA:</b>	Hugo Cuadrado	<b>COORDENADAS:</b>	17M 769634/9820658
<b>CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS</b>	T máx.:25,0 °C; T mín.: 15,0 °C		

**RESULTADOS ANALÍTICOS**

ENSAYO	UNIDAD	RESULTADO	INCERTIDUMBRE (k=2)	MÉTODO /NORMA	VALOR LÍMITE PERMISIBLE
*Grasas y Aceites	Presencia/ Ausencia	Ausencia	-	PE-AL-72 Método de referencia: NA	Ausencia
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	<1,8	-	PE/AL/24 Standard Methods Ed.23.2017	1000
*Fluor	mg/L	<0,3	-	Espectrofotometría UV- Vis	1,0
*Huevos de parásito	Presencia/ Ausencia	Ausencia	-	Observación microscópica	Ausencia
Materia Flotante	-	Ausencia	-	PE/AL/31 NMX-AA-006-SCFI- 2000	Ausencia
Mercurio	mg/L	<0,001	±21%	PE/AL/10 EPA 3015 A, Rev.1 2007	0,001
Nitritos	mg/L	0,20	±21%	PE-AL-41 Standard Methods Ed.23.20174500 NO2 B	0,5

*Oxígeno Disuelto	mg/L	2,25	-	Standard Methods, Ed. 23. 2017, 4500-O G EPA	3
Potencial Hidrógeno	Unidades de pH	7,73	±0,2	PE/AL/03 Standard Methods Ed.23.2017 4500 H+B	6-9
Sulfatos	mg/L	<10,20	±19%	PE/AL/25 Standard Methods Ed.23.2017 4500 E SO4	250
*Carbonatos	mg/L	0	-	Volumétrico	-
Cloro Residual	mg/L	<0,10	±18%	PE-AL-19 Standard Methods Ed.23.2017 4500 Cl-G	
Aluminio	mg/L	7,81	±20%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	5,0
Arsénico	mg/L	<0,01	±18%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0,1
Berilio	mg/L	<0,006	±13%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0,1
Boro	mg/L	<0,05	±11%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0,75
Cadmio	mg/L	<0,0008	±10%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0,05
Cobalto	mg/L	<0,1	±12%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0,01
Cobre	mg/L	0,023	±13%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0,2
Cromo	mg/L	<0,01	±23%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0,1
Hierro	mg/L	3,06	±14%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	5,0
*Litio	mg/L	<0,05	-	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	2,5
*Magnesio	mg/L	2,66	-	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	-
Manganeso	mg/L	0,11	±14%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0,2
Molibdeno	mg/L	<0,003	±23%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0,01
Níquel	mg/L	<0,01	±9%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0,2
Plomo	mg/L	0,008	±14%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	5,0

	<b>DEPARTAMENTO: ANALITICALAB</b>	
---	---------------------------------------	--

Selenio	mg/L	<0,01	+12%	PE/AL/17 EPA 200,7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0,02
Vanadio	mg/L	0,011	+24%	PE/AL/17 EPA 200,7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0,1
Zinc	mg/L	<0,05	+14%	PE/AL/17 EPA 200,7 ICP-AES Rev.4.4 1994	2,0

**OBSERVACIONES:**

- Muestra transportada en refrigeración.
- La columna: Valor límite permisible, está fuera del alcance de la acreditación del SAE. Contempla los límites permisibles que se encuentran en la tabla 3 del AM 097 A. Criterios de calidad de aguas para riego agrícola. Del libro VI del TULSMA. Por Solicitud del cliente.
- Los ensayos marcados con una (\*) se encuentran fuera del alcance del SAE.

**AUTORIZACIÓN Y RESPONSABLE DEL INFORME:**

  
**Ing. Verónica Bravo**  
**DIRECTORA TÉCNICA**

  
**LABCESTTA**  
 TECNOLOGÍA Y CALIDAD  
 RUC:0691736210001

**NOTAS:**

- Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
- Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados.
- Las condiciones ambientales no afectan a los resultados de los ensayos analizados.
- LABCESTTA S.A. no se responsabiliza cuando la información proporcionada por el cliente puede afectar la validez de los resultados.
- Cuando se emitan criterios de conformidad y aplique, se tendrá en cuenta el: Instructivo de Regla de decisión para una declaratoria de conformidad IE-AI-26.

## ANEXO C. ESTUDIO DE SUELOS

### Zona Alta

Parámetro	Método	Resultado	Unidad	Nivel	Técnica analítica
K	Ac.Am	0.12	meq/100g	Bajo	A. atómica
Ca	Ac.Am	4.2	meq/100g	Alto	A. atómica
Mg	Ac.Am	1.3	meq/100g	Alto	A. atómica
Cu	Olsen mod.	1	ppm	Bajo	A. atómica
Mn	Olsen mod.	1	ppm	Bajo	A. atómica
Zn	Olsen mod.	1	ppm	Bajo	A. atómica
PH	H2O 1:2,5	7.21		Prácticamente neutro	Potenciométrico
M.O.	W-B	2.36	%	Bajo	Gravimétrico
C.E	H2O 1:2,5	0.53	umhos/cm	No salino	Conductimétrico
NT asimilable	Kjeldahl	16	ppm	Bajo	Volumétrica
P	Olsen mod.	5.9	ppm	Bajo	Colorimétrico
Textura	Clase textural	franco arenoso	arena %	88	Bouyoucus
			limo %	10	
			arcilla %	2	

Fuente: Análisis de laboratorio Total Chem

### Zona media

Parámetro	Método	Resultado	Unidad	Nivel	Técnica analítica
K	Ac.Am	0,21	meq/100g	Medio	A. atómica
Ca	Ac.Am	5,4	meq/100g	Alto	A. atómica
Mg	Ac.Am	2,1	meq/100g	Alto	A. atómica
Cu	Olsen mod.	2	ppm	Medio	A. atómica
Mn	Olsen mod.	1	ppm	Bajo	A. atómica
Zn	Olsen mod.	2	ppm	Bajo	A. atómica
PH	H2O 1:2,5	6,96		Prácticamente neutro	Potenciométrico
M.O.	W-B	3,21	%	Medio	Gravimétrico
C.E	H2O 1:2,5	0,1	umhos/cm	No salino	Conductimétrico
NT asimilable	Kjeldahl	21	ppm	Bajo	Volumétrica
P	Olsen mod.	54,5	ppm	Alto	Colorimétrico
Textura	Clase textural	franco arenoso	arena %	90	Bouyoucus
			limo %	8	
			arcilla %	2	

Fuente: Análisis de laboratorio Total Chem

## Zona baja

Parámetro	Método	Resultado	Unidad	Nivel	Técnica analítica
K	Ac.Am	0,1	meq/100g	Bajo	A. Atómica
Ca	Ac.Am	3,9	meq/100g	Alto	A. atómica
Mg	Ac.Am	1	meq/100g	Alto	A. atómica
Cu	Olsen mod.	1	ppm	Bajo	A. atómica
Mn	Olsen mod.	1	ppm	Bajo	A. atómica
Zn	Olsen mod.	1	ppm	Bajo	A. atómica
PH	H2O 1:2,5	6,59		Prácticamente neutro	Potenciométrico
M.O.	W-B	1,28	%	Bajo	Gravimétrico
C.E	H2O 1:2,5	0,23	umhos/cm	No salino	Conductimétrico
NT asimilable	Kjeldahl	11	ppm	Bajo	Volumétrica
P	Olsen mod.	54,5	ppm	Alto	Colorimétrico
Textura	Clase textural	franco	arena %	80	Bouyoucus
		arenoso	limo %	16	
			arcilla %	4	

Fuente: Análisis de laboratorio Total Chem

## ANEXO D. LÁMINA BRUTA

### Lámina de Agua Aprovechable

Zona	CC	PMP	Densidad aparente (g/cc)	Enraizamiento (cm)	LAA (mm)
Alta	8,04%	4,02%	1,19	60	28,64
Media	7,48%	3,74%	1,20	60	27,03
Baja	7,46%	3,73%	1,42	60	31,78
Promedio	7,66%	3,83%	1,27	60	29,18

Zona	LAA (mm)	f	LN (mm)
Alta	28,64	0,63	18,04
Media	27,03	0,63	17,03
Baja	31,78	0,63	20,02
Promedio	29,18	0,63	18,39

Zona	LN (mm)	Eficiencia riego (%)	LB (mm)
Alta	18,04	0,85	21,23
Media	17,03	0,85	20,03
Baja	20,02	0,85	23,56
Promedio	18,39	0,85	21,63

$$LA = (\%CC - \%PMP) \times da \times r$$

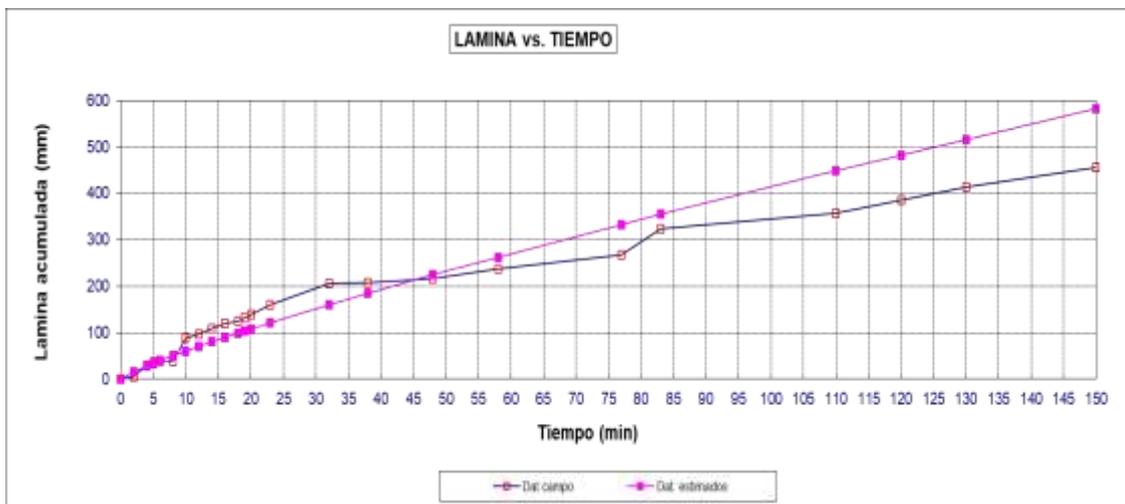
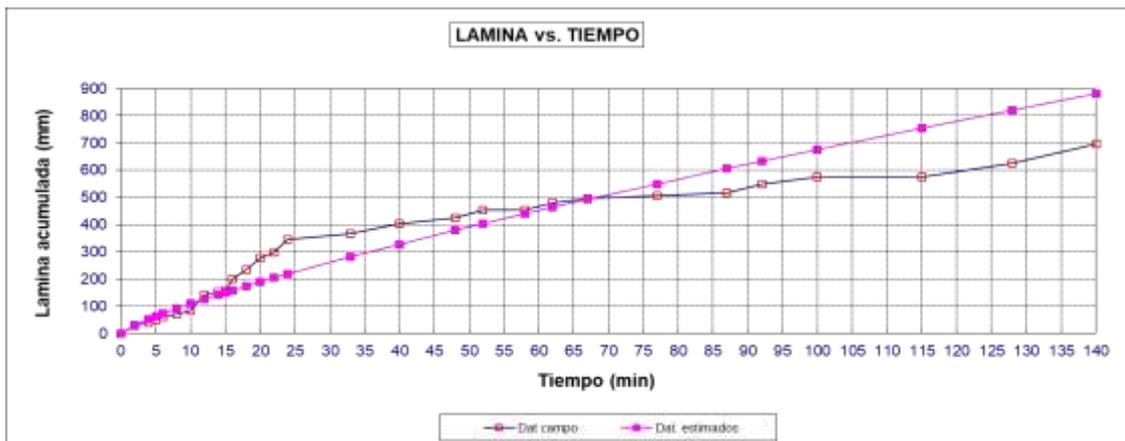
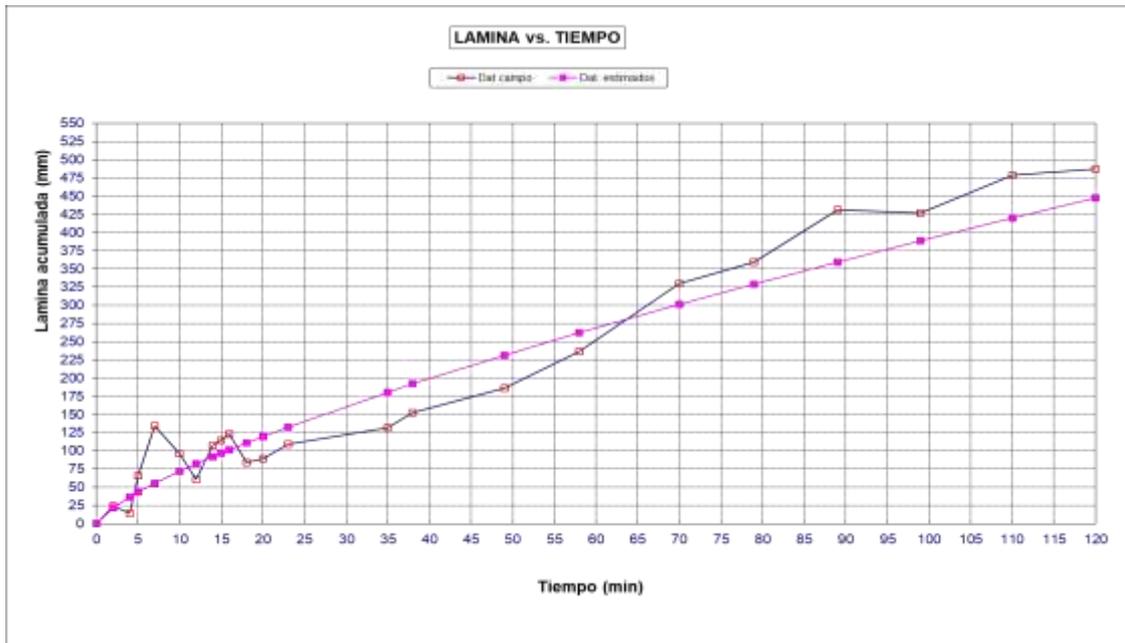
$$LN = LAA \times f$$

$$LB = LN / EF$$

Cultivo	Enraizamiento (cm)
Maíz	30
Limón	80
Alfalfa	50
Mora	60
Chocho	40
Capulí	120
Ryegrass	20
Aguacate	150
Tuna	20
Durazno	80
Arveja	40
Romero	20
<b>Total</b>	<b>59,17</b>

Método de riego	Eficiencia (%)
Mini aspersión	0,85

## ANEXO E. INFILTRACIÓN



ANEXO F. EVAPOTRANSPIRACIÓN Y PRECIPITACIÓN

Country	Ecuador			Station	M0243		
Altitude	2550	m.	Latitude	1.58	°S	Longitude	78.57 °W
Month	Min Temp	Max Temp	Humidity	Wind	Sun	Rad	ETo
	°C	°C	%	km/day	hours	MJ/m <sup>2</sup> /day	mm/month
January	9.7	20.8	77	686	9.1	23.1	129.84
February	10.2	18.6	87	672	8.6	22.9	89.70
March	10.6	22.6	88	619	8.3	22.6	114.06
April	10.0	18.9	84	635	8.3	21.7	100.50
May	10.0	20.5	85	631	8.2	20.3	102.17
June	9.8	20.3	86	656	8.3	19.7	94.36
July	8.2	18.4	86	715	8.6	20.4	91.82
August	8.5	19.9	85	752	9.1	22.3	104.79
September	9.5	20.6	84	729	9.0	23.2	110.01
October	8.8	21.6	86	669	9.1	23.6	116.07
November	10.0	22.7	83	651	9.6	23.9	123.15
December	11.2	21.8	87	686	9.2	22.9	111.73
Average	9.7	20.6	85	675	8.8	22.2	1288.20

Country	Ecuador			Station	M0057		
Altitude	2760	m.	Latitude	1.56	°S	Longitude	78.65 °W
Month	Min Temp	Max Temp	Humidity	Wind	Sun	Rad	ETo
	°C	°C	%	km/day	hours	MJ/m <sup>2</sup> /day	mm/month
January	7.7	21.3	71	444	9.1	23.1	138.35
February	7.9	20.6	74	394	8.6	22.9	117.95
March	7.9	20.2	74	345	8.3	22.6	126.85
April	8.2	20.5	75	360	8.3	21.7	119.26
May	8.0	20.1	76	360	8.2	20.3	114.44
June	7.0	19.3	74	400	8.3	19.7	108.22
July	6.1	19.1	72	403	8.6	20.4	115.71
August	5.8	19.5	70	431	9.1	22.3	127.30
September	6.4	20.0	74	475	9.0	23.2	124.63
October	7.3	21.0	74	388	9.1	23.6	133.02
November	7.2	21.7	72	357	9.6	23.9	133.62
December	7.6	21.4	71	406	9.2	22.9	136.42
Average	7.3	20.4	73	397	8.8	22.2	1495.77

Station M0243

Eff. rain method Fixed percentage

	Rain	Eff rain
	mm	mm
January	32.7	26.2
February	44.1	35.3
March	62.0	49.6
April	76.3	61.0
May	83.9	67.1
June	43.5	34.8
July	36.8	29.4
August	21.8	17.4
September	30.9	24.7
October	38.2	30.6
November	41.1	32.9
December	24.8	19.8
<b>Total</b>	<b>536.1</b>	<b>428.9</b>

Station M0057

Eff. rain method Fixed percentage

	Rain	Eff rain
	mm	mm
January	29.2	23.4
February	44.1	35.3
March	50.7	40.6
April	56.5	45.2
May	38.5	30.8
June	21.3	17.0
July	13.5	10.8
August	20.7	16.6
September	27.0	21.6
October	44.4	35.5
November	46.8	37.4
December	33.3	26.6
<b>Total</b>	<b>426.0</b>	<b>340.8</b>

## ANEXO G. NECESIDAD TOTAL

Necesidad Neta (mm/día)													
Cultivo	Superficie (Ha)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Maíz	5,49	2,17	-0,47	-1,16	-1,41	-1,47	-0,77	-0,63	-0,42	1,65	2,87	3,62	3,15
Limón	1,56	0,72	1,06	1,80	1,81	1,97	2,66	2,61	2,97	2,56	1,77	0,85	-0,09
Alfalfa	0,66	0,72	1,06	1,80	1,81	1,97	2,66	2,61	2,97	2,56	1,77	0,85	-0,09
Mora	0,33	0,72	1,06	1,80	1,81	1,97	2,66	2,61	2,97	2,56	1,77	0,85	-0,09
Chocho	0,33	-0,62	-0,85	-1,16	1,01	1,91	2,56	1,71	-0,02	-0,58	-0,76	-0,82	-0,51
Capulí	0,09	0,72	1,06	1,80	1,81	1,97	2,66	2,61	2,97	2,56	1,77	0,85	-0,09
Rye grass	0,06	0,72	1,06	1,80	1,81	1,97	2,66	2,61	2,97	2,56	1,77	0,85	-0,09
Aguacate	0,04	0,72	1,06	1,80	1,81	1,97	2,66	2,61	2,97	2,56	1,77	0,85	-0,09
Tuna	0,04	0,72	1,06	1,80	1,81	1,97	2,66	2,61	2,97	2,56	1,77	0,85	-0,09
Durazno	0,01	0,72	1,06	1,80	1,81	1,97	2,66	2,61	2,97	2,56	1,77	0,85	-0,09
Arveja	0,01	1,90	2,30	2,83	1,97	0,75	-0,41	-0,63	-0,42	-0,58	-0,76	-0,82	-0,51
Romero	0,01	0,72	1,06	1,80	1,81	1,97	2,66	2,61	2,97	2,56	1,77	0,85	-0,09
												2,60	

Necesidad Total (mm/día)													
Cultivo	Superficie (Ha)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Maíz	4,62	2,55	-0,55	-1,36	-1,66	-1,73	-0,91	-0,74	-0,49	1,94	3,38	4,26	3,71
Limón	1,56	0,85	1,25	2,12	2,13	2,32	3,13	3,07	3,49	3,01	2,08	1,00	-0,11
Alfalfa	0,66	0,85	1,25	2,12	2,13	2,32	3,13	3,07	3,49	3,01	2,08	1,00	-0,11
Mora	0,33	0,85	1,25	2,12	2,13	2,32	3,13	3,07	3,49	3,01	2,08	1,00	-0,11
Chocho	0,33	-0,73	-1,00	-1,36	1,19	2,25	3,01	2,01	-0,02	-0,68	-0,89	-0,96	-0,60
Capulí	0,09	0,85	1,25	2,12	2,13	2,32	3,13	3,07	3,49	3,01	2,08	1,00	-0,11
Rye grass	0,06	0,85	1,25	2,12	2,13	2,32	3,13	3,07	3,49	3,01	2,08	1,00	-0,11
Aguacate	0,04	0,85	1,25	2,12	2,13	2,32	3,13	3,07	3,49	3,01	2,08	1,00	-0,11
Tuna	0,04	0,85	1,25	2,12	2,13	2,32	3,13	3,07	3,49	3,01	2,08	1,00	-0,11
Durazno	0,01	0,85	1,25	2,12	2,13	2,32	3,13	3,07	3,49	3,01	2,08	1,00	-0,11
Arveja	0,01	2,24	2,71	3,33	2,32	0,88	-0,48	-0,74	-0,49	-0,68	-0,89	-0,96	-0,60
Romero	0,01	0,85	1,25	2,12	2,13	2,32	3,13	3,07	3,49	3,01	2,08	1,00	-0,11
Total	7,59												

Media ponderada (mm/día)	1,96	0,24	0,13	0,06	0,15	1,05	1,08	1,34	2,57	3,01	3,05	2,22
Caudal ficticio continuo (l/s/ha)	0,23	0,03	0,020	0,010	0,02	0,12	0,12	0,16	0,3	0,35	0,35	0,26

## ANEXO H. EMISOR

1. DATOS DE CLIMA		General
1.1.	Velocidad del Viento	6 m/s
2. DATOS DE PARCELA		
2.1.	Superficie bajo riego	37,84 ha
3. DATOS DE CULTIVO		
3.1.	Nombre	Varios
3.2.	Fase	Media
3.3.	Profundidad radicular efectiva	600 mm
3.4.	Umbral de riego	63 %
4. DATOS DEL SUELO		
4.1.	Textura	Franco Arenoso
4.2.	Capacidad de campo (Cc)	7,66 % en base a peso seco
4.3.	Punto de marchitez permanente (pmp)	3,83 % en base a peso seco
4.4.	Densidad Aparente (da)	1,27 g/cm <sup>3</sup>
4.5.	Velocidad de Infiltración (Vinf)	222,47 mm/h
4.6.	Profundidad del suelo	1 m
5. DATOS DEL SISTEMA DE RIEGO		
5.1.	Método	Mini aspersión
5.2.	Eficiencia	85 %
5.3.	Modelo del aspersor	miniWobbler
5.4.	Presión de operación	1,4 atm
5.5.	Caudal del aspersor	250 lt/h
5.6.	Diámetro humedo	11 m
5.7.	Máximas horas de operación por día	12 horas
5.8.	Separación entre aspersores calculada	5,5 m
5.9.	Separación entre aspersores corregida	6 m
5.10.	Separación entre laterales	6 m
5.11.	Precipitación horaria del aspersor (P hr)	6,94 mm/h
5.12.	Precipitación horaria < Velocidad de Infiltración (P hr < Vinf)	Aceptado

Mayor demanda de agua

mm

%

% en base a peso seco

% en base a peso seco

g/cm<sup>3</sup>

mm/h

m

%

Boquilla #6 - Dorada (3/8")

atm

lt/h

m

horas

m

m

m

mm/h

## 6. CALCULOS DE LÁMINA REGABLE

6.1.	Lámina de agua aprovechable (LAA)	29,18	mm
6.2.	Lámina de agua rápidamente aprovechable (LARA)	18,39	mm
6.3.	Necesidades netas de riego (Nn)	2,60	mm/día
6.4.	Frecuencia de riego (Fr)	7,07	días
6.5.	Lámina de riego (Lr)	21,63	mm
6.6.	Tiempo de riego	3,11	horas

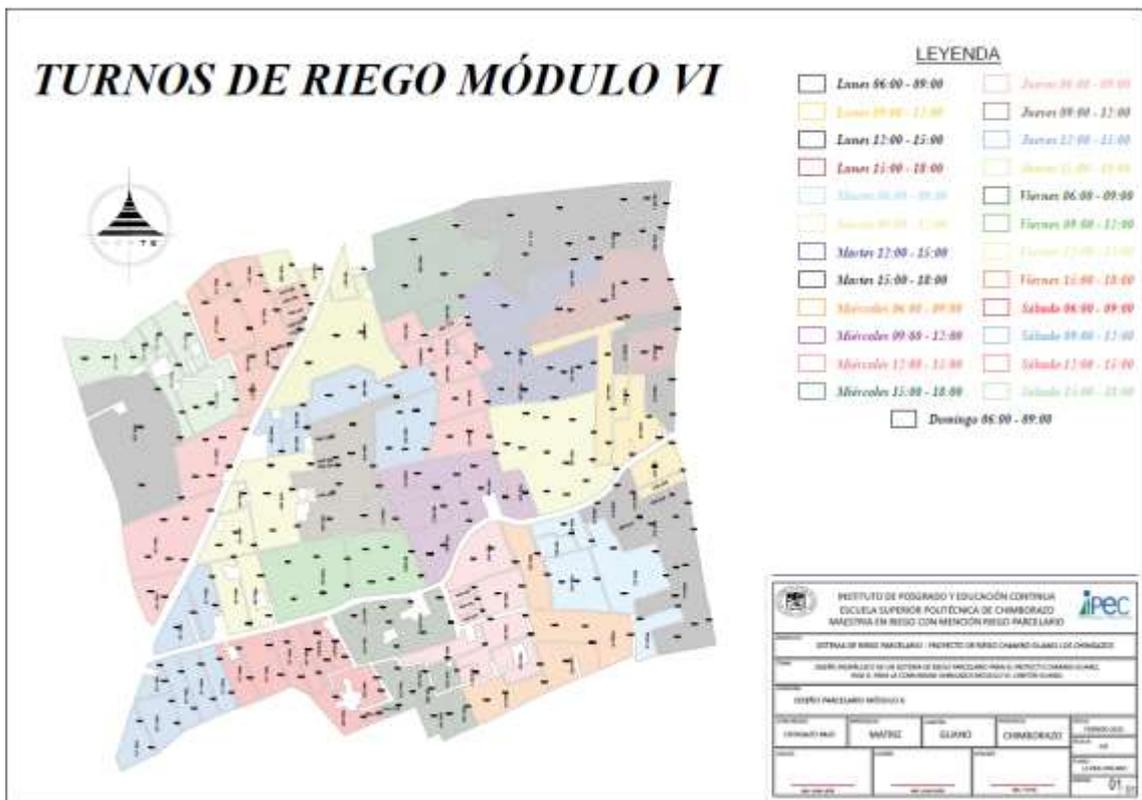
## 7. DISEÑO DE RIEGO AJUSTADO A NIVEL MODULAR

7.1.	Frecuencia de riego corregida (Frc)	7	días
7.2.	Ciclo de riego	7	
7.3.	Lámina de agua rápidamente aprovechable corregida (LARAc)	18,20	mm
7.4.	Lámina de riego corregida (Lrc)	21,41	mm
7.5.	Dosis bruta	214,12	m3/ha
7.6.	Horas de riego por turno	3,08	h
7.7.	Horas de riego por turno asumidas al diseño	3	h
7.8.	Turnos de riego por día	4,0	Turnos/día
7.9.	Turnos por día asumido en diseño	4	Turnos/día
7.10.	Tiempo de riego por día	12,0	h
7.11.	Horas por ciclo de riego	84,0	h/ciclo
7.12.	Turnos por ciclo	28,0	tr/ciclo
7.13.	Superficie regada por turno (Sr/tr)	1,351	ha/Tr
7.14.	Superficie regada por Día (Sr/día)	5,41	ha//día
7.15.	Dosis bruta por turno	289,4	m3/turno
7.16.	Dosis bruta por día	1157,5	m3/día
7.17.	Dosis bruta por ciclo	8102,2	m3/ciclo
7.18.	Caudal por turno	96,45	m3/hora
7.19.	<b>Caudal de diseño modular</b>	<b>26,79</b>	lt/s
7.20.	caudal característico real (ajustado a los turnos de riego y ciclo de riego)	<b>0,708</b>	lt/s/ha 12 HORAS
7.20.	caudal característico real (ajustado a los turnos de riego y ciclo de riego)	<b>0,35</b>	lt/s/ha 24 HORAS

Anexo I. Diseño parcelario



ANEXO J. TURNOS



## ANEXO K. ENCUESTAS

Fecha de la encuesta	Número de encuesta	Nombre de la comunidad	Número de módulo	Nombre del Informante (Nombre y apellido completo)	_id	_uid	_submit_on_time	_validatio_n_status	_notes	_status	_submitte_d_by	_tags	_index
2022-01-23	2	Chingazo	6	María Consolación Usca Paguay	253564362	a11031eb-	#####			submitted_espoch_srm1988			19
2022-01-23	2	Chingazo	6	Kleber Washington Parra Solórzano	253569704	4d68aa0f-	#####			submitted_espoch_srm1988			20
2022-01-23	2	Chingazo	6	Lucinda Arucema Paguay Becerra	253605283	84a14775-	#####			submitted_espoch_srm1988			102
2022-01-23	2	Chingazo	6	María Guadalupe Castañeda	253605284	77e14a3c-	#####			submitted_espoch_srm1988			103
2022-01-23	1	Chingazo	6	Cepeda Asqui Ana Lucía	253617296	45db32c4-	#####			submitted_espoch_srm1988			129
2022-01-23	1	Chingazo	6	Juana Narcisca Usca Usca	2536124429	114e7e32-	#####			submitted_espoch_srm1988			131
2022-01-23	1	Chingazo	6	Juana Narcisca Usca Usca	253358653	003a5a06-	#####			submitted_espoch_srm1988			236
2022-01-29	1	Chingazo	6	Nelly Cecilia Paguay Usca	255786683	3aad3ca2-	#####			submitted_espoch_srm1988			239
2022-01-29	2	Chingazo	6	María Consolación Usca Paguay	255780087	1b7d46f1-	#####			submitted_espoch_srm1988			240
2022-01-29	3	Chingazo	6	Jorge Luis Paguay Usca	255786695	3bd9657c-	#####			submitted_espoch_srm1988			241
2022-01-29	5	Chingazo	6	Ana Lucía Cepeda Asqui	255786092	8caa5ec4-	#####			submitted_espoch_srm1988			242
2022-01-30	1	Chingazo	6	Monica Alejandra Chavez Guerrero	255780087	047912cf-	#####			submitted_espoch_srm1988			243
2022-01-29	1	Chingazo	6	Angel Bolívar Vizuete Asqui	255816553	b48937f3-	#####			submitted_espoch_srm1988			244
2022-01-29	2	Chingazo	6	Luis Alfonso Cepeda Vargas	255816554	45d3475-	#####			submitted_espoch_srm1988			245
2022-01-29	3	Chingazo	6	María Gloria Asqui	255810560	6c5b454b-	#####			submitted_espoch_srm1988			246
2022-02-27	1	Chingazo	6	Cruz Elina Erazo Samaniego	260945866	f8431108-	#####			submitted_espoch_srm1988			270
2022-02-27	5	Chingazo	6	Segundo Mariano Píco Quipiño	265945870	67a2e108-	#####			submitted_espoch_srm1988			274
2022-02-27	7	Chingazo	6	Luis Alfonso Píco Píco	260945871	5e1eb94b-	#####			submitted_espoch_srm1988			275
2022-02-27	8	Chingazo	6	Segundo Virgilio Usca Llango	265945872	4a407c17-	#####			submitted_espoch_srm1988			276
2022-02-27	9	Chingazo	6	Antonio Paguay	260945873	70e43d63-	#####			submitted_espoch_srm1988			277
2022-02-27	11	Chingazo	6	Pablo Píco Orozco	260945874	70fbac41-	#####			submitted_espoch_srm1988			279
2022-02-27	13	Chingazo	6	María Guadalupe Llango Castañeda	265945875	81539feb-	#####			submitted_espoch_srm1988			281
2022-02-27	3	Chingazo	6	Segundo Francisco Paguay Píco	260180742	4411e5fd-	#####			submitted_espoch_srm1988			284
2022-02-27	6	Chingazo	6	Cristóbal Llango Arevalo	266180766	13575b46-	#####			submitted_espoch_srm1988			287
2022-02-27	7	Chingazo	6	Juan Manuel Llango Arevalo	266180773	674060cd-	#####			submitted_espoch_srm1988			288
2022-02-27	8	Chingazo	6	María Petrona Usca Llango	266180780	712c17c2-	#####			submitted_espoch_srm1988			289
2022-02-27	11	Chingazo	6	Juan Guaman Usca	266180808	de04e46-	#####			submitted_espoch_srm1988			292

## ANEXO L. ESTUDIO ECONÓMICO-FINANCIERO

Flujo del proyecto	Años										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos Agrícolas		33.689,50	101.068,51	134.758,01	134.758,01	134.758,01	134.758,01	134.758,01	134.758,01	134.758,01	134.758,01
Egresos Agrícolas		(15.360,94)	(46.082,81)	(61.443,75)	(61.443,75)	(61.443,75)	(61.443,75)	(61.443,75)	(61.443,75)	(61.443,75)	(61.443,75)
Depreciación obra civil		21.124	21.124	21.124	21.124	21.124	21.124	21.124	21.124	21.124	21.124
Utilidad antes de impts.		39.453	76.110	94.439	94.439	94.439	94.439	94.439	94.439	94.439	94.439
Utilidad neta		39.453	76.110	94.439	94.439	94.439	94.439	94.439	94.439	94.439	94.439
Depreciación obra civil		(21.124)	(21.124)	(21.124)	(21.124)	(21.124)	(21.124)	(21.124)	(21.124)	(21.124)	(21.124)
Inversiones											
Infraestructura		(211.243,07)									
Préstamo											
Amortización			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Capital de trabajo											
Valor de desecho											147.870,15
<b>Flujo del proyecto</b>		(211.243)	18.329	54.886	73.314	73.314	73.314	73.314	73.314	73.314	73.314
TIR		20,28%									
VAN		\$186.503									
		90									
Costo/ha		5581,968137									
Costo/flia		1920,391545									

	Años										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos Agrícolas		33.689,50	101.068,51	134.758,01	134.758,01	134.758,01	134.758,01	134.758,01	134.758,01	134.758,01	134.758,01
Total Ingresos		33.689,50	101.068,51	134.758,01	134.758,01	134.758,01	134.758,01	134.758,01	134.758,01	134.758,01	134.758,01
Egresos Agrícolas		(15.361)	(46.083)	(61.444)	(61.444)	(61.444)	(61.444)	(61.444)	(61.444)	(61.444)	(61.444)
Total Egresos		(15.361)	(46.083)	(61.444)	(61.444)	(61.444)	(61.444)	(61.444)	(61.444)	(61.444)	(61.444)
Inversión		(211.243)									

Tasa de descuento	12,00%
VNA ingresos	644.316,00
VNA egresos	-293.779,87
VNA egresos + inversión	-305.522,94
B/C	1,28

	Periodo de Retorno de la Inversión										
	Años										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Flujo de caja		18.328,56	54.985,69	73.314,26	73.314,26	73.314,26	73.314,26	73.314,26	73.314,26	73.314,26	221.184,41
factor de descuento		1,12	1,25	1,40	1,57	1,76	1,97	2,21	2,48	2,77	3,11
Flujo descontado (12%)		16.364,79	43.834,26	52.183,64	46.592,54	41.600,48	37.143,29	33.163,65	29.610,40	26.437,86	71.215,46
Flujo descontado acum		16.364,79	60.199,05	112.382,69	158.975,21	200.575,71	237.718,99	270.882,64	300.493,04	326.930,90	398.146,36

Inversión	211.243
Costo recuperado	200.375,71
Saldo costo	10.867,36
Flujo siguiente	237.718,99
índice CPR/FS	0,045
PRI-años	5,045

ANEXO M. PRESUPUESTO

TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS

<i>Nc</i>	<i>Rubro / Descripción</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio unitario</i>	<i>Precio global</i>
	<b>MODULO 6</b>				
	<b>PRELIMINARES</b>				
	Trazo y replanteo de líneas de tubería, ubicación de válvulas, reguladores de presión, filtros, parantes de aspersores	KM	55,47	80,16	4.446,48
	Excavación de zanja con equipo en suelo sin clasificar, incluye rasanteo de piso. 0.80mx0.40m.	M3	17.750,72	2,15	38.164,05
	<b>CABALLETE</b>				
	Suministro, Instalación y Prueba de CODD PVC INY EC 32mm X 90° PG	U	36,00	1,25	45,00
	Suministro, Instalación y Prueba de Tubería PVC EC 32 mm x 0.80Mpa	M	9,00	1,25	11,25
	Suministro, Instalación y Prueba de Válvula Plasson 1"	U	9,00	38,44	345,96
	Suministro, Instalación y Prueba de Válvula Reguladora en línea 32 mm 1.4 bar	U	9,00	23,48	211,32
	Suministro, Instalación y Prueba de CODD PVC INY EC 50mm X 90° PG	U	1.048,00	1,83	1.917,84
	Suministro, Instalación y Prueba de Tubería PVC EC 50 mm x 0.80Mpa	M	262,00	1,91	500,42
	Suministro, Instalación y Prueba de Válvula Plasson 1 1/2"	U	262,00	64,15	16.807,30
	Suministro, Instalación y Prueba de Válvula Reguladora en línea 50 mm 1.4 bar	U	262,00	57,99	15.193,38
	Suministro, Instalación y Prueba de CODD PVC INY EC 63mm X 90° PG	U	104,00	3,01	313,04
	Suministro, Instalación y Prueba de Tubería PVC EC 63 mm x 0.80Mpa	M	26,00	3,24	84,24
	Suministro, Instalación y Prueba de Válvula Plasson 2"	U	26,00	82,50	2.145,00
	Suministro, Instalación y Prueba de Válvula Reguladora en línea 63 mm 1.4 bar	U	26,00	138,51	3.601,26
	<b>TUBERÍA</b>				
	Suministro, Instalación y Prueba de Tubería PVC EC 25 mm x1.25Mpa	U	49.491,00	0,84	41.572,44
	Suministro, Instalación y Prueba de Tubería PVC EC 32 mm x0.8Mpa	U	2.520,00	1,25	3.150,00
	Suministro, Instalación y Prueba de Tubería PVC EC 40 mm x 0.80Mpa	U	2.037,00	1,57	3.198,09
	Suministro, Instalación y Prueba de Tubería PVC EC 50 mm x 0.80Mpa	U	1.045,00	1,91	1.995,95
	Suministro, Instalación y Prueba de Tubería PVC EC 63 mm x 0.63Mpa	U	378,00	3,05	1.152,90

<b>TEE RED</b>					
Suministro, Instalación y Prueba de TEE RED PVC ENSAMBLADA EC 63 A 25mm	U	161,00	4,21	677,81	
Suministro, Instalación y Prueba de TEE RED PVC INY EC 32 A 25mm PG	U	753,00	1,77	1.332,81	
Suministro, Instalación y Prueba de TEE RED PVC INY EC 40 A 25mm PG	U	788,00	2,51	1.977,88	
Suministro, Instalación y Prueba de TEE RED PVC INY EC 50 A 25mm PG	U	396,00	2,72	1.077,12	
<b>TEE</b>					
Suministro, Instalación y Prueba de TEE PVC INY EC 25mm PG	U	573,00	1,25	716,25	
Suministro, Instalación y Prueba de TEE PVC INY EC 32mm PG	U	27,00	1,68	45,36	
Suministro, Instalación y Prueba de TEE PVC INY EC 40mm	U	3,00	2,03	6,09	
Suministro, Instalación y Prueba de TEE PVC INY EC 50mm	U	2,00	2,09	4,18	
Suministro, Instalación y Prueba de TEE PVC INY EC 63mm	U	1,00	3,59	3,59	
<b>BUJE</b>					
Suministro, Instalación y Prueba de RED PVC INT LARGO EC 63 A 25mm	U	1,00	4,40	4,40	
Suministro, Instalación y Prueba de RED PVC INY LARGO CC 50 A 25mm	U	17,00	2,68	45,56	
Suministro, Instalación y Prueba de RED PVC INY LARGO CC 50 A 32mm	U	38,00	1,53	58,14	
Suministro, Instalación y Prueba de RED PVC INY LARGO CC 40 A 25mm	U	17,00	1,57	26,69	
Suministro, Instalación y Prueba de RED PVC INY LARGO CC 50 A 40mm	U	245,00	2,36	578,20	
Suministro, Instalación y Prueba de RED PVC INY BUJE EC 32 A 25mm PG	U	299,00	1,85	553,15	
Suministro, Instalación y Prueba de RED PVC INY BUJE EC 40 A 32mm PG	U	232,00	2,54	589,28	
Suministro, Instalación y Prueba de RED PVC INY BUJE EC 63 A 50mm	U	26,00	2,68	69,68	
<b>CODO</b>					
Suministro, Instalación y Prueba de CODO PVC INY EC 25mm X 90° PG	U	48,00	0,88	42,24	
Suministro, Instalación y Prueba de CODO PVC INY EC 32mm X 90° PG	U	19,00	1,25	23,75	
Suministro, Instalación y Prueba de CODO PVC INY EC 40mm X 90° PG	U	3,00	0,94	2,82	
Suministro, Instalación y Prueba de CODO PVC INY EC 50mm X 90° PG	U	2,00	1,68	3,36	
<b>ASPELADOR</b>					
Suministro, Instalación y Prueba de TEE RED PVC INY EC 25 A 20mm PG	U	6.270,00	1,27	7.962,90	
Suministro, Instalación y Prueba de CODO PVC INY EC 25mm X 90° PG	U	3.014,00	1,07	3.224,98	
Suministro, Instalación y Prueba de RED PVC INY BUJE EC 25 A 20mm PG	U	3.014,00	1,57	4.731,98	
Suministro, Instalación y Prueba de Tubería PVC EC 20 mm x0.8Mpa	U	9.282,00	1,14	10.581,48	
Suministro, Instalación y Prueba de ADAPTADOR HEMBRA de 20mm x 1/2"	U	9.282,00	0,79	7.332,78	
Suministro, Instalación y Prueba de minisapensor de 1/2"	U	9.282,00	3,74	34.714,68	
<b>TOTAL:</b>				<b>211.243,07</b>	

**SON :** DOSCIENTOS ONCE MIL DOSCIENTOS CUARENTA Y TRES DOLARES, 07/100 CENTAVOS