



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

**Diseño agronómico e hidráulico del sistema de riego parcelario del
Proyecto Chambo-Guano, Fase II, para el Módulo 4 en la
comunidad Chingazos, cantón Guano**

JORGE GUILLERMO NÚÑEZ RAZA

**Trabajo de Titulación 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

NOVIEMBRE 2023

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Jorge Guillermo Núñez Raza, declaro que este proyecto de tesis es de mi autoría y que los resultados de este son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citadas y referenciadas. Por lo tanto, como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Titulación de Maestría.



Firmado electrónicamente por:
**JORGE GUILLERMO
NUNEZ RAZA**

JORGE GUILLERMO NÚÑEZ RAZA

C.I.: 1803433976

© 2023, Ing. Jorge Guillermo Núñez Raza

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 DEL TRABAJO DE TITULACIÓN CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Titulación modalidad Tesis, titulado **Diseño agronómico e hidráulico del sistema de riego parcelario del Proyecto Chambo-Guano, Fase II, para el Módulo 4 en la comunidad Chingazos, cantón Guano**, de responsabilidad del señor Jorge Guillermo Núñez Raza 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.

Ing. Rosa del Pilar Castro Gómez, Ph.D.
PRESIDENTA



Firmado electrónicamente por:
ROSA DEL PILAR
CASTRO GOMEZ

Ing. Alfonso Leonel Suárez Tapia, Ph.D.
TUTOR



Firmado electrónicamente por:
ALFONSO LEONEL
SUAREZ TAPIA

Ing. Andrea Damaris Hernández Allauca, Mgtr.
MIEMBRO



Firmado electrónicamente por:
ANDREA DAMARIS
HERNANDEZ ALLAUCA

Ing. Daniel Arturo Román Robalino, Mgtr.
MIEMBRO



Firmado electrónicamente por:
DANIEL ARTURO ROMAN
ROBALINO

Riobamba, noviembre 2023

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación le dedico a toda mi familia, quienes fueron coautores para este logro, de manera especial a mi abuelita Lolita y mi tío Jorge que desde el cielo me están mirando.

Jorge Guillermo Núñez Raza

AGRADECIMIENTO

A mi madre Isabel y mi padre Guillermo por siempre estar pendientes de los pormenores de todo mi proceso formativo.

A mi hermano Juan José por ser parte de este objetivo y de igual manera a mi tío Jorge, Angelita y Gualberto. A mi novia Marielita por ser un pilar fundamental en este logro.

A mis tutores y demás docentes quienes compartieron sus conocimientos de manera desinteresada.

A mis compañeros por ser parte del día a día en el desarrollo del proyecto.

A los agricultores del sector Los Chingazos por su apertura a la localidad y gentileza, cualidades que fueron un aliciente al momento de trabajar en campo.

Jorge Guillermo Núñez Raza

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	xvi
SUMMARY	xvii

CAPÍTULO I

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1	Planteamiento del problema	1
1.2	Situación actual del problema	1
1.3	Formulación del problema.....	3
1.4	Preguntas directrices o específicas de la investigación	4
1.5	Justificación	4
1.6	Objetivo general	4
1.7	Objetivos específicos.....	4
1.8	Hipótesis.....	5
1.8.1	<i>Hipótesis general</i>	5
1.8.1.1	<i>Hipótesis específica</i>	5

CAPÍTULO II

2.	MARCO TEÓRICO.....	6
2.1	Antecedentes del problema	6
2.1.1	<i>Gobernanza de agua</i>	6
2.1.2	<i>Acceso al agua</i>	6
2.2	Base teórica	7
2.2.1	<i>El Agua y su importancia en la agricultura</i>	7
2.2.2	<i>Sistemas de riego</i>	7
2.2.3	<i>Métodos de riego</i>	7
2.2.3.1	<i>Riego por inundación</i>	8
2.2.3.2	<i>Riego por aspersión</i>	8
2.2.3.3	<i>Riego por goteo</i>	8
2.3	Marco conceptual	8
2.3.1	<i>Estudios base</i>	8
2.3.2	<i>Estudios complementarios</i>	9
2.3.3	<i>Diseño agronómico</i>	9

2.3.4	<i>Estudio social</i>	10
2.3.5	<i>Estudio agroeconómico</i>	10
2.3.6	<i>Estudio financiero</i>	10
2.3.7	<i>Diseño hidráulico de la infraestructura principal</i>	11
2.3.8	<i>Diseño hidráulico de red parcelaria</i>	11
2.3.9	<i>Presupuesto</i>	12
2.3.10	<i>Especificaciones técnicas</i>	12
2.4	Identificación de variables	12
2.5	Operacionalización de variables	14
2.6	Matriz de consistencia	20

CAPÍTULO III

3.	METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	25
3.1	Tipo y diseño de investigación	25
3.2	Métodos de investigación	26
3.3	Enfoque de la investigación	26
3.4	Alcance de la investigación	26
3.5	Población de estudio	26
3.6	Unidad de análisis	26
3.7	Selección de la muestra	26
3.8	Tamaño de la muestra	27
3.9	Diseño del experimento	27
3.10	Técnicas de recolección de datos primarias y secundarias	27
3.10.1	<i>Estudios base</i>	27
3.10.1.1	<i>Levantamiento topográfico</i>	27
3.10.1.2	<i>Actualización y validación de catastro</i>	28
3.10.1.3	<i>Sectorización</i>	28
3.10.1.4	<i>Análisis de los derechos de agua</i>	28
3.10.2	<i>Estudios complementarios</i>	29
3.10.2.1	<i>Aforos</i>	29
3.10.2.2	<i>Ensayo SPT (Standard Penetration Test) y Triaxial</i>	29
3.10.2.3	<i>Análisis de agua</i>	29
3.10.2.4	<i>Análisis químico del suelo</i>	29
3.10.3	<i>Diseño agronómico</i>	30
3.10.3.1	<i>Patrón de cultivos</i>	30
3.10.3.2	<i>Láminas netas</i>	31

3.10.3.2.1 Capacidad de campo (CC) y Punto de Marchitez Permanente (PMP).....	31
3.10.3.2.2 Densidad aparente	32
3.10.3.2.3 Agua disponible.....	32
3.10.3.2.4 Lámina de agua aprovechable.....	33
3.10.3.2.5 Lámina neta.....	33
3.10.3.2.6 Lámina bruta.....	33
3.10.3.3 Infiltración	34
3.10.3.4 Necesidades totales	35
3.10.3.4.1 Cédula de cultivos	35
3.10.3.4.2 Precipitación	35
3.10.3.4.3 Evapotranspiración de referencia (Eto).....	36
3.10.3.4.4 Balance hídrico	36
3.10.3.4.5 Coeficiente de cultivo (Kc)	36
3.10.3.4.6 Evapotranspiración del cultivo (Etc).....	36
3.10.3.4.7 Necesidad neta	37
3.10.3.4.8 Necesidad total.....	37
3.10.3.5 Método de riego, tipo de material y emisor.....	37
3.10.4 Estudio social.....	38
3.10.5 Estudio agroeconómico	39
3.10.6 Estudio financiero	40
3.10.7 Diseño hidráulico de infraestructura principal	40
3.10.7.1 Diseño estructural.....	40
3.10.7.2 Diseño de reservorio	40
3.10.7.3 Diseño de obras de arte.....	40
3.10.7.4 Diseño de válvulas	41
3.10.8 Diseño hidráulico de red parcelaria.....	41
3.10.8.1 Turnados de riego	41
3.10.9 Presupuesto y especificaciones técnicas.....	42
3.10.9.1 Cálculo de volúmenes de obra.....	42
3.10.9.2 Análisis de precios unitarios	42
3.10.9.3 Presupuesto general.....	42
3.10.9.4 Especificaciones técnicas	42
3.11 Instrumentos para procesar datos recopilados	42

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	44
--	-----------

4.1	Estudios base.....	44
4.1.1.	<i>Levantamiento topográfico.....</i>	44
4.1.2.	<i>Actualización y validación de catastro</i>	45
4.1.3.	<i>Sectorización.....</i>	45
4.1.4.	<i>Análisis de los derechos de agua.....</i>	46
4.2	Estudios complementarios	47
4.2.1.	<i>Aforos</i>	47
4.2.2.	<i>Ensayo SPT (Standard Penetration Test) y Triaxial</i>	47
4.2.3.	<i>Análisis de agua.....</i>	48
4.2.3.	<i>Análisis químico de suelos</i>	48
4.3	Diseño Agronómico	48
4.3.1.	<i>Patrón de cultivos</i>	48
4.3.2.	<i>Láminas netas.....</i>	49
4.3.2.1	<i>Capacidad de Campo (CC) y Punto de Marchitez Permanente (PMP).....</i>	49
4.3.2.2	<i>Densidad aparente</i>	49
4.3.2.3	<i>Agua disponible.....</i>	50
4.3.2.4	<i>Lámina de agua aprovechable (LAA).....</i>	50
4.3.2.5	<i>Lámina neta (LN).....</i>	51
4.3.2.6	<i>Lámina bruta (LB).....</i>	51
4.3.3.	<i>Infiltración.....</i>	52
4.3.4.	<i>Necesidades totales</i>	54
4.3.4.1	<i>Cédula de cultivos</i>	54
4.3.4.2	<i>Precipitación</i>	54
4.3.4.3	<i>Precipitación</i>	56
4.3.4.4	<i>Balace hídrico</i>	56
4.3.4.5	<i>Coeficiente de cultivo (Kc).....</i>	58
4.3.4.6	<i>Evapotranspiración de cultivo (ETc).....</i>	58
4.3.4.7	<i>Necesidad neta (Nn).....</i>	58
4.3.4.7	<i>Necesidad total (Nt).....</i>	59
4.3.5.	<i>Método de riego, tipo de material y emisor</i>	59
4.3.5.1	<i>Zona agroecológica.....</i>	59
4.3.5.2	<i>Emisor.....</i>	60
4.3.5.3	<i>Tipo de material</i>	62
4.4	Estudio social	62
4.4.1.	<i>Población</i>	63
4.4.2.	<i>Principales actividades económicas y fuentes de ingreso familiar</i>	63
4.4.3.	<i>Migración</i>	65

4.4.4.	<i>Hábitat y Vivienda</i>	65
4.4.5.	<i>Servicios básicos</i>	66
4.5	Estudio agroeconómico	66
4.5.1.	<i>Sistema de producción agrícola sin proyecto</i>	66
4.5.1.1	<i>Cédula de cultivos sin proyecto</i>	66
4.5.1.2	<i>Productividad y producción sin proyecto</i>	67
4.5.1.3	<i>Costos de producción agrícola sin proyecto</i>	67
4.5.1.4	<i>Utilidad agrícola bruta y neta sin proyecto</i>	68
4.5.2.	<i>Sistema de producción agrícola con proyecto</i>	68
4.5.2.1	<i>Cédula de cultivos con proyecto</i>	68
4.5.2.2	<i>Productividad y producción con proyecto</i>	69
4.5.2.3	<i>Costos de producción agrícola con proyecto</i>	69
4.5.2.4	<i>Utilidad agrícola bruta y neta con proyecto</i>	70
4.6	Estudio financiero	70
4.7	Diseño hidráulico de infraestructura principal	74
4.7.1.	<i>Diseño de reservorio</i>	74
4.7.2.	<i>Diseño de red de tuberías</i>	74
4.7.3.	<i>Diseño de obras de arte</i>	75
4.7.4.	<i>Diseño de válvulas</i>	75
4.8	Diseño hidráulico de red parcelaria	75
4.8.1.	<i>Turnados</i>	77
4.9	Presupuesto y especificaciones técnicas	77

CAPÍTULO V

5.	PROPUESTA	79
-----------	------------------------	-----------

	CONCLUSIONES	80
--	---------------------------	-----------

	RECOMENDACIONES	81
--	------------------------------	-----------

GLOSARIO

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2: Variables dependientes	12
Tabla 2-2: Variables independientes	13
Tabla 3-2: Operacionalización de variables dependientes	14
Tabla 4-2: Operacionalización de variables independientes	20
Tabla 5-2: Matriz de consistencia variables dependientes	20
Tabla 6-2: Matriz de consistencia variables independientes	24
Tabla 1-3: Zonas de muestreo del módulo 4	30
Tabla 2-3: Zonas de muestreo del módulo 4	35
Tabla 3-3: Instrumentos para procesar los datos recopilados	42
Tabla 1-4: Catastro del módulo 4	45
Tabla 2-4: Capacidad admisible del suelo y ángulo de fricción a diferentes niveles de cimentación.....	47
Tabla 3-4: Densidad aparente del módulo 4	50
Tabla 4-4: Densidad aparente del módulo 4	50
Tabla 5-4: Enraizamiento de los cultivos del módulo 4	50
Tabla 6-4: Eficiencia del método de riego del módulo 4.....	51
Tabla 7-4: Lámina bruta del módulo 4	52
Tabla 8-4: Cédula de cultivos del módulo 4.....	54
Tabla 9-4: Precipitación real y efectiva (60%) estación Pungales (M0243), Riobamba Aeropuerto (M0057) e Interpolación IDW	55
Tabla 10-4: Evapotranspiración (ETo) de la estación Pungales (M0243), Riobamba-Aeropuerto (M0057) e Interpolación con método IDW	56
Tabla 11-4: Balance hídrico cultivo transitorio (maíz).....	57
Tabla 12-4: Balance hídrico cultivo perenne (fresa).....	57
Tabla 13-4: Coeficiente de cultivo (Kc) del módulo 4.	58
Tabla 14-4: Evapotranspiración del cultivo (ETc) del módulo 4.....	58
Tabla 15-4: Necesidad Neta (Nn) del módulo 4.	59
Tabla 16-4: Características del emisor	61
Tabla 17-4: Productividad y producción sin proyecto del módulo 4.	67
Tabla 18-4: Costos de producción sin proyecto del módulo 4.....	67
Tabla 19-4: Utilidad agrícola bruta y neta sin proyecto del módulo 4.....	68
Tabla 20-4: Cédula de cultivos con proyecto del módulo 4.	69
Tabla 21-4: Productividad y producción con proyecto del módulo 4.	69
Tabla 22-4: Costos de producción con proyecto del módulo 4.....	70

Tabla 23-4: Utilidad agrícola bruta y neta con proyecto del módulo 4.....	70
Tabla 24-4: Depreciación de los componentes del sistema	71
Tabla 25-4: Tabla de amortización alemana.....	71
Tabla 26-4: Indicadores financieros del módulo 4.	73
Tabla 27-4: Tenencia de tierra módulo 4.....	76
Tabla 28-4: Diámetro de hidrante, caudales, aspersores y superficie bajo riego	77
Tabla 29-4: Número de bloques de riego en relación a la superficie	77
Tabla 30-4: Presupuesto del módulo 4	78

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3: Mapa de ubicación.....	25
Gráfico 2-3: Zonas de estudio y puntos de toma de muestras.....	30
Gráfico 3-3: Metodología de (CC) y (PMP).....	31
Gráfico 4-3: Metodología densidad aparente	32
Gráfico 5-3: Proceso para la obtención de datos de infiltración.....	34
Gráfico 6-3: Levantamiento de encuestas	38
Gráfico 7-3: Levantamiento de información agroeconómica	39
Gráfico 1-4: Levantamiento topográfico proyecto Los Chingazos.....	44
Gráfico 2-4: Sectorización del proyecto de riego Los Chingazos.....	46
Gráfico 3-4: Patrón de cultivos del módulo 4.....	49
Gráfico 4-4: Curva de velocidad de infiltración del módulo 4.....	53
Gráfico 5-4: Precipitación efectiva al 60% de probabilidad	55
Gráfico 6-4: Zonas agroecológicas del módulo 4.....	60
Gráfico 7-4: Miniwobbler-boquilla #6.....	61
Gráfico 8-4: Simulación del miniwobbler a 6 x 6 m	62
Gráfico 9-4: Grupo etéreo del módulo 4	63
Gráfico 10-4: Relación de dependencia laboral del módulo 4.....	64
Gráfico 11-4: Salarios de la población del módulo 4	65
Gráfico 12-4: Sitio de implantación del reservorio de Chingazo Alto.....	74
Gráfico 13-4: Diseño múltiple en lindero y espina de pescado	76

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: TOPOGRAFÍA

ANEXO B: CATASTRO

ANEXO C: SECTORIZACIÓN

ANEXO D: PLANOS CAUDALES

ANEXO E: STANDARD PENETRATION TEST

ANEXO F: ANÁLISIS DE AGUAS

ANEXO G: ANÁLISIS QUÍMICO DE SUELOS

ANEXO H: CÁLCULO DE LÁMINA BRUTA

ANEXO I: CÁLCULO DE INFILTRACIÓN

ANEXO J: CÁLCULO DE EVAPOTRANSPIRACIÓN Y PRECIPITACIÓN

ANEXO K: CÁLCULO DE NECESIDADES TOTALES

ANEXO L: DISEÑO AGRONÓMICO DEL EMISOR

ANEXO M: SISTEMATIZACIÓN DE ENCUESTAS

ANEXO N: ESTUDIO AGROECONÓMICO Y FINANCIERO

ANEXO O: DISEÑO DE RESERVORIO

ANEXO P: RED DE CONDUCCIONES PRINCIPALES

ANEXO Q: DISEÑO DE OBRAS DE ARTE

ANEXO R: DISEÑO DE VÁLVULAS

ANEXO S: RED PARCELARIA

ANEXO T: MATRIZ DE TURNADOS

ANEXO U: PRESUPUESTO

ANEXO V: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue elaborar el diseño agronómico e hidráulico de riego tecnificado en el módulo 4 en Chingazo Alto. El proyecto se encuentra ubicado en Latitud: 1°37'7" S y Longitud: 78°34'39" O, presenta 38.44 ha brutas con 35.54 ha netas. La propuesta fue elaborar: Estudios base, Estudios complementarios, Diseño agronómico, Estudio social, Estudio agroeconómico, Estudio financiero, Diseño hidráulico, Presupuesto y Especificaciones técnicas. La topografía fue trascendental para desarrollar los planteamientos hidráulicos, la necesidad hídrica fue 3.02 mm día⁻¹, los suelos fueron arenosos franco que permitieron tener una lámina bruta de 22.10 mm y una velocidad de infiltración promedio de 87.25 mm h⁻¹. El emisor propuesto fue un miniaspersor de 0.07 L s⁻¹, cuyo tiempo de operación fue de 3 horas cada 7 días. Los cultivos fueron: maíz, fresa, alfalfa, limón, mora y tuna. Para los diseños hidráulicos se sectorizó en 12 módulos, el caudal para el módulo 4 fue de 34.10 L s⁻¹, en este sentido los riegos se realizarán en el día con 12 horas de operación del sistema. El estudio social se elaboró para las condiciones de las 86 familias, en donde se confirmó que la agricultura no representa una actividad económica que genere recursos y los servicios básicos carecen de atención. Se concluye que la zona de estudio es apta para un proyecto de riego con la propuesta de implementar limón para generar recursos con la tecnificación, es así que, se espera un incremento en el ingreso familiar de US\$ 411 a US\$ 1544 anuales. Además, los indicadores financieros fueron: Tasa Interna de Retorno (TIR) 19.38%, Valor Actual Neto (VAN) 155471, Beneficio/Costo (B/C) 1.26 y Período de Retorno de la Inversión (PRI) 8.04 años. El presupuesto total fue de US\$ 515895.67 con inversiones por familia de US\$ 5998.79 y por hectárea de US\$ 14515.92

Palabras clave: <RIEGO TECNIFICADO>, <AGRONÓMICO>, <HIDRÁULICO>, <ESTUDIO SOCIAL>, <INDICADORES FINANCIEROS>.



Firmado electrónicamente por:
LUIS ALBERTO
CAMINOS VARGAS



0112-DBRA-UPT-IPEC-2023

26-09-2023

SUMMARY

The objective of this work was to elaborate the agronomic and hydraulic design of technified irrigation in module 4 in Chingazo Alto. The project is located at Latitude: 1°37'7" S and Longitude: 78°34'39" W, it has 38.44 gross hectares with 35.54 net hectares. The proposal was to elaborate: Base studies, Complementary studies, Agronomic design, Social study, Agroeconomic study, Financial study, Hydraulic design, Budget and Technical specifications. The topography was transcendental to develop the hydraulic approaches, the water requirement was 3.02 mm day⁻¹, the soils were sandy loam that allowed to have a gross lamina of 22.10 mm and an average infiltration rate of 87.25 mm h⁻¹. The proposed emitter was a mini-sprinkler of 0.07 L s⁻¹, whose operating time was 3 hours every 7 days. The crops were: corn, strawberry, alfalfa, lemon, blackberry and prickly pear. The hydraulic designs were sectorized in 12 modules, the flow rate for module 4 was 34.10 L s⁻¹, in this sense, irrigation will be carried out during the day with 12 hours of system operation. The social study was prepared for the conditions of the 86 families, where it was confirmed that agriculture does not represent an economic activity that generates resources and basic services lack attention. It is concluded that the study area is suitable for an irrigation project with the proposal to implement lemons to generate resources with technification, thus, an increase in family income from US\$ 411 to US\$ 1544 per year is expected. In addition, the financial indicators were: Internal Rate of Return (IRR) 19.38%, Net Present Value (NPV) 155471, Benefit/Cost (B/C) 1.26 and Payback Period (PRI) 8.04 years. The total budget was US\$ 515895.67 with investments per family of US\$ 5998.79 and per hectare of US\$ 14515.92.

Key words: <TECHNICAL FARM>, <AGRONOMIC>, <HYDRAULIC>, <SOCIAL STUDY>, <FINANCIAL INDICATORS>.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

El presente proyecto se enfoca a solucionar la problemática de falta de diseños de riego tecnificado para el módulo 4 del sector Chingazo Alto, en este sentido, se plantea desarrollar un diseño agronómico e hidráulico como herramientas de gestión para los directivos de la Junta de Riego y de esta manera puedan acceder a un presupuesto que les permita implementar lo diseñado.

Además, el presente diseño a manera general presenta las siguientes variables: a) Estudios base, b) Estudios complementarios, c) Diseño agronómico, d) Estudio social, e) Estudio agroeconómico, f) Estudio financiero, g) Diseño hidráulico, h) Presupuesto, y i) Especificaciones técnicas. Cabe mencionar que, este proyecto se desarrolló en la provincia de Chimborazo, cantón Guano, sector Chingazo Alto.

1.1 Planteamiento del problema

En la zona de los Chingazos es evidente la falta de diseños de sistemas de riego para una gestión eficiente del agua, el acceso al recurso es la limitante principal para esta problemática; lo que conlleva a la localidad a tener: Agricultura supeditada al secano, baja productividad de los cultivos, compra de agua por tanqueros, alto grado de migración, campos y terrenos abandonados e improductivos, bajos ingresos económicos de las familias y aumento de la pobreza en la zona.

1.2 Situación actual del problema

El acceso al agua es una problemática mundial y que se percibe con mayor impacto en las zonas rurales donde la falta de este líquido imposibilita la producción agropecuaria. En vista de ello, incluso se presentan conflictos prolongados de tipo socioeconómico. Por ejemplo, en Israel las grandes exportadoras agrícolas privan de agua a los territorios palestinos, lo cual genera pobreza de territorio (Peña, 2011, p.45). En cambio, en el norte y centro de México las grandes exportadoras de hortalizas acaparan el agua de riego, pero los pequeños productores tienen limitado acceso de esta y deben enfrentar disputas inequitativas de poder (Zeitoun, 2009, p.45).

Con respecto al Ecuador, el agua dulce está destinada al consumo humano, actividades industriales y riego, y en este último se han presentado disputas por fuentes de agua de riego para la agricultura. Por ejemplo, en el canal de riego Tabacundo las concesiones de las florícolas son abundantes; sin embargo, la acumulación de recurso y la expansión de estos sistemas productivos

generan una lucha social entre las empresas y las comunidades campesinas por el acceso al agua (Zapata, 2013, p.173).

En Ecuador el 70% del agua dulce que se utiliza para actividades humanas corresponde al uso en irrigación, pero su uso es ineficiente (Hidalgo, 2018, p.214). Al respecto se menciona que, en el Ecuador existen 1528474 ha de infraestructura para riego presentes en sistemas públicos, comunitarios y privados, sin embargo, el área efectiva de irrigación es de 977074 ha, lo que explica que existe una eficiencia del 64%; este porcentaje tiene influencia directa por los métodos que se aplican (Secretaría del Agua, 2019, p.10). En el caso de riego en el Ecuador, según Cadena (2017, p.100), el riego por presurización alcanza un promedio del 80% y bajo inundación un 35%.

En cuanto a la comunidad de Los Chingazos, la problemática del sector se define por la falta de diseños de sistemas de riego y el proyecto actual abarca una superficie de 491 ha divididas en Chingazo Alto y Bajo. La falta histórica de un sistema de riego ha producido condiciones de pobreza, con un ingreso mensual de solo US\$ 312 por habitante, que es menor al sueldo básico de Ecuador (MAG, 2020, p.08). Esto genera hasta la actualidad una alta tasa migratoria en la zona y los que permanecen en la localidad deben comprar agua a través de tanqueros y en volúmenes mínimos para cubrir las necesidades básicas.

La comunidad de Los Chingazos se localiza en el cantón Guano (Latitud: 1°37'7" S; Longitud: 78°34' 9" O) tiene 2873 habitantes (570 familias) (GAD Guano, 2019, p.10). La zona tiene una temperatura anual media de 13°C y recibe poca precipitación (< 500 mm año-1); además, en ella se producen cultivos tolerantes a la sequía como maíz (*Zea mays L.*), tuna (*Opuntia ficus-indica*), alfalfa (*Medicago sativa*), mora (*Rubus glaucus*), limón (*Citrus lemon*) y fresa (*Fragaria vesca*), pero con niveles productivos bajos (GAD Guano, 2019, p.15).

Cabe indicar que la falta de agua ha limitado la gestión eficiente (gobernanza) de este recurso; incluso a pesar de que el acceso al agua de riego tiene una influencia directa con las voluntades políticas y asignaciones presupuestarias, pero los gobiernos de turno no cumplen con sus ofertas (GAD Guano, 2019, p.18). Es importante indicar también que, al no tener acceso directo o cercano a fuentes de agua, la comunidad no realizó gestiones por propia iniciativa para la instalación de sistemas de riego.

En el proyecto que se desarrolla en la actualidad en Los Chingazos hay un primer canal principal de hormigón revestido de 7.4 km que culmina en los reservorios de almacenamiento de agua; esto ya permite a la comunidad tener más cerca este recurso (MAG, 2020, p.12); sin embargo, hace falta diseñar e instalar las redes secundarias y terciarias que lleven agua a cada beneficiario. En tal sentido, el siguiente paso es proponer un diseño de riego tecnificado de estas redes – incluido el sistema de riego parcelario para cada usuario. Si se utilizara agua de forma directa a partir de este canal mediante el riego por gravedad o inundación, las pérdidas de agua e ineficiencias del sistema

serían altas (su eficiencia suele ser menor al 35%); sin embargo, al contar con un diseño adecuado, la eficiencia de aplicación puede incrementarse a 85% (riego por aspersión) o 95% (riego por goteo) (Calvache, 2012, p.75).

Según el GAD Tungurahua (2016, p.19), cuya labor es similar a la del GAD Chimborazo, la propuesta a desarrollarse es un proyecto de riego colectivo tecnificado, lo que permite ahorrar energía al aprovechar la diferencia de altura e irrigar toda una localidad con la utilización de reservorios comunitarios. La propuesta también se enmarca en dotar de un riego multi-flujo porque existen turnos simultáneos con caudales menores, intervalos cortos y tiempos de aplicación acorde a los emisores (goteo o aspersión) (GAD Tungurahua, 2016, p.20).

Por otro lado, resulta necesario trabajar en estos diseños porque es el primer paso para separar una brecha de inequidad socioeconómica. Según Hidalgo (2018, p.215), en el canal de riego Tabacundo la mayoría de los sistemas de producción campesinos e indígenas fueron privados del acceso al riego por la poca capacidad de ejercer poder en la distribución del recurso o su incapacidad de gestión. En el caso de Los Chingazos, el desarrollar un diseño agronómico e hidráulico del sistema de riego permite que los agricultores también desarrollen esa capacidad, porque al tener mayor disponibilidad de agua pueden proponer proyectos, desarrollar negocios e incluso encaminar su producción hacia la exportación de productos agrícolas.

Cuando se instalan sistemas de riego tecnificado en las comunidades, aparte de ayudar en el mejorar la producción agropecuaria, también se promueve la introducción de productos nuevos, de mayor rentabilidad, la agricultura sostenible, la generación de nuevos empleos y por consiguiente el mejoramiento del nivel económico de las familias. Por último, un beneficio ambiental que genera la tecnificación de riego es la optimización del recurso agua, porque evita pérdidas por conducción, escurrimiento y percolación durante el proceso de aplicación a nivel parcelario, y esto también reduce la pérdida de fertilizantes por lixiviación (Calvache, 2012, p.75).

1.3 Formulación del problema

El problema central se basa en la ausencia de diseños en la zona de estudio, en este sentido, la formulación del mismo se lo realiza con la siguiente pregunta. ¿Cómo elaborar un diseño agronómico e hidráulico para un sistema de riego parcelario en el proyecto Chambo Guano, Fase II, para el Módulo 4 en la comunidad Chingazos, cantón Guano?

1.4 Preguntas directrices o específicas de la investigación

- ¿Cuáles son los estudios base y complementarios para los diseños agronómicos e hidráulicos que se requieren para el Módulo 4 en la comunidad de Chingazo Alto?
- ¿Cómo elaborar un diseño agronómico e hidráulico de red principal y parcelario para el Módulo 4 en la comunidad de Chingazo Alto?
- ¿Qué ventajas tiene elaborar un estudio socio-agroeconómico, con enfoque en el sistema de riego, para para el Módulo 4 en la comunidad de Chingazo Alto?
- ¿Cómo obtener un presupuesto y especificaciones técnicas para el Módulo 4 en la comunidad de Chingazo Alto?

1.5 Justificación

Este trabajo se realiza para tener una herramienta de gestión hídrica que permita a la comunidad de Chingazo Alto acceder a una propuesta de proyecto, estimación de presupuesto e implementación de un sistema de riego colectivo que ayude a reducir las brechas de pobreza y mejorar sus ingresos con mayor productividad de los cultivos. Por otro lado, los beneficios ambientales se traducen en reducir la erosión de los suelos, lixiviación de nutrientes y optimizar el uso del agua.

1.6 Objetivo general

Elaborar el diseño agronómico e hidráulico del sistema de riego parcelario del proyecto Chambo-Guano, Fase II, para el Módulo 4 en la comunidad de Chingazo Alto, cantón Guano.

1.7 Objetivos específicos

- Preparar los estudios base y complementarios para los diseños agronómico e hidráulico.
- Construir los diseños agronómico e hidráulico como esquemas fundamentales de los estudios definitivos del Módulo 4.
- Elaborar un estudio social, agroeconómico y financiero para determinar los indicadores que establecerán la viabilidad y factibilidad del proyecto.
- Definir el presupuesto y especificaciones técnicas de los elementos del proyecto.

1.8 Hipótesis

1.8.1 Hipótesis general

Los diseños agronómico e hidráulico son elementos esenciales para la gestión de proyectos de riego tecnificado.

1.8.1.1 Hipótesis específica

Los diseños agronómico e hidráulico del módulo 4 son elementos esenciales para reducir las brechas de pobreza, mejorar la productividad de los cultivos y optimizar el recurso agua.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

Los diseños de riego tecnificado se basan en una metodología de desarrollo; por eso, los pilares principales para realizar un estudio de riego colectivo y tecnificado son el diseño agronómico e hidráulico (Hoogendam y Ríos, 2018, p.46). Sin embargo, para el caso de Los Chingazos la propuesta se basa en los siguientes componentes: a) Estudios base, b) Estudios complementarios, c) Diseño agronómico, d) Estudio social, e) Estudio agroeconómico, f) Estudio financiero, g) Diseño hidráulico, h) Presupuesto, y i) Especificaciones técnicas.

2.1 Antecedentes del problema

El problema central de esta investigación se basa en la falta de diseños en la zona de los Chingazos, ocasionado principalmente por la gobernanza y acceso al agua, bajo estas consideraciones el siguiente acápite hace hincapié en lo mencionado.

2.1.1 Gobernanza de agua

La gestión del agua y de derechos se combinan intrínsecamente en los asuntos de distribución material y establecimiento de infraestructura, sin embargo, la toma de decisiones en donde se implementarán son influenciadas en alto grado al aspecto político-cultural de una determinada zona (Budds, 2018, p.48).

Es importante considerar que, el sistema de Riego Chambo-Guano fue construido a mediados de los años 50, sin embargo, la falta de recursos bajo una responsabilidad compartida entre el Gobierno Nacional y el Gobierno Provincial de Chimborazo, no han dado lugar a un desarrollo de la infraestructura para el acceso al agua de manera inmediata, denotando en pobreza y agricultura dedicada al secano y compra de tanqueros de agua.

Por lo expuesto anteriormente, la Gobernanza del agua en la distribución de recursos no ha sido la suficiente para enmarcar a la zona de Los Chingazos en un referente para concluir los proyectos de riego, en tal virtud, la participación de la academia de cierta forma apoya, lo que por competencia les corresponde a los gobiernos de turno en el aspecto de diseños.

2.1.2 Acceso al agua

En Ecuador, como en muchos lugares alrededor del mundo, el limitado acceso al agua no es consecuencia únicamente de factores naturales y climáticos, sino principalmente de aquellos concernientes con las relaciones de poder socioeconómicas y políticas que entran en juego entre los usuarios que comparten el recurso en un territorio hídrico determinado (Budds, 2018, p.03).

Por otro lado, Hidalgo (2018, p.215) manifiesta que, los sistemas de producción campesinos e indígenas, en su gran mayoría, han sido privados del acceso al agua de riego por el desbalance en el poder o capacidad de ejercer poder, es así que, en la zona de Los Chingazos, la infraestructura de conducción no ha sido implementada por los factores antes mencionados, acarreando una falta de acceso al recurso que desencadena en pobreza local.

Para finalizar, el MAG (2020, p.03) manifiesta que, el 100 % de las familias de Los Chingazos no tienen acceso al riego, esto ha provocado bajos niveles de productividad, afectando así a la seguridad alimentaria de las familias y generando una pobreza en la zona.

2.2 Base teórica

2.2.1 El Agua y su importancia en la agricultura

El agua y la seguridad alimentaria están estrechamente relacionadas. Se estima que en el mundo existen unos 1.400 millones de km³ de agua, de los cuales el 2,5% son agua dulce. Actualmente, 3.600 km³ de agua dulce son extraídos para consumo humano, es decir, 580 m³ per cápita por año, la agricultura es el sector que consume más agua dulce, representando globalmente alrededor del 69 por ciento de toda la extracción (Allen, 2006, p.05).

2.2.2 Sistemas de riego

Los sistemas de riego son infraestructuras hidráulicas que permiten proveer de la cantidad de agua necesaria a una determinada área de cultivo, también es la manera de aplicar el agua a las parcelas. Además, es el conjunto de estructuras que permiten que una determinada área sea cultivada con la entrega del agua necesaria para el desarrollo del cultivo (Calvache, 2012, p.77).

2.2.3 Métodos de riego

Los métodos de riego más utilizados son por inundación, aspersión y goteo, de acuerdo a las necesidades y características propias de la zona se debe elegir el método más adecuado, más allá de una propuesta técnica debe haber un consenso con la comunidad o con los usuarios para la elección correcta del método a irrigar (Cadena, 2017, p.174).

2.2.3.1 Riego por inundación

El agua se aplica directamente sobre la superficie del suelo. El propio suelo actúa como sistema de distribución dentro de la parcela, desde la cabecera de la parcela, hasta llegar a todos los puntos de ella. Finalmente, el agua alcanza la cola de la parcela (Calvache, 2019, p.78).

El agua puede llegar hasta la parcela por medio de cualquier sistema de distribución, por una red de canales o por tuberías (normalmente a baja presión). El agua en la cabecera no necesita presión ya que se vierte sobre el suelo y discurre libremente. La eficiencia del riego por inundación alcanza entre un 30 a 35% (Calvache, 2019, p.78).

2.2.3.2 Riego por aspersión

En el riego por aspersión el agua es aplicada al cultivo en forma de lluvia, lo que no produce problemas de erosión, pudiendo regarse terrenos dispares o con altas pendientes. El agua es conducida por tuberías de PVC o aluminio y es impulsada a presión, por lo tanto, se necesita un equipo de bombeo o carga hidráulica natural (Calvache, 2019, p.79).

El riego por aspersión consiste en entregar el agua al cultivo a través del aire en forma de lluvia, lluvia simulada que puede ser controlada tanto en duración como en intensidad y frecuencia; en este método el agua sale en forma de chorro bajo presión de dispositivos giratorios llamados aspersores. La eficiencia del riego por aspersión alcanza entre un 70 a 85% (Cadena, 2019, p.200).

2.2.3.3 Riego por goteo

En este método el agua circula por pequeñas tuberías de polietileno y es entregada en forma de gotas a las plantas por emisores llamados goteros (Calvache, 2019, p.87). Además, es la aplicación de agua en un volumen de suelo limitado y con menor consumo de agua. Se aplica mediante emisores llamados goteros que pueden estar sobre la superficie o enterrados. La eficiencia del riego por goteo alcanza entre un 90 a 95% (Baca, 2021, p.10).

2.3 Marco conceptual

2.3.1 Estudios base

Los estudios base son aquellos que se requieren como punto de inicio para arrancar el proyecto de riego (GAD Tungurahua, 2016, p.23). La importancia de estos estudios radica en que la calidad y

profundidad de estos evitará posibles complicaciones técnicas, sociales y económicas; en otras palabras, los diseños finales son el reflejo de la calidad y el detalle de los estudios base (Hoogendam y Ríos, 2018, p.54). Los elementos propios de un estudio base para riego y conforme a la propuesta para Los Chingazos son: a) Levantamiento topográfico, b) Actualización y validación de catastro (nómina de usuarios con superficie de cada lote), c) Delimitación planimetría y de perfiles, d) Determinación del padrón de usuarios y e) Análisis de los derechos de agua.

2.3.2 Estudios complementarios

Los estudios complementarios son aquellos que agregan valor, eficacia o funcionalidad a los otros componentes o estudios del proyecto (Hoogendam y Ríos, 2018, p.53). Los estudios complementarios son importantes para reforzar la propuesta de proyecto, y los resultados de estos ayudan al diseñador a tomar decisiones para su sostenibilidad (GAD Tungurahua, 2016, p.17). La propuesta de estudios complementarios para el sector Los Chingazos se enmarca para fines civiles (cimentación), agronómicos (productivos), ambientales (calidad de agua) y oferta de agua (aforos). Las variables inmersas en estos estudios son las siguientes: a) Aforos, b) Ensayos SPT (reservorio), c) Ensayo Triaxial, d) Análisis de agua, y e) Análisis físico-químico de suelo (incluso se requiere un mapeo).

2.3.3 Diseño agronómico

El diseño agronómico y su importancia radica en resolver las siguientes preguntas ¿Cuándo regar? y ¿Cuánto regar? (Tarjuelo, 2017, p.26). Sin embargo, a nivel de agricultores de zonas rurales y comunidad de regantes resulta trascendental resolver estas inquietudes bajo las siguientes premisas: caudal disponible, tipo de emisor, tiempos e intervalos de riego, y distanciamiento. Al resolver estas interrogantes en campo se puede definir que existe un correcto diseño agronómico (GAD Tungurahua, 2016, p.140).

Por otro lado, el diseño agronómico resuelve las inquietudes de cálculos de láminas de riego con base en el suelo, las necesidades hídricas con base en el cultivo y el clima, y la selección de método de riego y el tipo de emisores; bajo una base que es la cédula de cultivos de la localidad (Hoogendam y Ríos, 2018, p.50). De igual manera, un correcto diseño agronómico permite suministrar de forma eficiente el agua adicional a la precipitación, con dosis exactas y con intervalos adecuados para el crecimiento óptimo de las plantas y cubrir las necesidades de los cultivos (Calvache, 2012, p.60).

Las variables por trabajar en el diseño agronómico para este proyecto son: a) Patrón de cultivos, b) Capacidad de campo (CC), c) Punto de marchitez permanente (PMP), d) Factor de secamiento, e) Densidad aparente del suelo, f) Enraizamiento de cultivos, g) Láminas netas, h) Precipitación, i) Evapotranspiración (ETo), j) Evapotranspiración de cultivo (ETc), k) Coeficiente de cultivos

(Kc), l) Balance hídrico, m) Necesidad neta, n) Necesidad total, o) Método de riego, p) Tipo de material de la infraestructura, y q) Tipo de emisor.

2.3.4 Estudio social

Para describir el tema social se debe considerar que el diagnóstico de la situación actual o el levantamiento de línea base sobre el territorio permite tener un panorama claro de la problemática en la localidad (Vargas y Moreno, 2016, p.41). De igual manera, el estudio social aporta al buen entendimiento del desarrollo y evolución poblacional, y delimita hacia donde se deben enfocar los esfuerzos (CESA, 2018, p.15). Además, la contextualización sociodemográfica con base en fuentes oficiales es el punto de partida para describir el alcance del proyecto (Vargas y Moreno, 2016, p.42).

Para este estudio, las variables sociales se consolidaron para definir las condiciones socioeconómicas de la población y son: a) Población, b) Principales actividades económicas, c) Fuentes de ingreso, d) Migración, e) Hábitat, f) Vivienda, y g) Servicios básicos.

2.3.5 Estudio agroeconómico

Al referirse al tema económico enfocado al riego, las inversiones en tecnificación tienen por objeto generar una mayor producción y flujo económico (Hurtado, 2020, p.259). La principal ganancia que producen los sistemas de riego tecnificado proviene del ahorro de agua (hasta 33% en aspersión y 50% en goteo) y la sucesiva ampliación de áreas de cultivo o expansión de la frontera agrícola (Hoogendam y Ríos, 2018, p.65).

Además, la evaluación agroeconómica analiza la rentabilidad global del proyecto, pero prescinde de los aspectos financieros, porque no toma en cuenta el origen de los fondos ni su costo (Hurtado, 2020, p.223). Para ello se debe obtener las siguientes variables: a) Tenencia de tierras, b) Cédula de cultivos, d) Producción agrícola, e) Utilidades brutas y netas, f) Costos de producción, g) Análisis de sensibilidad, y h) Beneficios no tangibles. Los cálculos de estas variables definen un panorama de tecnologías actuales de producción, los réditos que los agricultores generan en un horizonte sin proyecto y a su vez preparan el escenario para la obtención de indicadores financieros en mediano y largo plazo (GAD Tungurahua, 2016, p.141).

2.3.6 Estudio financiero

La evaluación financiera toma en consideración la forma cómo se obtiene y se paga la inversión realizada en el proyecto (Hurtado, 2020, p.224). Por otra parte, la evaluación del proyecto compara, mediante distintos instrumentos, si el flujo de caja proyectado permite al inversionista recuperar la inversión y obtener la rentabilidad deseada (Vega, 2021, p.13). Los indicadores que más se utilizan para hacer una evaluación financiera de proyectos de inversión son: a) El valor actual neto, b) La

tasa interna de retorno, c) El período de recuperación de la inversión, y d) La relación costo beneficio.

Estos indicadores financieros se definen así:

- El valor actual neto (VAN) calcula el excedente resultante después de obtener la rentabilidad deseada una vez que se recupera toda la inversión (Vega, 2021, p.13).
- La tasa interna de retorno (TIR) evalúa la rentabilidad como porcentaje y es la tasa de descuento por la cual el VAN se hace cero (Hurtado, 2020, p.224).
- El período de recuperación de la inversión (PRI) mide en cuanto tiempo (períodos) se recupera la inversión, incluyendo el costo de capital involucrado (Guerra, 1992, p.65).
- La relación beneficio-costos compara los beneficios versus los costos en un período de evaluación (Vega, 2021, p.13).

2.3.7 Diseño hidráulico de la infraestructura principal

El diseño de la infraestructura principal comprende todos los componentes existentes desde el hidrante a cabecera de parcela hasta la fuente de agua (Fuentes, 1999, p.147). Por eso se debe realizar el cálculo y el diseño de la captación de la fuente hídrica, conducción, red de distribución (principal y secundaria), válvulas, obras de arte (cajas, cámaras, casetas) y sectorización de la zona de estudio (GAD Tungurahua, 2016, p.64). Por lo tanto, para la determinación del diseño hidráulico se deben considerar aspectos técnicos como: a) Los caudales y presiones de operación, b) Las velocidades de flujo, c) Las pérdidas de carga, d) El tiempo de operación del sistema, e) La distribución del agua y sectorización del módulo de riego, f) Sistemas parcelarios, y g) Turnos de riego (Carrazón, 2007, p.141).

2.3.8 Diseño hidráulico de red parcelaria

El diseño hidráulico parcelario comprende el diseño y la selección de los componentes existentes en cada lote, desde el emisor hasta el hidrante (Pizarro, 1996, p.259). Los parámetros básicos que se debe considerar para este diseño son los siguientes: a) Caudales de operación, b) Presiones de trabajo de emisores, c) Diámetros de tuberías, d) Longitud de tuberías, e) Velocidad de agua, y f) Pérdidas de carga (Baca, 2021, p.11). Por eso, para el diseño y cálculo de un sistema de riego presurizado, con o sin energía natural de tipo potencial (por gravedad), es necesario tener un conocimiento básico con respecto a los principios hidráulicos más importantes que rigen el flujo y la presión en conductos cerrados (Hoogendam y Ríos, 2018, p.66). Entre otros, estos principios incluyen los caudales de consumo en parcela y las presiones de operación de los emisores para posterior trabajo de turnos (Fuentes, 1999, p.158).

2.3.9 Presupuesto

El presupuesto es el informe de tipo económico y refleja la necesidad de inversión (capital) de un proyecto (Guerra, 1992, p.66). Este se elabora antes de la ejecución de los planes, programas y proyectos, donde se detallan los requerimientos de recursos físicos y financieros para la producción futura de un bien o servicio específico (Hurtado, 2020, p.224). En el caso de proyectos de diseño de sistemas de riego, el presupuesto de obra se calcula con base en las cantidades de obra física y los análisis de precios unitarios, diferenciando los costos directos, indirectos (gastos generales, fijos, variables, utilidad) y los impuestos que resulten de la ejecución del proyecto (GAD Tungurahua, 2016, p.87).

2.3.10 Especificaciones técnicas

Las especificaciones técnicas constituyen los documentos en los cuales se definen las normas, exigencias y procedimientos a emplearse y aplicarse en todos los trabajos de construcción de obras físicas, elaboración de estudios y fabricación de equipos (Guerra, 1992, p.86).

Una especificación técnica a detalle garantizará la calidad de accesorios y materiales en el proyecto. Es así como a través de estos documentos los contratistas intervienen en la obra de forma responsable y técnica (GAD Tungurahua, 2016, p.142). Ejemplo de esto, se menciona la clase de tubería al momento de la implementación, no es lo mismo una tubería de clase 6 con una de clase 8, pese a que las características físicas son similares la falencia en la especificación técnica genera graves inconvenientes.

2.4 Identificación de variables

En el presente proyecto se identificaron las variables dependientes, las mismas que se exponen en la siguiente tabla.

Tabla 1-2: Variables dependientes

Variable Dependiente	
Estudios complementarios	Análisis Químico de suelos
Diseño Agronómico	Patrón de cultivos
	Contenido de Humedad a Capacidad de Campo
	Contenido de Humedad a Punto de Marchitez Permanente
	Densidad Aparente
	Enraizamiento de cultivos
	Infiltración
	Láminas netas
	Precipitación
	Evapotranspiración
	Evapotranspiración de cultivo

Variable Dependiente	
	Coefficiente de cultivo
	Balance Hídrico
	Necesidad Neta
	Necesidad Total
Estudio agroeconómico	Rendimiento de los cultivos
	Producción
	Costos de producción
	Utilidad bruta
	Utilidad neta
	Tasa Interna de Retorno (TIR)
	Valor Actual Neto (VAN)
	Relación Beneficio-Costo (B/C)
	Período de Retorno de la Inversión (PRI)
Diseño Hidráulico	Caudales de consumo
	Pérdidas de carga
	Velocidad de agua
	Presupuesto

Fuente: Fuentes, 1999. (Técnicas de Riego: Sistemas de Riego en la Agricultura. 3ª Ed. 1999)

Realizado por: Núñez, Jorge, 2023

Por otro lado, las variables independientes que se definieron fueron las siguientes:

Tabla 2-2: Variables independientes

Variable Independiente
Pendiente
Zonas de muestreo

Fuente: Fuentes, 1999. (Técnicas de Riego: Sistemas de Riego en la Agricultura. 3ª Ed. 1999)

Realizado por: Núñez, Jorge, 2023

2.5 Operacionalización de variables

En la siguiente tabla se indican la Operacionalización de las variables dependientes

Tabla 3-2: Operacionalización de variables dependientes

Variable Dependiente	Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Definición de los indicadores	Criterio de medición	Técnica	Instrumento	Escala
Análisis Químico de suelos	Permiten determinar los contenidos de macro y microelementos de interés agrícola.	*Partes por millón (ppm) *Kilogramos por hectárea (Kg/Ha)	Cantidad de macro y micro elementos en el suelo	Los macro y microelementos son los elementos que necesita un determinado cultivo en mayores y menores cantidades, respectivamente para su normal desarrollo y producción.	Cantidad	Recolección de muestras y análisis en laboratorio	Palas, fundas y laboratorio	Alto Medio Bajo
Patrón de cultivos	Se refiere a la cantidad de cultivos expuestos por superficie o porcentaje en una zona determinada o en una parcela en específico.	*Superficie por cultivo (Ha/cultivo) *Porcentaje (%)	*Superficie de un determinado cultivo en la zona. *Porcentaje que representa el cultivo del total de la superficie.	Se refiere a la cantidad de cultivos expuestos por superficie o porcentaje en una zona determinada o en una parcela en específico.	Cantidad Porcentaje	*Encuestas *Visitas de campo *Actualización catastral	Encuestas, GPS, Hoja de cálculo	N/A
Contenido de Humedad a Capacidad de Campo (CC)	Representa la condición de almacenamiento máximo de agua en suelo, que ocurre después de haber drenado el agua contenida en los macroporos, por acción de la gravedad.	*Porcentaje (%) *Volumen (mm/10 cm suelo)	Contenido de humedad de un suelo a Capacidad de Campo	Contenido de humedad de un suelo determinado, expresado en porcentaje o volumen	Porcentaje Volumen	Se detalla en la metodología, involucra materiales y accesorios de laboratorio.	Azadón, Funda plástica, Balanza, Estufa	N/A

Variable Dependiente	Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Definición de los indicadores	Criterio de medición	Técnica	Instrumento	Escala
Contenido de Humedad a Punto de Marchitez Permanente (PMP)	Es la capacidad mínima de almacenamiento de agua de un suelo, ocurre cuando las plantas se marchitan por causa de la deficiencia hídrica y no recupera su turbidez.	*Porcentaje (%) *Volumen (mm/10 cm suelo)	Contenido de humedad de un suelo a Punto de Marchitez Permanente	Contenido de humedad de un suelo determinado, expresado en porcentaje o volumen	Porcentaje Volumen	Se detalla en la metodología, se utiliza la ecuación de Silva et al., 1988	Hoja de cálculo	N/A
Densidad Aparente	Es el peso seco de un suelo dividido el volumen imperturbado de ese suelo. Volumen imperturbado se refiere al que ocupa en el suelo sin ser modificado, es decir, manteniendo su porosidad.	Gramos por centímetro cúbico (g/cc)	Peso del suelo por centímetro cúbico	Es el peso seco de un suelo dividido el volumen imperturbado de ese suelo.	Densidad	Se detalla en la metodología, involucra trabajo en campo con materiales y accesorios.	Pala, Fundas, envase con medida, balanza	N/A
Enraizamiento de cultivos	Se refiere a la profundidad que pueden llegar las raíces de un determinado cultivo y de acuerdo a su estado fenológico.	Centímetros (cm)	Longitud de raíces de acuerdo a los cultivos	Se refiere a la profundidad que pueden llegar las raíces de un determinado cultivo y de acuerdo a su estado fenológico.	Longitud	Medición con cinta métrica	*Azadón *Cinta métrica	N/A
Infiltración	Es la velocidad con la que el agua se incorpora al suelo sin producir anegamiento o encharcamiento.	Milímetros por hora (mm/hora)	Velocidad de infiltración de un determinado suelo	Es la velocidad con la que el agua se incorpora al suelo sin producir anegamiento o encharcamiento.	Velocidad	*Prueba de anillos *Prueba de Kostiaov Lewis	*Anillos concéntricos *Hoja de cálculo	N/A
Lámina neta	La lámina neta es toda el agua de la que puede extraer un cultivo en un suelo.	Milímetros (mm)	Lámina neta aplicada en un determinado suelo	La lámina neta es toda el agua de la que puede extraer un cultivo en un suelo	milímetros	Aplicación de fórmula, se detalla en la metodología	Hoja de cálculo	N/A
Precipitación (P)	Es agua liberada desde las nubes en forma de lluvia, aguanieve, nieve o granizo.	Milímetros/día (mm/día)	Cantidad de lluvia en una zona determinada.	Es agua liberada desde las nubes en forma de lluvia.	Cantidad	Precipitación efectiva al 80%	CROPWAT 8.0	N/A

Variable Dependiente	Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Definición de los indicadores	Criterio de medición	Técnica	Instrumento	Escala
Evapotranspiración (ET _o)	Pérdida total de agua del suelo y planta hacia la atmósfera.	Milímetros/día (mm/día)	Cantidad de agua perdida a la atmósfera.	Pérdida total de agua del suelo y planta hacia la atmósfera.	Cantidad	*Thornthwaite *Penman-Monteith *método IDW	*Hoja de cálculo *CROPWAT 8.0 *Sistemas de Información Geográfica	N/A
Evapotranspiración de cultivo (ET _c)	Es el producto de la (ET _o) por el coeficiente de cultivo (K _c).	Milímetros/día (mm/día)	Cantidad de agua perdida a la atmósfera por un determinado cultivo.	Es el producto de la (ET _o) por el coeficiente de cultivo (K _c).	Cantidad	Aplicación de fórmula, se detalla en la metodología	Hoja de cálculo	N/A
Coefficiente de cultivo (K _c)	El coeficiente de cultivo está en función de un elevado número de factores, principalmente de las características del cultivo, de las fechas de siembra o plantación, del ritmo de crecimiento y desarrollo del cultivo y la duración del ciclo agronómico.	Adimensional	Coefficiente por cada cultivo según fenología	Valor adimensional para determinar la (ET _c)	Valor	Fórmula de Hargraves, se detalla en la metodología	Hoja de cálculo	N/A
Balance Hídrico	Es la determinación de todas las entradas y salidas de agua en una zona.	Milímetros/mes (mm/mes)	Estado de pérdidas y ganancias de agua	Es la determinación de todas las entradas y salidas de agua en una zona.	Cantidad	Aplicación de fórmula, se detalla en la metodología	Hoja de cálculo	N/A
Necesidad Neta (N _n)	Es la cantidad de agua necesaria para satisfacer la demanda del cultivo más las pérdidas que ocurren en el sistema de riego.	Milímetros/día (mm/día)	Cantidad de agua a aplicar	Está definida por la evapotranspiración del cultivo (ET _c) menos los aportes naturales de agua al suelo, para este caso la precipitación efectiva (P)	Cantidad	Aplicación de fórmula, se detalla en la metodología	Hoja de cálculo	N/A

Variable Dependiente	Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Definición de los indicadores	Criterio de medición	Técnica	Instrumento	Escala
Necesidad Total (Nt)	Las necesidades totales o las demandas totales del proyecto será la necesidad neta bajo un ajuste de la eficiencia del riego.	Milímetros/día (mm/día)	Cantidad de agua a aplicar	Está definida por la (Nn) sobre la eficiencia del sistema de riego.	Cantidad	Aplicación de fórmula, se detalla en la metodología	Hoja de cálculo	N/A
Tenencia de tierras	Es la relación existente entre la cantidad de terreno o superficie de tierra versus el número de familias en una zona determinada.	Hectáreas/familia (Ha/flia)	Cantidad de hectáreas por familia	Es la relación existente entre la cantidad de terreno o superficie de tierra versus el número de familias en una zona determinada.	Cantidad	Aplicación de fórmula, se detalla en la metodología	Hoja de cálculo	N/A
Rendimiento de los cultivos	Es un concepto agronómico que indica la cantidad de producto físico obtenido por unidad de superficie y por unidad de tiempo.	Kilogramos/hectárea (Kg/Ha/año)	Cantidad de producto por hectárea y por ciclo.	Es un concepto agronómico que indica la cantidad de producto físico obtenido por unidad de superficie y por unidad de tiempo.	Cantidad	Levantamiento de información en campo.	*Encuestas. *Sistematización de resultados.	N/A
Producción	Es la cantidad de producto en bruto (sin clasificar) obtenido por unidad de análisis y por unidad de tiempo.	Kilogramos (Kg)	Cantidad de producto en una determinada zona	Es la cantidad de producto en bruto (sin clasificar) obtenido por unidad de análisis y por unidad de tiempo	Cantidad	Levantamiento de información en campo.	*Encuestas. *Sistematización de resultados.	N/A
Costos de producción	Es el costo que representa producir un producto o un bien.	Dólares por kg de producto (USD/Kg)	Costo de producción de un determinado producto	Es el costo que representa producir un producto o un bien	Cantidad	Levantamiento de información en campo.	*Encuestas. *Sistematización de resultados.	N/A
Utilidad bruta	Es el ingreso de capital producto de la venta en el mercado, sin restar los costos de producción.	Dólares (USD)	Utilidad bruta de un determinado producto	Es el ingreso de capital producto de la venta en el mercado, sin restar los costos de producción	Cantidad	Levantamiento de información en campo.	*Encuestas. *Estudio de mercado. *Sistematización de resultados.	N/A
Utilidad neta	Indica la ganancia representada por la diferencia del ingreso	Dólares (USD)	Utilidad neta de un determinado producto	Indica la ganancia representada por la diferencia del ingreso	Cantidad	Levantamiento de información en campo.	*Encuestas. *Sistematización de resultados.	N/A

Variable Dependiente	Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Definición de los indicadores	Criterio de medición	Técnica	Instrumento	Escala
	bruto y los costos de producción.			bruto y los costos de producción				
Tasa Interna de Retorno (TIR)	Es la tasa de interés o rentabilidad que genera un proyecto y se encarga de medir la rentabilidad de una inversión.	Porcentaje (%)	Tasa Interna de Retorno del proyecto	Es la tasa de interés o rentabilidad que genera un proyecto y se encarga de medir la rentabilidad de una inversión.	Porcentaje	Aplicación de fórmula, se detalla en la metodología	Hoja de cálculo	TIR > Tasa de descuento
Valor Actual Neto (VAN)	Es la diferencia entre el dinero que ingresa al proyecto y el monto que se invierte en el mismo	Dólares (USD)	Valor Actual Neto del proyecto	Es la diferencia entre el dinero que ingresa al proyecto y el monto que se invierte en el mismo.	Cantidad	Aplicación de fórmula, se detalla en la metodología	Hoja de cálculo	VAN > 0
Relación Beneficio-Costo (B/C)	Es una herramienta financiera que compara el costo de un producto versus el beneficio que esta entrega para evaluar de forma efectiva la mejor decisión a tomar en términos de compra.	Adimensional	Relación beneficio-costo	Es una herramienta financiera que compara el costo de un producto versus el beneficio que esta entrega para evaluar de forma efectiva la mejor decisión a tomar en términos de compra.	Valor	Aplicación de fórmula, se detalla en la metodología	Hoja de cálculo	B/C > 1
Período de Retorno de la Inversión (PRI)	Es una herramienta que mide en cuanto tiempo (períodos) se recupera la inversión, incluyendo el costo de capital involucrado.	Años	Tiempo de retorno de la inversión del proyecto	Es una herramienta que mide en cuanto tiempo (períodos) se recupera la inversión, incluyendo el costo de capital involucrado.	Valor	Aplicación de fórmula, se detalla en la metodología	Hoja de cálculo	N/A
Caudales de consumo	Es el volumen del líquido que, a través de una sección determinada, circula en una unidad de tiempo	Litros por segundo (l/s)	*Caudales de consumo de sector *Caudales de consumo parcelario	Es el volumen del líquido que, a través de una sección determinada, circula en una unidad de tiempo	Cantidad	Aplicación de fórmula, se detalla en la metodología	Hoja de cálculo IRRICAD V.13 (Parcelario)	N/A
Pérdidas de carga	Al momento de circular agua a través de un conducto abierto (canales)	Metros de columna de agua (m.c.a.)	*Pérdidas de carga por longitud	Al momento de circular agua a través de un conducto abierto (canales)	Valor	Aplicación de fórmula, se	Hoja de cálculo IRRICAD V.13 (Parcelario)	N/A

Variable Dependiente	Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Definición de los indicadores	Criterio de medición	Técnica	Instrumento	Escala
	o cerrado (tuberías) se producen pérdidas de energía debido al rozamiento.		*Presiones de operación de los emisores	o cerrado (tuberías) se producen pérdidas de energía debido al rozamiento.		detalla en la metodología		
Velocidad de agua	Es la rapidez con que se desplaza este líquido en un conducto abierto o cerrado.	Metros por segundo (m/s)	*Velocidades en secciones de tuberías	Es la rapidez con que se desplaza este líquido en un conducto abierto o cerrado.	Valor	Aplicación de fórmula, se detalla en la metodología	Hoja de cálculo IRRICAD V.13 (Parcelario)	N/A
Presupuesto	Es un documento que se elabora antes de la ejecución de los planes, programas y proyectos, donde se detallan los requerimientos de recursos físicos y financieros para la producción futura de un bien o servicio específico	Dólares (USD)	*Presupuesto *Análisis de precios unitarios	Es un documento que se elabora antes de la ejecución de los planes, programas y proyectos, donde se detallan los requerimientos de recursos físicos y financieros para la producción futura de un bien o servicio específico	Valor	Se detalla en la metodología	Software Punis V.10	N/A

Fuente: Fuentes, 1999. (Técnicas de Riego: Sistemas de Riego en la Agricultura. 3^{ra} Ed. 1999)

Realizado por: Núñez, Jorge, 2023

A continuación, se define la Operacionalización de las variables independientes.

Tabla 4-2: Operacionalización de variables independientes

Variable Independiente	Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Definición de los indicadores	Criterio de medición	Técnica	Instrumento	Escala
Pendiente	Es la inclinación de la recta con respecto al eje de abscisas	Porcentaje (%)	Porcentaje de pendiente	Grado de inclinación en los módulos de riego	Porcentaje	Levantamiento Topográfico y categorización de tipo de relieve	*Dron *Procesamiento de información *Categorización	N/A
Zonas de muestreo	Áreas de tierras clasificadas por cotas	Categorías	Zonas de muestreo	Áreas de tierras clasificadas por sus cotas	Categorías	Levantamiento Topográfico y fotografía aérea	*Sistemas de Información Geográfica	Alta, Media y Baja

Fuente: Fuentes, 1999. (Técnicas de Riego: Sistemas de Riego en la Agricultura. 3^{ra} Ed. 1999)

Realizado por: Núñez, Jorge, 2023

2.6 Matriz de consistencia

En la presente tabla se detalla la matriz de consistencia para las variables dependientes.

Tabla 5-2: Matriz de consistencia variables dependientes

Formulación del Problema	Objetivo General	Hipótesis	Variable Dependiente	Indicadores	Técnica	Instrumento
Falta de Diseños (Agronómico e Hidráulico) para la gestión de proyectos de riego en la comunidad de los Chingazos	Elaborar el diseño agronómico e hidráulico del sistema de riego parcelario del proyecto Chambo-Guano, Fase II, para el Módulo 4 en la comunidad de Chingazo Alto, cantón Guano.	Los diseños agronómico e hidráulico son elementos esenciales para le gestión de proyectos de riego.	Análisis Químico de suelos	Cantidad de macro y micro elementos en el suelo	Recolección de muestras y análisis en laboratorio	Palas, fundas y laboratorio
			Patrón de cultivos	*Superficie de un determinado cultivo en la zona.	Mapeo de cultivos	*Sistemas de información geográfica

Formulación del Problema	Objetivo General	Hipótesis	Variable Dependiente	Indicadores	Técnica	Instrumento
				*Porcentaje que representa el cultivo del total de la superficie.		
			Contenido de Humedad a Capacidad de Campo (CC)	Contenido de humedad de un suelo a Capacidad de Campo	Se detalla en la metodología, involucra materiales y accesorios de laboratorio.	Azadón, Funda plástica, Balanza, Estufa
			Contenido de Humedad a Punto de Marchitez Permanente (PMP)	Contenido de humedad de un suelo a Punto de Marchitez Permanente	Se detalla en la metodología, involucra materiales y accesorios de laboratorio.	Hoja de cálculo
			Densidad Aparente	Peso del suelo por centímetro cúbico	Se detalla en la metodología, involucra trabajo en campo con materiales y accesorios.	Pala, Fundas, envase con medida, balanza
			Enraizamiento de cultivos	Longitud de raíces de acuerdo a los cultivos	Apreciación de enraizamiento efectivo	Hoja de cálculo
			Infiltración	Velocidad de infiltración de un determinado suelo	*Prueba de anillos	*Anillos concéntricos
					*Prueba de Kostiaov Lewis	*Hoja de cálculo
			Lámina neta	Lámina neta aplicada en un determinado suelo	Aplicación de fórmula, se detalla en la metodología	Hoja de cálculo
			Precipitación (P)	Cantidad de lluvia en una zona determinada.	Precipitación efectiva al 80%	CROPWAT 8.0
			Evapotranspiración (ET _o)	Cantidad de agua perdida a la atmósfera.	*Penman-Monteith	*Hoja de cálculo
					*método IDW	*CROPWAT 8.0
						*Sistemas de Información Geográfica

Formulación del Problema	Objetivo General	Hipótesis	Variable Dependiente	Indicadores	Técnica	Instrumento
			Evapotranspiración de cultivo (ETc)	Cantidad de agua perdida a la atmósfera por un determinado cultivo.	Aplicación de fórmula, se detalla en la metodología	Hoja de cálculo
			Coefficiente de cultivo (Kc)	Coefficiente por cada cultivo según fenología	Fórmula de Hargraves, se detalla en la metodología	Hoja de cálculo
			Balance Hídrico	Estado de pérdidas y ganancias de agua	Aplicación de fórmula, se detalla en la metodología	Hoja de cálculo
			Necesidad Neta (Nn)	Cantidad de agua a aplicar	Aplicación de fórmula, se detalla en la metodología	Hoja de cálculo
			Necesidad Total (Nt)	Cantidad de agua a aplicar	Aplicación de fórmula, se detalla en la metodología	Hoja de cálculo
			Tenencia de tierras	Cantidad de hectáreas por familia	Aplicación de fórmula, se detalla en la metodología	Hoja de cálculo
			Rendimiento de los cultivos	Cantidad de producto por hectárea y por ciclo.	Levantamiento de información en campo.	*Encuestas/Visitas a campo *Sistematización de resultados.
			Productividad	Cantidad de producto en una determinada zona	Levantamiento de información en campo.	*Encuestas. *Sistematización de resultados.
			Costos de producción	Costo de producción de un determinado producto	Levantamiento de información en campo.	*Encuestas. *Sistematización de resultados.
			Utilidad bruta	Utilidad bruta de un determinado producto	Levantamiento de información en campo.	*Encuestas. *Estudio de mercado. *Sistematización de resultados.
			Utilidad neta			*Encuestas.

Formulación del Problema	Objetivo General	Hipótesis	Variable Dependiente	Indicadores	Técnica	Instrumento
				Utilidad neta de un determinado producto	Levantamiento de información en campo.	*Sistematización de resultados.
			Tasa Interna de Retorno (TIR)	Tasa Interna de Retorno del proyecto	Aplicación de fórmula, se detalla en la metodología	Hoja de cálculo
			Valor Actual Neto (VAN)	Valor Actual Neto del proyecto	Aplicación de fórmula, se detalla en la metodología	Hoja de cálculo
			Relación Beneficio-Costo (B/C)	Relación beneficio-costo	Aplicación de fórmula, se detalla en la metodología	Hoja de cálculo
			Período de Retorno de la Inversión (PRI)	Tiempo de retorno de la inversión del proyecto	Aplicación de fórmula, se detalla en la metodología	Hoja de cálculo
			Caudales de consumo	*Caudales de consumo de sector	Aplicación de fórmula, se detalla en la metodología	Hoja de cálculo
				*Caudales de consumo parcelario		IRRICAD V.20
			Pérdidas de carga	*Pérdidas de carga por longitud	Aplicación de fórmula, se detalla en la metodología	Hoja de cálculo
				*Presiones de operación de los emisores		IRRICAD V.20
			Velocidad de agua	*Velocidades en secciones de tuberías	Aplicación de fórmula, se detalla en la metodología	Hoja de cálculo
			Presupuesto	*Presupuesto	Se detalla en la metodología	Software Punis V.10
				*Análisis de precios unitarios		

Fuente: Fuentes, 1999. (Técnicas de Riego: Sistemas de Riego en la Agricultura. 3ª Ed. 1999)

Realizado por: Núñez, Jorge, 2023

A continuación, se expone la matriz de consistencia para las variables independientes.

Tabla 6-2: Matriz de consistencia variables independientes

Formulación del Problema	Objetivo General	Hipótesis	Variable Independiente	Indicadores	Técnica	Instrumento
Falta de Diseños (Agronómico e Hidráulico) para la gestión de proyectos de riego en la comunidad de los Chingazos	Elaborar el diseño agronómico e hidráulico del sistema de riego parcelario del proyecto Chambo-Guano, Fase II, para el Módulo 4 en la comunidad de Chingazo Alto, cantón Guano.	Los diseños agronómico e hidráulico son elementos esenciales para le gestión de proyectos de riego.	Pendiente	Cotas	Levantamiento Topográfico y categorización de tipo de relieve	*Dron
						*Procesamiento de información
			Zonas de muestreo	Zonas de muestreo	Levantamiento Topográfico y fotografía aérea	Sistemas de información geográfica

Fuente: Fuentes, 1999. (Técnicas de Riego: Sistemas de Riego en la Agricultura. 3^{ra} Ed. 1999)

Realizado por: Núñez, Jorge, 2023

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

El presente proyecto se enfoca en elaborar el diseño agronómico e hidráulico de un sistema de riego tecnificado para el módulo 4. Este módulo se localiza en la zona de Chingazo Alto-San Jacinto, pertenecientes al cantón Guano, provincia de Chimborazo, entre las cotas 2600 y 2800 msnm, en la Latitud: 1°37'7" S y Longitud: 78°34'39" O (Gráfico 1-3).

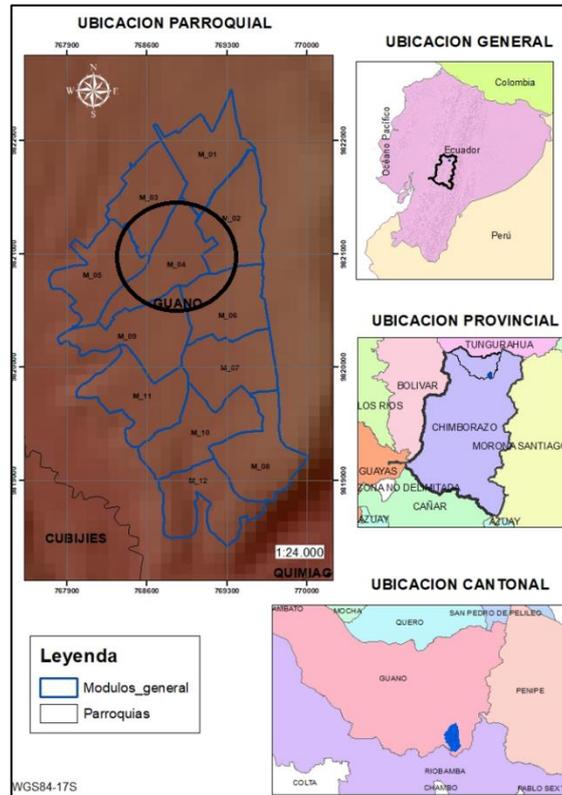


Gráfico 1-3: Mapa de ubicación

Realizado por: Núñez, Jorge, 2023

Además, el presente proyecto se centra en preparar los estudios base y complementarios, así como, elaborar los diseños y los estudios agronómicos, hidráulicos, sociales, agroeconómicos y financieros. Por otro lado, el estudio también se enfoca en elaborar el presupuesto y las especificaciones técnicas, en este sentido, la metodología hace referencia a estas temáticas en relación con los objetivos específicos.

3.1 Tipo y diseño de investigación

El tipo de investigación que se ejecutó en el proyecto fue la cuasi-experimental y el diseño de la misma fue el transversal, esto debido a que, es un tipo de investigación en una escala observacional. Además, el estudio que se realizó fue en una sola instancia, para este caso fueron

los diseños, cabe mencionar que, el propósito fue describir las variables agronómicas e hidráulicas sin entrar en un concepto de investigación experimental avanzada.

3.2 Métodos de investigación

El método utilizado fue el inductivo, porque se parte de lo particular hacia lo general, en este sentido, se inició con levantamiento de información a una muestra representativa de la población y se escaló hasta proporcionar a los regantes una herramienta para la gestión de recursos que fueron los diseños agronómicos e hidráulicos.

3.3 Enfoque de la investigación

El proyecto se manejó con un enfoque cuantitativo, porque se eligieron los componentes de cada grupo según las variables establecidas. Además, los datos obtenidos dentro de las variables fueron cuantificables, con sustento técnico y aplicación de fórmulas.

3.4 Alcance de la investigación

El alcance de la investigación fue de tipo exploratoria, porque se centró en analizar aspectos concretos de la realidad que aún no han sido estudiados a profundidad, para el caso particular del proyecto son los diseños y la propuesta de distribución del agua.

3.5 Población de estudio

La población en estudio para los temas sociales fue en base a la población finita descrita en el capítulo de estudio social, además, para los estudios agronómicos se trabajó con muestreo en zonas alta, media y baja. Para finalizar, los diseños hidráulicos fueron elaborados para cada uno de los 101 lotes que conforman el módulo 4.

3.6 Unidad de análisis

Con lo expuesto en el ítem anterior, las unidades de análisis fueron: El número de personas encuestadas (20 familias), las tres zonas en estudio y los 101 lotes del módulo 4.

3.7 Selección de la muestra

La selección de la muestra para el proyecto fue: El número de personas encuestadas (20 familias), las tres zonas en estudio y los 101 lotes del módulo 4.

3.8 Tamaño de la muestra

El tamaño de la muestra para el proyecto fue: El número de personas encuestadas (20 familias), las tres zonas en estudio y los 101 lotes del módulo 4.

3.9 Diseño del experimento

El presente proyecto no fue concebido bajo un concepto de investigación experimental, por lo tanto, este capítulo no aplica.

3.10 Técnicas de recolección de datos primarias y secundarias

Como se mencionó en ítems anteriores el presente proyecto se enfocó en preparar los estudios base y complementarios, así como, elaborar los diseños y los estudios agronómicos, hidráulicos, sociales, agroeconómicos y financieros. Por otro lado, el estudio también se orientó a elaborar el presupuesto y las especificaciones técnicas, en este sentido, las técnicas de recolección de datos fueron las siguientes.

3.10.1 Estudios base

3.10.1.1 Levantamiento topográfico

La topografía en el sector de Los Chingazos se elaboró de la siguiente manera:

- Punto de control: Para asegurar la precisión del levantamiento topográfico, se colocaron puntos de control fotogramétrico y puntos de control geodésico materializados en formas de hitos. Se colocaron 55 hitos de control fotogramétrico y geodésico de los cuales se instalaron 51 con cilindros de hormigón y 4 con identificación de placa de alto relieve.
- Fotografía aérea: Previo a la fotografía aérea, se planificó el vuelo del dron con el software UAS Máster, en donde se obtuvo un GSD (distancia de muestra del suelo) menor o igual 10 cm. Para realizar el vuelo se contó con cielo despejado y de esta manera se obtuvo la fotografía aérea a detalle.
- Ortofoto mosaico: La generación del ortofoto mosaico partió de las imágenes del vuelo en formato TIFF (formato de archivo de imágenes con etiquetas) y de los resultados de la fase de ajuste de los modelos. Para la obtención de las ortofotos se rectificaron los datos de orientación interna y externa provenientes de los puntos de control fotogramétrico y geodésico.

- Modelo digital del terreno (MDT) y curvas de nivel: La ortofotografía generó una nube de puntos, es así como, a través de una filtración y clasificación de estos se derivó el MDT y posterior a este modelo se obtuvo las curvas de nivel a cada metro, este trabajo generó formatos dwg (CAD) y shape (GIS).

3.10.1.2 Actualización y validación de catastro

Con la ortofoto a escala 1:1000 y el MDT, se realizó la actualización del catastro de la superficie a regarse, con las siguientes herramientas:

- Se utilizó como línea base el catastro del GAD Municipal de Guano y SIGTIERRAS. Así también, la información primaria producto de las visitas in situ.
- Se tomó como referencia de la ortofotografía los linderos, vías, canchas, casas y demás infraestructura.
- Se identificaron y actualizaron los linderos de los lotes sobre la ortofotografía con el acompañamiento de los dueños de los predios.
- Se calcularon las áreas y se generó un nuevo padrón de usuarios.

Cabe mencionar que, el catastro se generó en formato .xls con la siguiente información:

- Comunidad, módulo y zona
- Código del lote
- Nombres y apellidos del propietario
- Superficie total y neta

3.10.1.3 Sectorización

El área de riego se dividió en 12 módulos, la sectorización se basó en criterios de diseño hidráulico, caudales, presión de operación y superficies similares.

3.10.1.4 Análisis de los derechos de agua

Para analizar los derechos se hizo un balance de oferta y demanda de agua; por un lado, para la oferta se trabajó con el dato de la adjudicación y para la demanda se propuso un requerimiento hídrico con base en la Evapotranspiración de la localidad, se compararon los dos datos y se determinó si la adjudicación del agua es suficiente para cubrir las necesidades de la zona.

3.10.2 Estudios complementarios

3.10.2.1 Aforos

El instrumento que se utilizó para aforar los caudales fue el molinete. Los puntos en donde se tomaron los aforamientos fueron en el canal después del sifón en las coordenadas con latitud: 1°35'47" S y longitud: 78°36'47" O y el otro punto de medición fue en la toma de Chingazo Alto con latitud: 1°36'17" S y longitud: 78°34'45" O.

3.10.2.2 Ensayo SPT (Standard Penetration Test) y Triaxial

El ensayo Standard Penetration Testing (SPT) se realizó según lo estipulado en la Norma Técnica Ecuatoriana: NTE INEN 689. 1982-05 Mecánica de Suelos Ensayo de Penetración Estándar. El método estándar de prueba de Compresión Triaxial en suelos cohesivos no consolidados no drenados se realizó según la Norma: ASTM 2550-95. El lugar de la toma de muestra se localizó en las coordenadas con latitud: 1°36'20" S y longitud: 78°34'43" O.

3.10.2.3 Análisis de agua

El muestreo del agua se realizó según lo especificado en la Norma Técnica Ecuatoriana: NTE INEN 2169:2013 Agua. Calidad de agua. Muestreo. Manejo y conservación de muestras. Para los análisis de agua se realizaron tres muestras. El primero a la salida del sifón sobre el río Guano en las coordenadas con latitud: 1°35'44" S y longitud: 78°37'02" O, el segundo en la comunidad de Chingazo Alto en las coordenadas con latitud: 1°36'16" S y longitud: 78°34'45" O y el tercero en la comunidad de Chingazo Bajo en las coordenadas con latitud: 1°37'13" S y longitud: 78°34'35" O. Para los resultados se calculó un promedio de las tres muestras.

3.10.2.4 Análisis químico del suelo

Para el análisis químico del suelo se intervino con esta metodología. Se identificaron tres zonas de estudio en el Módulo 4, las mismas que fueron alta, media y baja, en cada una de estas se tomó un punto de muestreo (Gráfico 2-3). Entre la cota más alta y la cota más baja en el Módulo 4 existen 75 m de diferencia, para identificar las zonas se establecieron cada 25 m (Tabla 1-3). Se tomaron varias submuestras (6) en un mismo lote y al final se mezclaron para obtener una sola de aproximadamente 1 kg.

Tabla 1-3: Zonas de muestreo del módulo 4

Zonas	Cota inicial (msnm)	Cota final (msnm)
Alta	2706	2681
Media	2681	2656
Baja	2656	2631

Realizado por: Núñez, Jorge, 2023

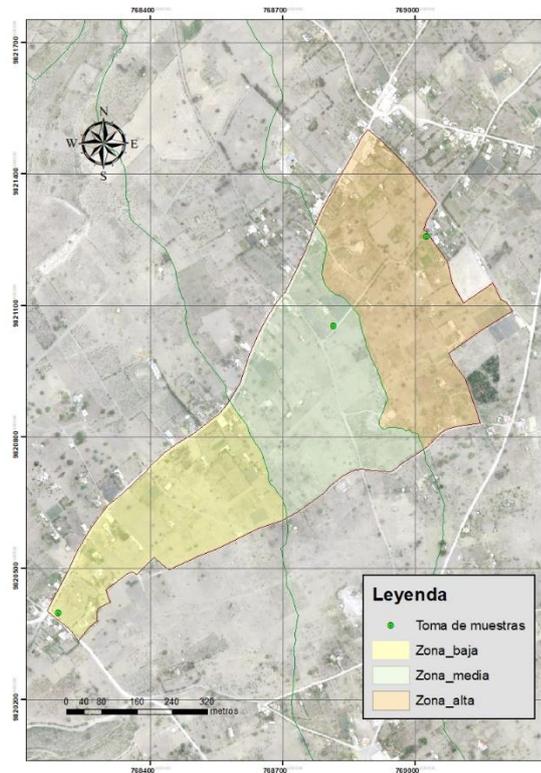


Gráfico 2-3: Zonas de estudio y puntos de toma de muestras

Realizado por: Núñez, Jorge, 2023

3.10.3 Diseño agronómico

3.10.3.1 Patrón de cultivos

Para definir el patrón de cultivos se trabajó de la siguiente manera:

- Se realizó la actualización catastral.
- Se definió la superficie de cada cultivo, mediante la utilización de la fotografía aérea.
- Los datos se sistematizaron en un documento bajo el formato SIG y se obtuvo las tablas correspondientes a cultivo, superficie y porcentaje.

3.10.3.2 Láminas netas

3.10.3.2.1 Capacidad de campo (CC) y Punto de Marchitez Permanente (PMP)

Para el cálculo de los parámetros de láminas netas, la profundidad del suelo para el análisis fue de 30 cm. Aquí fue necesario determinar la capacidad de campo (CC) y el punto de marchitez permanente (PMP). Para estas variables la metodología de intervención fue la siguiente (Calvache, 2012, p.58) (Gráfico 3-3):

- Se identificó una superficie de 1 x 1 m, posterior a esto con un azadón se eliminó toda la vegetación y los primeros cm del suelo (formando un cubo).
- Se construyó un bordo de tierra apisonada de unos 10 cm de altura, rodeando dicho cuadrado.
- Se colocó agua en el cuadrado de forma de asegurar la saturación del perfil.
- Se cubrió el cuadrado con un plástico (aproximadamente 2 x 2 m) para prevenir las pérdidas por evaporación y los aportes por precipitación.
- Luego de 48 h, se retiró el plástico y se sacaron muestras a 30 cm. Las muestras (200 g) se extrajeron con un barreno.
- Cada una de las muestras fueron identificadas en las tres zonas (alta, media y baja) y se procedió a calcular con un analizador de humedad MA50X2ICA-WH, durante tres días consecutivos.
- Se realizó la actualización catastral.



Gráfico 3-3: Metodología de (CC) y (PMP)

Realizado por: Núñez, Jorge, 2023

3.10.3.2.2 Densidad aparente

La metodología de trabajo fue la siguiente (Pizarro, 1996, p.122) (Gráfico 4-3):

- Se eligieron los puntos de toma en la zona alta, media y baja.
- Con un azadón se eliminó toda la vegetación y los primeros cm del suelo de una zona de aproximadamente 50 x 50 cm. La superficie de este cuadrado se la niveló hasta que quedó horizontal (nivel de carpintero).
- Después de limpiar y nivelar la superficie, con una pala de corte se marcó un cuadrado de aproximadamente 20 x 20 cm. Posterior a esto se comenzó a extraer el suelo de su interior con una pala de jardinero hasta alcanzar los 30 cm, colocándolo en una bolsa de plástico.
- Se forró el pozo con plástico y se llenó con agua hasta que el nivel enrasó el mismo, esto con la ayuda de una jarra graduada.
- La tierra extraída de la excavación se pesó en la totalidad y una pequeña cantidad se la envió al laboratorio para el pesado y secado correspondiente, para tener el resultado de peso seco.



Gráfico 4-3: Metodología densidad aparente

Realizado por: Núñez, Jorge, 2023

3.10.3.2.3 Agua disponible

Para calcular el agua disponible en el suelo, según Fuentes (1999, p.56), 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

3.10.3.2.4 Lámina de agua aprovechable

La lámina de agua aprovechable, según Calvache (2012, p.123), 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 (g mL⁻¹)
- r = Profundidad de enraizamiento (cm) (depende de la etapa fenológica de los cultivos).

3.10.3.2.5 Lámina neta

Para la lámina neta, según Baca (2021, p.25), 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.

3.10.3.2.6 Lámina bruta

La lámina bruta, según Baca (2021, p.25), se calculó con la ecuación [4]:

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

Dónde:

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

3.10.3.3 Infiltración

El método que se trabajó en el estudio fue el de “Infiltrómetro de doble cilindro” (Gráfico 5-3). Para el desarrollo de la prueba se trabajó con los siguientes pasos:

- Las pruebas de infiltración se realizaron en las tres zonas (alta, media y baja).
- Se colocó el cilindro de doble anillo en el lugar elegido y se introdujo en el suelo mediante golpes con combo hasta que penetró 15 cm.
- Se niveló con un “nivel de carpintero” para tener en una posición vertical.
- Se llenó de agua el espacio comprendido entre ambos cilindros hasta una altura de 5 – 10 cm.
- Se colocó un plástico dentro del cilindro interior y se llenó de agua hasta una la altura de 15 – 20 cm, se quitó cuidadosamente el plástico y se marcó el nivel del agua en el cilindro.
- Se anotó en el formato de registro la hora en el que marcó el nivel inicial del agua.
- Las primeras lecturas se las realizó con intervalos de tiempo de 1 min, después cada 3 – 5 – 10 – 15 – 30 y 60 min.
- Cuando el agua bajó hasta una altura de unos 3 cm, se rellenó el cilindro central hasta el nivel inicial.
- Durante toda la prueba, el agua entre en los dos cilindros mantuvo su nivel para evitar el movimiento lateral.



Gráfico 5-3: Proceso para la obtención de datos de infiltración.

Realizado por: Núñez, Jorge, 2023

Para el cálculo de la velocidad de infiltración e infiltración acumulada, se trabajó con el modelo Kostiakov (1932, p.12), modificado por Lewis (ecuación [5]):

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

Dónde:

- I = velocidad de infiltración (cm h-1).

- 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.

Según Kostiakov (1932, p.12), tiene valores entre -1 y 0, siendo su valor más común -0.5. Para expresar la I en cm min⁻¹ se divide la ecuación dentro de 60 y para obtener la lámina de infiltración acumulada (z) integra la ecuación entre los límites de t = 0 y t = t (ecuación [6])

$$I = (K \cdot t^n) / 60 \quad [6]$$

Según Kostiakov (1932, p.12), la velocidad de infiltración instantánea será: I es la lámina total de agua infiltrada (cm min⁻¹ x min = cm) a la que se denomina Z.

Dónde:

- Z = lámina total infiltrada (cm).
- t = tiempo acumulado necesario para que se infiltre la lámina Z (min).
- K y n = Parámetros de la ecuación de Kostiakov Lewis.

3.10.3.4 Necesidades totales

Para esta variable se incluye:

3.10.3.4.1 Cédula de cultivos

La cédula de cultivos se definió a través de la fotografía aérea, la misma que expuso a detalle todos los cultivos presentes en el Módulo 4, la misma se sistematizó en un archivo GIS y se procesó en una hoja de cálculo para obtener los cuadros finales con superficie y porcentaje.

3.10.3.4.2 Precipitación

Para el cálculo de precipitación se obtuvo los datos de dos estaciones meteorológicas (Tabla 2-3).

Tabla 2-3: Zonas de muestreo del módulo 4

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: Núñez, Jorge, 2023

Para calcular de la precipitación se trabajó con la siguiente metodología:

- Los datos se tabularon en formato Excel.
- Los datos obtenidos de la estación M057 fue un historial de 19 años y para la estación M243 fue de 17 años.
- El cálculo se realizó con la utilización del software CROPWAT 8.0 a una probabilidad del 60% de ocurrencia.
- Se interpolaron los datos de las dos estaciones con la ayuda del software GIS con la herramienta IDW (Distancia Inversa Ponderada).

3.10.3.4.3 Evapotranspiración de referencia (Eto)

Para desarrollar esta variable se trabajó de la siguiente manera:

- Se obtuvo los datos de las estaciones meteorológicas, que fueron: temperatura (promedio, máxima y mínima), humedad relativa (promedio), horas de sol (promedio), velocidad del viento (promedio). Se tabularon los datos en formato Excel.
- Los datos que se trabajaron para el estudio fueron de 26 años para la estación M057 y de 25 años para la estación M243.
- Para el cálculo de la Eto se trabajó con los métodos de Thornthwaite (excel) y Penman-Monteith (Software FAO-CROPWAT 8.0). Los datos de Eto de las 2 estaciones se interpolaron mediante la utilización de la herramienta GIS mediante el método IDW.

3.10.3.4.4 Balance hídrico

Para determinar el balance hídrico se estableció un estado de entradas y salidas, para el caso de las entradas se consideró la precipitación y para las salidas se estipuló la Etc.

3.10.3.4.5 Coeficiente de cultivo (Kc)

Se utilizó el método de Hargraves (1983, p.6), que tiene relación con el ciclo de cultivo y los meses de siembra y cosecha (ecuación [7]):

$$Kc = 0.01335 + 0.04099 \text{ } \odot - 0.00040 \text{ } \odot^2 \quad [7]$$

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

3.10.3.4.6 Evapotranspiración del cultivo (Etc)

Para el cálculo de esta variable se trabajó con la ecuación expuesta [8] (Allen, 2006, p.15):

$$ETc = ETo \times Kc \quad [8]$$

Dónde:

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

3.10.3.4.7 Necesidad neta

La necesidad neta, según Baca (2021, p.12), se calculó con la ecuación [9]:

$$Nn = ETc - P \quad [9]$$

Dónde:

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

3.10.3.4.8 Necesidad total

Las necesidades o demandas totales, según Baca (2021, p.12), se calcularon con la ecuación [10].

$$Nt = Nn/Ef \quad [10]$$

Dónde:

- Nt = Necesidad total.
- Nn = Necesidad neta.
- Ef = Eficiencia del método de riego.

3.10.3.5 Método de riego, tipo de material y emisor

Para seleccionar el método, tipo de material y emisor en la localidad se contemplaron los siguientes parámetros:

- Topografía del terreno y la forma de la parcela.
- Características físicas del suelo, relieve y clima de la zona (zona agroecológica)
- Tipo de cultivo, del cual debe conocerse sus requerimientos de agua para generar producciones máximas, así como su comportamiento en situaciones de falta de agua.
- La disponibilidad de agua y el costo de esta.
- La calidad del agua de riego.
- La disponibilidad de mano de obra.

- El costo de las instalaciones de cada sistema de riego, tanto en lo que se refiere a inversión inicial como en la operación y mantenimiento del sistema.

3.10.4 Estudio social

Para el desarrollo del diagnóstico social se levantaron datos de fuentes primarias, es decir, de los futuros regantes que están presentes en el Módulo 4. Esta información se levantó con el apoyo de cinco estudiantes de la carrera de Recursos Renovables de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y la aplicación KOBO a través de celulares (Gráfico 6-3). Para determinar el número de encuestas, se planteó el método de población finita, según Hurtado (2020, p.115), con la ecuación [11].

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot q}{e^2 \cdot (N - 1) + Z^2 \cdot p \cdot q} \quad [11]$$

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



Gráfico 6-3: Levantamiento de encuestas

Realizado por: Núñez, Jorge, 2023

En lo referente a fuentes secundarias, se identificaron y analizaron bases de datos de fuentes oficiales como: a) Censo de Población y Vivienda (INEC), b) Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de Guano; con la finalidad de generar indicadores y estadísticas de población, actividades económicas, actividades productivas y otras que describan distintas variables de la zona de estudio.

3.10.5 Estudio agroeconómico

Para el estudio agroeconómico se trabajó bajo la propuesta de dos escenarios, el uno sin proyecto (sin riego tecnificado) y el otro con proyecto (con riego tecnificado). Bajo el escenario sin proyecto se trabajó con la metodología de grupos focales, visitas en campo, entrevistas a informantes claves (agricultores) y a dirigentes (Fig. 7-3). La información que se recopiló fue de producción agrícola, costos, ingresos y egresos de acuerdo con la cédula de cultivos de la localidad, mientras que, para el escenario con proyecto se trabajó con supuestos argumentados mediante consulta y toma de datos de áreas similares con riego tecnificado. Se establecieron diferencias cuantificables bajo estos dos escenarios. La metodología que se llevó a cabo fue la siguiente:

- Realización de grupos focales, visitas de campo, entrevistas, levantamiento de información in situ.
- Se trasladó la información a una hoja Excel.
- Se convirtieron los datos a unidades de medidas estándar.
- Se elaboró la cédula de cultivos.
- Se generaron los costos y beneficios agrícolas.
- Se elaboró el flujo de caja del proyecto.



Gráfico 7-3: Levantamiento de información agroeconómica

Realizado por: Núñez, Jorge, 2023

3.10.6 Estudio financiero

El estudio financiero se realizó en una hoja de Excel con el cálculo de los ingresos incrementales o diferencias de las utilidades de los escenarios sin proyecto versus el escenario con proyecto, por otro lado, se analizaron las inversiones o egresos mediante la cuantificación de las obras de infraestructura. La metodología que se trabajó fue la siguiente: Cálculo de indicadores financieros, 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).

3.10.7 Diseño hidráulico de infraestructura principal

3.10.7.1 Diseño estructural

El diseño estructural de obras se elaboró acorde a la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-15 y la ACI 318-14 del American Concrete Institute.

Diseño hidráulico de red principal y secundaria: Los criterios para diseño hidráulico fueron los siguientes:

- Caudal: El caudal de diseño se definió con base en las necesidades de riego, el mismo que se repartió a los 12 módulos de acuerdo con la superficie de estos, hay que tomar en cuenta si el caudal concesionado es suficiente para cubrir la demanda de agua en la localidad.
- Presiones estáticas y dinámicas en redes principal y secundaria: Para definir las presiones hay que considerar las pérdidas de carga, las mismas que se calcularon con el método de Darcy. El software que se utilizó para el cálculo de las redes principal y secundarias fue el IRRICAD.
- Velocidades: Las velocidades máximas y mínimas se determinaron por el tipo de material a utilizarse, para este proyecto se utilizó tuberías de PVC (policloruro de vinilo), por lo que se conservó una velocidad mínima de 0.5 m s^{-1} y una velocidad máxima de 2.5 m s^{-1} .

3.10.7.2 Diseño de reservorio

Para el diseño del reservorio, se tomó en cuenta el cálculo del volumen, el cual estuvo con base en el caudal de diseño. Por otro lado, otro factor a considerar fueron las horas de operación del sistema, las mismas que fueron calculadas para cubrir las demandas de riego.

3.10.7.3 Diseño de obras de arte

Al tratarse de diseños específicos se realizaron de acuerdo con las necesidades de cada módulo, por ejemplo: tanques, cajas, casetas y otros diseños.

3.10.7.4 Diseño de válvulas

Las válvulas se dimensionaron de acuerdo con la operación y funcionamiento del sistema, para esto se consideraron presiones, caudales, y disponibilidad en el mercado local.

3.10.8 Diseño hidráulico de red parcelaria

Los sistemas parcelarios establecen el consumo interno dentro de parcela en términos de caudales, con ello la determinación del diámetro de las válvulas de apertura y cierre (hidrantes) en cabecera de parcela y el dinamismo del funcionamiento del sistema en función de los tiempos de riego y la frecuencia (turnados). La metodología del diseño hidráulico parcelario se detalla a continuación:

- La selección del método de riego fue con base en el cultivo a implementarse y la socialización en territorio.
- La selección del emisor fue de acuerdo con las características agronómicas de la zona y se consensuó con el equipo técnico y comunidad. El emisor por diseñar posee un rango de presiones de operación expuesto por el fabricante, al momento del diseño se garantizaron estas presiones.
- Se necesitó como base la topografía y la actualización catastral para el diseño.
- El diseño que se realizó fue bajo la metodología lote por lote con el software IRRICAD (Nelson Irrigation).

Los parámetros hidráulicos por considerar a nivel parcelario fueron:

- Caudales de consumo (10% de variación).
- Velocidades máximas y mínimas de la línea principal (0.5 - 2.5 m s⁻¹).
- Presiones de operación (20% de variación) y pérdidas de carga (Darcy Weisbach).
- Los diámetros y espesor de tuberías se consideraron de acuerdo con los caudales, velocidades y presiones.

3.10.8.1 Turnados de riego

Para determinar los turnados se consideró una operación del sistema de 12 h, es decir, 12 h de almacenamiento, se calculó los tiempos de operación de los emisores y los intervalos de riego. Los turnados también se analizaron de acuerdo con la similitud de cotas.

3.10.9 Presupuesto y especificaciones técnicas

3.10.9.1 Cálculo de volúmenes de obra

Para el cálculo de volúmenes de obra se utilizaron los reportes de los softwares y conteo manual en hoja Excel.

3.10.9.2 Análisis de precios unitarios

La metodología para el análisis de precios unitarios fue la siguiente:

- El programa que se utilizó fue el Punís V.10. (documento .xlsx)
- Las cantidades de obra y análisis de precios unitarios se compatibilizaron con los procedimientos constructivos, métodos de medición y bases de pago.
- Para el costo de mano de obra se tomó como base los salarios de mano de obra expuestos anualmente por parte de la Contraloría General del Estado. Por otro lado, los precios de materiales y equipos se determinaron con proformas de proveedores.

3.10.9.3 Presupuesto general

El Presupuesto de obra se calculó con base en las cantidades de obra y los análisis de precios unitarios, se diferenciaron los costos directos, indirectos (gastos generales fijos, variables, utilidad) y los impuestos.

3.10.9.4 Especificaciones técnicas

Estas especificaciones se desarrollaron para cada rubro del proyecto en términos de especificaciones particulares y tuvieron como base las recomendaciones y soluciones formuladas por cada especialista, así como las Especificaciones para la Construcción, la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC2015, ACI-318-14 y Norma Técnica Ecuatoriana INEN-ISO 18091.

3.11 Instrumentos para procesar datos recopilados

Los instrumentos para procesar los datos se indican para cada uno de los componentes en la siguiente tabla.

Tabla 3-3: Instrumentos para procesar los datos recopilados

Estudio	Actividad	Instrumento de recolección de datos
Base	Topografía	Puntos de control
		Dron

	Actualización y validación de catastro	Catastro del GAD Guano Dron
	Sectorización	Dron
	Análisis de los derechos de agua	Autorización de Agua
		Documento GAD Chimborazo
Complementarios	Aforos	Documento GAD Chimborazo
	Ensayo SPT (Standard Penetration Test)	Instrumentos de perforación y análisis de laboratorio
	Ensayo Triaxial	Instrumentos de perforación y análisis de laboratorio
	Análisis de Agua	Envases y análisis de laboratorio
	Análisis químico del suelo	Muestras y análisis de laboratorio
Diseño Agronómico	Patrón de cultivos	Fotografía aérea
	Láminas netas	Estufa, Balanza, barreno, probeta, matriz de datos
	Infiltración	Cilindros, matriz de datos
	Necesidades totales	Estaciones meteorológicas, matriz de datos
	Método de riego y emisor	Encuestas, estudio de mercado, matriz de datos
Estudio Agroeconómico	Cédula de cultivos	Encuestas
	Costos y beneficios agrícolas	Encuestas, Páginas de precios
Estudio Financiero	Indicadores financieros	Encuestas
Diseño Hidráulico de Infraestructura	Diseño estructural	Topografía y fotografía aérea
	Diseño hidráulico de redes	Topografía, fotografía aérea, turnados
	Diseño de reservorio	Redes y Topografía
	Diseño de obras de arte	Topografía y fotografía aérea
	Diseño de válvulas	Topografía y fotografía aérea
	Diseño de hidrantes	Diseño hidráulico parcelario
Diseño Hidráulico de Red Parcelaria	Diseño hidráulico de redes	Topografía, fotografía aérea, catastros, emisor y método de riego
	Turnados	Diseño hidráulico parcelario
Presupuesto y Especificaciones técnicas	Cálculo de volúmenes de obra	Diseño general, proformas
	Análisis de precios unitarios	Diseño general, proformas, sueldos
	Desagregación tecnológica	Diseño general, proformas
	Presupuesto general	Diseño general, proformas
	Especificaciones técnicas	Fichas técnicas de materiales y accesorios
	Manual de operación y mantenimiento	Manual JURECH, Diseño general

Realizado por: Núñez, Jorge, 2023

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Estudios base

4.1.1. Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico del área del proyecto tuvo un total de 491.28 ha; en el Módulo 4 perteneciente a Chingazo Alto la superficie fue de 38.44 ha brutas y 35.54 ha netas de riego (ANEXO A). En esta área las cotas van desde los 2705 a 2631 msnm (Gráfico 1-4).

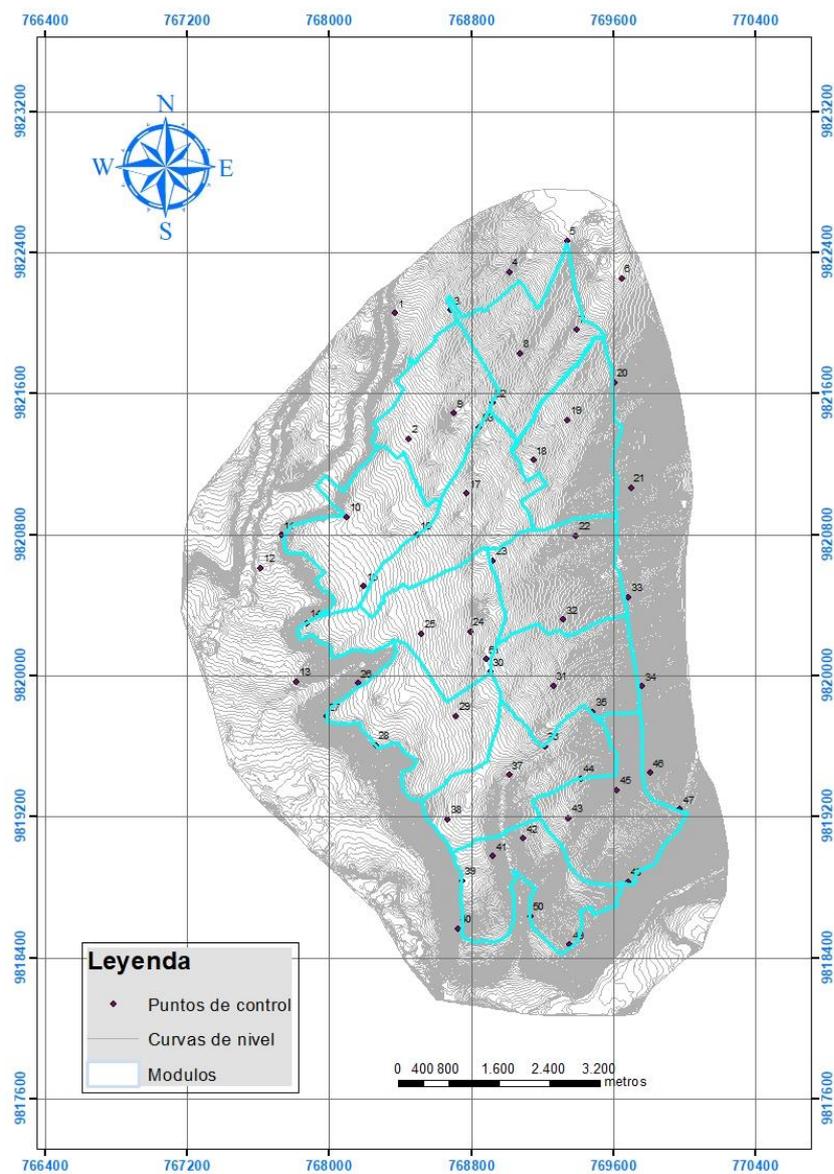


Gráfico 1-4: Levantamiento topográfico proyecto Los Chingazos.

Realizado por: Núñez, Jorge, 2023

4.1.2. Actualización y validación de catastro

El catastro en el módulo 4, se compone de 101 lotes con 86 familias (Tabla 1-4). Existe una tenencia de 0.46 ha familia⁻¹. La distribución en los planos se adjunta en el ANEXO B.

Tabla 1-4: Catastro del módulo 4

Código	Usuario	Área Total (ha)	Área Neta (ha)	Código	Usuario	Área Total (ha)	Área Neta (ha)
M04-001	Tomás Amaguaya	0.7431	0.683667	M04-051	Salvino Sarunga	0.8952	0.862363
M04-002	Mónica Vargas	0.2485	0.212283	M04-052	Humberto Llango	0.3885	0.388518
M04-003	Alberto Tierra	0.2846	0.284638	M04-053	Herederos Quispillo	0.4504	0.450363
M04-004	Rocío Tierra	0.2195	0.192413	M04-054	Edgar Condo	19.684	1.935.516
M04-005	Norma Tierra	0.1365	0.122003	M04-055	Humberto Llango	0.6210	0.620976
M04-006	Norma Tierra	0.0739	0.072202	M04-056	Manuel Llango	0.2664	0.24995
M04-007	Alberto Tierra	0.2406	0.239954	M04-057	Humberto Llango	0.1773	0.177347
M04-008	Profesor	0.0573	0.057326	M04-058	Marco Llango	0.2596	0.230703
M04-009	Carmen Quispillo	0.4345	0.391706	M04-059	Rosa Vilema	0.3674	0.354011
M04-010	Marco Vilema	0.3957	0.39566	M04-060	Humberto Llango	0.3021	0.30084
M04-011	Moisés Vilema	0.5125	0.512459	M04-061	Alicia Vilema	0.1898	0.189809
M04-012	Néstor Coronel	0.2939	0.249895	M04-062	Ángel Lara	0.2512	0.251169
M04-013	Moisés Vilema	0.3523	0.352297	M04-063	Ángel Guerrero	0.0995	0.089961
M04-014	Moisés Vilema	0.2229	0.222918	M04-064	Germán Arévalo	0.4225	0.407047
M04-015	Carmen Amaguaya	11.214	1.111.099	M04-065	Mario Paguay	12.476	118.784
M04-016	Herederos Coronel	0.1575	0.157468	M04-066	Nicanor Hidalgo	0.0870	0.077275
M04-017	David Aldaz	11.254	1.067.871	M04-067	Rubén Hidalgo	0.3456	0.331396
M04-018	Rodrigo Avalos	0.6545	0.592485	M04-068	Pola Llogo	0.5111	0.511068
M04-019	Isaura Paredes	0.4187	0.380061	M04-069	Silvio Becerra	0.5671	0.567116
M04-020	René Paguay	0.2510	0.250962	M04-070	Luis Becerra	10.624	1.036.188
M04-021	Freddy Paguay	0.3980	0.357209	M04-071	Javier Becerra	0.4106	0.38349
M04-022	Tomás Chauca	0.4834	0.474431	M04-072	Teodora Amaguaya	0.5420	0.512243
M04-023	Consuelo Usca	0.2958	0.295225	M04-073	Herederos Espín	0.1964	0.196377
M04-024	Jorge Pilco	0.7870	0.774465	M04-074	Humberto Llogo	0.5715	0.571454
M04-025	María Usca	0.7823	0.741046	M04-075	Rosa Hidalgo	0.1329	0.114914
M04-026	Rolando Llango	0.2114	0.201771	M04-076	Juana Hidalgo	0.7834	0.743717
M04-027	Rafael Hidalgo	0.1323	0.132303	M04-077	William Llango	0.3089	0.282198
M04-028	Pedro Licango	0.3665	0.366539	M04-078	Roberto Becerra	0.1606	0.130778
M04-029	Hilda Arévalo	0.6014	0.557964	M04-079	Lupe Becerra	0.1617	0.09765
M04-030	Hermínía Lara	0.2987	0.298739	M04-080	Juan Paguay	0.9560	0.888029
M04-031	Marco Hidalgo	0.0884	0.088402	M04-081	Santos Paguay	0.2315	0.219906
M04-032	Miguel Quispillo	0.2104	0.210395	M04-082	Rafael Hidalgo	0.1829	0.182944
M04-033	Cooperativa San Gerardo	0.0996	0.099577	M04-083	Herederos Paguay	0.1158	0.115842
M04-034	Rocío Vallejo	14.320	1.425.618	M04-084-a	Alfonso Hidalgo	0.0920	0.091968
M04-035	Yanía Paguay	0.2484	0.248401	M04-084-b	Jorge Hidalgo	0.0906	0.082034
M04-036	Liseth Lara	0.1209	0.120907	M04-084-c	Andy Hidalgo	0.1114	0.111412
M04-037	Ermelinda Usca	0.0920	0.092049	M04-085	Rosa Espín	0.1881	0.188095
M04-038	Tomás Chauca	0.1848	0.184808	M04-086	René García	0.3087	0.307475
M04-039	Lucila Usca	0.2956	0.295603	M04-087	Luis Paguay	0.2193	0.219316
M04-040	Edwin Lara	0.6502	0.645931	M04-088	Luis Paguay	0.2437	0.243749
M04-041	Rogelio Parra	0.2167	0.195916	M04-089	Celio Paguay	0.6114	0.611402
M04-042	Rosa Vargas	0.1063	0.106269	M04-090	Sr. Coloma	0.1153	0.115322
M04-043	Rocío Vallejo	0.0453	0.045315	M04-091	Juan Paguay	0.0718	0.071789
M04-044	Margarita Vargas	0.1063	0.106269	M04-092	Herederos Becerra	0.6401	0.640096
M04-045	Rosa Vargas	0.1081	0.108105	M04-093	Herederos Becerra	0.3856	0.36407
M04-046	Isabel Vargas	0.2728	0.272809	M04-094	Rubén Hidalgo	0.0639	0.062895
M04-047	Isabel Vargas	0.0587	0.058688	M04-095	Rubén Hidalgo	0.0635	0.063518
M04-048	Isabel Vargas	0.0578	0.057755	M04-096	Rubén Hidalgo	0.0674	0.067432
M04-049	Paco Colcha	0.1213	0.121264	M04-097	Nicanor Hidalgo	0.1725	0.161928
M04-050	Hortensia Usca	0.5734	0.573403	M04-098	William Llango	15.688	1.514.149
				M04-099	Nicanor Hidalgo	0.8055	0.493595

Realizado por: Núñez, Jorge, 2023

4.1.3. Sectorización

La sectorización de los módulos en el proyecto Los Chingazos fue en número de 12 (ANEXO C), cada módulo tiene una superficie promedio de 40 ha, con la finalidad de repartir los caudales de forma equitativa (Gráfico 2-4).

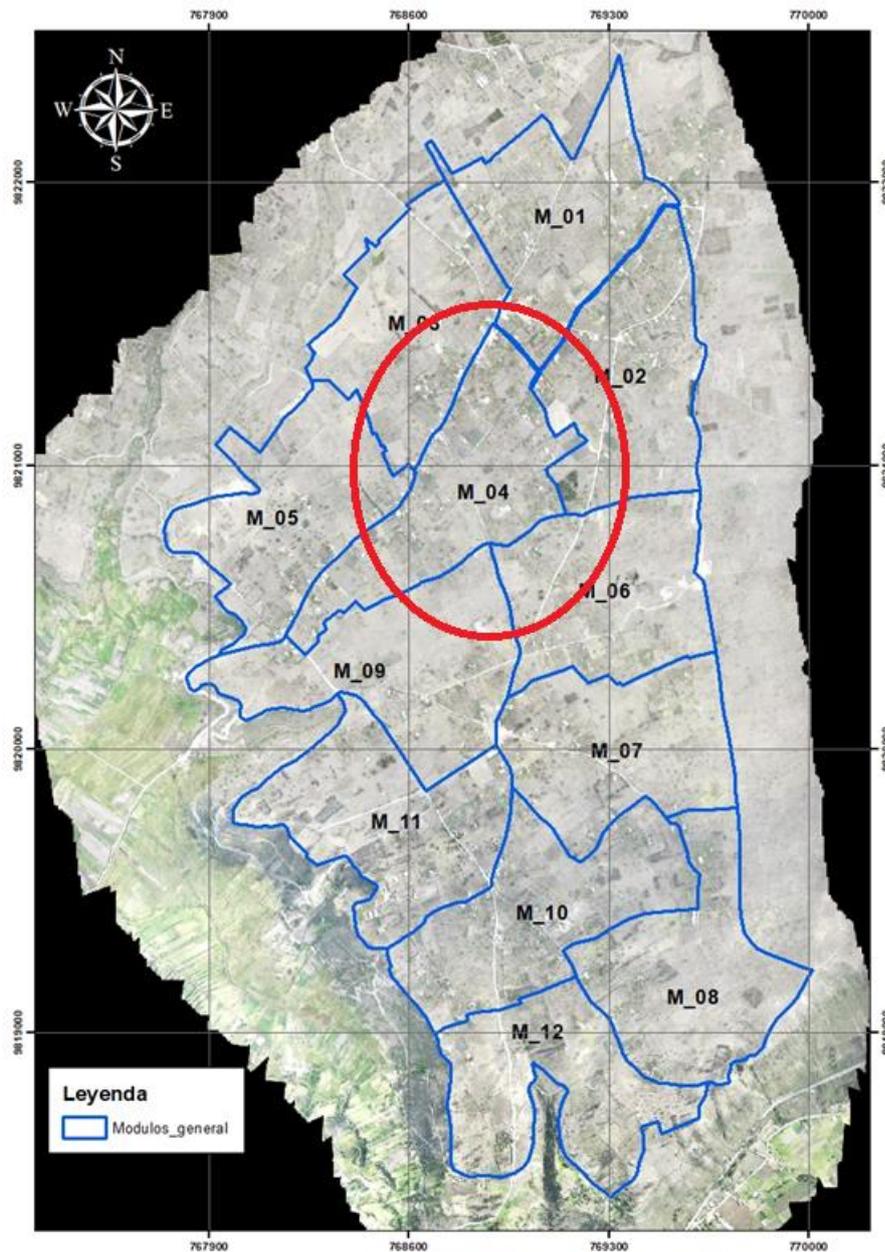


Gráfico 2-4: Sectorización del proyecto de riego Los Chingazos

Realizado por: Núñez, Jorge, 2023

4.1.4. Análisis de los derechos de agua

La localidad de Chingazo Alto tiene una asignación de 91 L s^{-1} para distribuir en 202 ha, es decir, existe una dotación de $0.45 \text{ L s}^{-1}\text{ha}^{-1}$. Por otro lado, la necesidad hídrica de la zona es de 3.02 mm día^{-1} lo que se expresa en un caudal ficticio continuo de $0.35 \text{ L s}^{-1}\text{ha}^{-1}$. Si se toma como referencia Chingazo Alto la oferta es de 91 L s^{-1} y el requerimiento es de 70.7 L s^{-1} , entonces el agua que se tiene en fuente es suficiente para abastecer los requerimientos hídricos de la localidad. En el caso del módulo 4 la oferta de agua es de 91 L s^{-1} para cinco módulos, lo que representa un caudal

promedio de 18 L s⁻¹. Por otro lado, el requerimiento hídrico para este sector es de 13.45 L s⁻¹, por lo tanto, la demanda es menor a la oferta, lo que se traduce en que el caudal de dotación para el módulo 4 es suficiente para cubrir los requerimientos hídricos. Luego de analizar la oferta y la demanda de agua, se demuestra que los derechos se pueden asignar a la totalidad de los lotes bajo una propuesta técnica de presurización del riego. Cabe indicar que, en esta localidad no tienen una estructura de derechos que les permita distribuir el agua de forma correcta y estos cálculos tienen como base el área bruta.

4.2 Estudios complementarios

4.2.1. Aforos

El aforo para el primer punto a la salida del sifón es de 460 L s⁻¹ y para la toma de Chingazo Alto el caudal es de 91 L s⁻¹ (ANEXO D).

4.2.2. Ensayo SPT (Standard Penetration Test) y Triaxial

Los ensayos demuestran que los suelos presentes en el sitio para la implantación del reservorio en Chingazo Alto están conformados por arenas limosas (ANEXO E), las mismas que son pobres graduadas e inestables de color café oscuro, es decir, no son convenientes para revestimientos porque tienen un apoyo pobre para cimentaciones (Carrazón, 2007, p.21). Para los cálculos estructurales se consideró el valor de capacidad admisible del suelo a 4 m del nivel de cimentación que está en el valor de 13 Ton m⁻² (Tabla 2-4).

Tabla 2-4: Capacidad admisible del suelo y ángulo de fricción a diferentes niveles de cimentación.

Nivel de cimentación (m)	Profundidad (m)	Capacidad admisible suelo (Ton m ⁻²)	Ángulo de fricción (°)	Observación
0.00 - 0.50	0.50	4.95	29	Arenas Limosas
0.50 - 1.50	1.00	4.95	29	Arenas Limosas
	1.50	9.89	30	
1.50 - 2.50	2.00	9.89	30	Arenas Limosas
	2.50	10.88	30	
2.50 - 3.50	3.00	10.88	30	Arenas Limosas
	3.50	10.88	30	
3.50 - 4.50	4.00	12.86	31	Arenas Limosas
	4.50	14.84	31	

Fuente: Laboratorio Integral de la Construcción LIC

Realizado por: Núñez, Jorge, 2023

4.2.3. Análisis de agua

Los resultados del análisis de agua indican que todos los parámetros están dentro del límite permisible, por lo tanto, ninguna de las variables será influyente al momento de tecnificar el riego (ANEXO F).

4.2.3. Análisis químico de suelos

Los resultados muestran que existen niveles bajos de nitrógeno, manganeso, y materia orgánica, además que el potencial de hidrógeno (pH) es neutro (ANEXO G). La carencia de los elementos expuestos puede repercutir de forma directa en la productividad de los cultivos, en este sentido, según Marschner (2011), indica que la ausencia de nitrógeno limita el desarrollo de las hojas, lo que afecta a la producción. Por otro lado, una deficiencia de manganeso produce una clorosis (color amarillo) internerval en hojas jóvenes (Bertsch, 1986, p.12). Para finalizar, en lo referente a materia orgánica, suelos con menos de 3% tienen contenido bajo (Kass, 1996, p.15), un bajo contenido de materia orgánica influye en la retención de humedad y en las reservas N, P y S en el suelo (Marschner 2011, p.18).

4.3 Diseño Agronómico

4.3.1. Patrón de cultivos

El Patrón de cultivos en el módulo 4 se definió por: maíz con 2.10 ha, fresa con 1.22 ha, alfalfa con 0.89 ha, limón con 0.74 ha, mora con 0.70 ha y tuna con 0.38 ha (Gráfico 3-4).

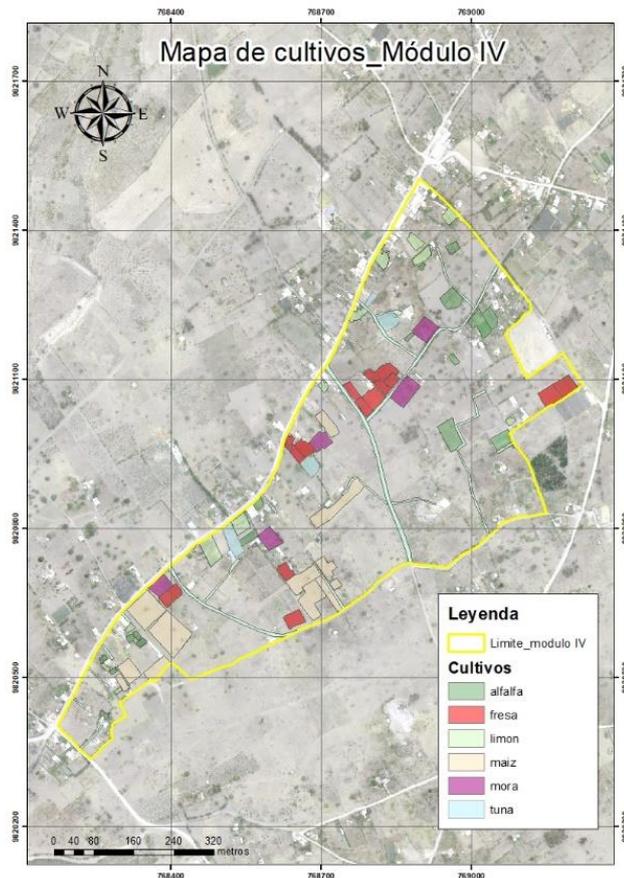


Gráfico 3-4: Patrón de cultivos del módulo 4.

Realizado por: Núñez, Jorge, 2023

4.3.2. Láminas netas

4.3.2.1 Capacidad de Campo (CC) y Punto de Marchitez Permanente (PMP)

Los resultados para las tres zonas de estudio en el módulo 4, están en función de la textura del suelo. Según Vega (2020, p.14) indica que los suelos con textura arenosa franca tienen un valor de Capacidad de Campo entre 9.81 a 9.93%, estos valores son coherentes al comparar los del presente estudio. Por otro lado, los suelos arenosos tienen un porcentaje de Capacidad de Campo entre 6-14% con una media de 9% (Cadena, 2017, p.22). De acuerdo con las zonas de estudio en el módulo 4 la Capacidad de Campo está en el rango de 9.14 y 11.10% (Tabla 13-4).

4.3.2.2 Densidad aparente

Los valores de densidad aparente para el módulo 4 están en relación con la textura de suelo, cuyos valores oscilan entre 1.38 y 1.45 g mL⁻¹ (Tabla 3-4). Según Calvache (2012, p.125), indica que, los suelos de textura liviana (arenosos) tienen una densidad aparente entre 1.4 a 1.6 g mL⁻¹. Así

mismo, Baca (2021, p.15), menciona que suelos arenosos tienen una densidad aparente entre 1.4 a 1.65 g mL⁻¹. Por lo tanto, para los dos autores los resultados están dentro de los parámetros.

Tabla 3-4: Densidad aparente del módulo 4

Variable	Zonas		
	Alta	Media	Baja
Peso fresco total muestra (g)	11260	9670	11215
Peso fresco submuestra (g)	1869	1977	1324
Peso seco submuestra (g)	1819	1834	1241
Volumen de agua en el pozo (mL)	7675	6500	7250
Peso seco total muestra (g)	10958.77	8970.55	10511.94
Densidad aparente (g mL ⁻¹)	1.43	1.38	1.45

Fuente: Laboratorio Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Santa Catalina

Realizado por: Núñez, Jorge, 2023

4.3.2.3 Agua disponible

El agua disponible para las tres zonas está en el rango de 4.60 y 5.55% (Tabla 4-4), estos resultados se corroboran según Vega (2020, p.17), quien menciona que suelos arenosos tienen rangos de humedad gravimétrica entre el 4 y 7%. Además, para suelos arenosos la humedad disponible está entre 4 y 6% (Cadena, 2017, p.18).

Tabla 4-4: Densidad aparente del módulo 4

Zona	Textura	CC (%)	PMP (%)	Agua Disponible (%)
Alta	Arenosa Franca	9.19	4.60	4.60
Media	Arenosa Franca	9.14	4.57	4.57
Baja	Arenosa Franca	11.10	5.55	5.55

Realizado por: Núñez, Jorge, 2023

4.3.2.4 Lámina de agua aprovechable (LAA)

Una de las variables a considerar en el cálculo de la lámina de agua aprovechable es el enraizamiento de los cultivos (r), para el estudio del módulo 4 se trabajó con un promedio aproximado de 60 cm (Tabla 5-4).

Tabla 5-4: Enraizamiento de los cultivos del módulo 4

Cultivo	Enraizamiento (cm)
Maíz	30
Fresa	25
Alfalfa	100
Limón	120
Mora	50
Tuna	40

Realizado por: Núñez, Jorge, 2023

Los resultados de la lámina de agua aprovechable para las tres zonas de estudio muestran valores que se sujetan entre los 37 y 48 mm aproximadamente (Tabla 16-4), según Baca (2021, p.18), indica que suelos de textura liviana (arenosos) alcanzan láminas de agua aprovechable de 38 mm a una profundidad radicular de 300 mm.

4.3.2.5 Lámina neta (LN)

La lámina neta presenta los resultados acordes a un factor de secado del 50% (Tabla 16-4), según Tarjuelo (2017, p.98), indica que para especies frutales el factor de secado es del 0.50, mientras que Fuentes (1999, p.143), menciona que, en cultivos de mora y cítricos se expone un factor de secado entre 0.4 y 0.6.

4.3.2.6 Lámina bruta (LB)

La eficiencia del método de riego forma parte para el cálculo de esta variable (ecuación 3), es así que, al tener cultivos que se pueden irrigar bajo los métodos de aspersión y goteo, se tomó el dato del 85% (Tabla 6-4). La propuesta de eficiencia del método es conservadora, porque según Pizarro (1996, p.178), el riego por aspersión alcanza un 85% de eficiencia y el riego por goteo un 95%. Además, según Calvache (2012, p.162), indica que riego el riego por aspersión sin la presencia de vientos alcanza una eficiencia del 85% y en goteo un 95%. Para fines de cálculo resulta importante trabajar con números cerrados y no con decimales, para ello se utilizó un valor del 85% de eficiencia y no de 86.67%.

Tabla 6-4: Eficiencia del método de riego del módulo 4

Cultivo	Método de riego	Eficiencia método (%)
Maíz	aspersión	80.00
Fresa	goteo	90.00
Alfalfa	aspersión	80.00
Limón	goteo	90.00
Mora	goteo	90.00
Tuna	goteo	90.00
Promedio		86.67
Aproximado		85.00

Realizado por: Núñez, Jorge, 2023

Los resultados de lámina bruta están en el promedio de 22.10 mm al 85% de eficiencia del método de riego (Tabla 7-4) (ANEXO H).

Tabla 7-4: Lámina bruta del módulo 4

Zona	da (g mL ⁻¹)	r (cm)	f	LAA (mm)	LN (mm)	Ef. (%)	LB (mm)
Alta	1.43	60	0.45	39.37	17.71	0.85	20.84
Media	1.38	60	0.45	37.84	17.03	0.85	20.03
Baja	1.45	60	0.45	48.28	21.73	0.85	25.56
Promedio	1.42	60	0.45	41.75	18.79	0.85	22.10

da = Densidad aparente

r = Profundidad de enraizamiento

f = Factor de secado

LAA = Lámina de Agua Aprovechable

LN = Lámina Neta

Ef. = Eficiencia de riego

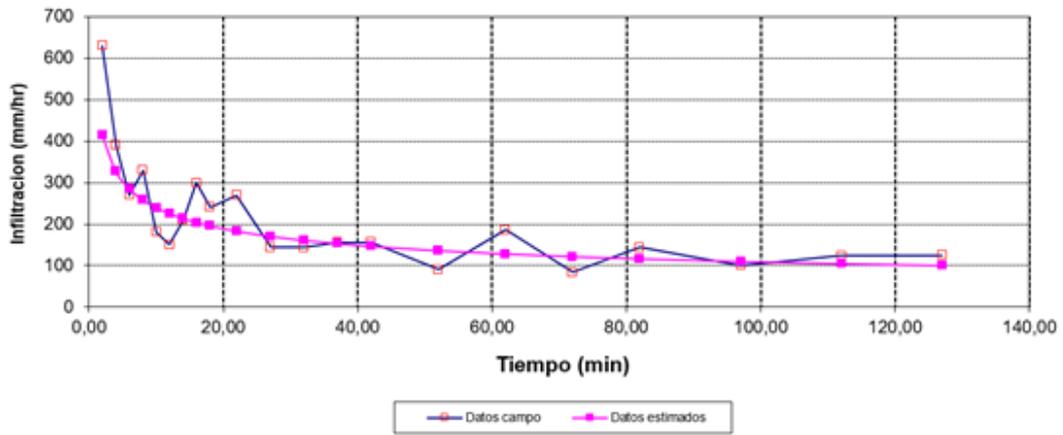
LB = Lámina Bruta

Realizado por: Núñez, Jorge, 2023

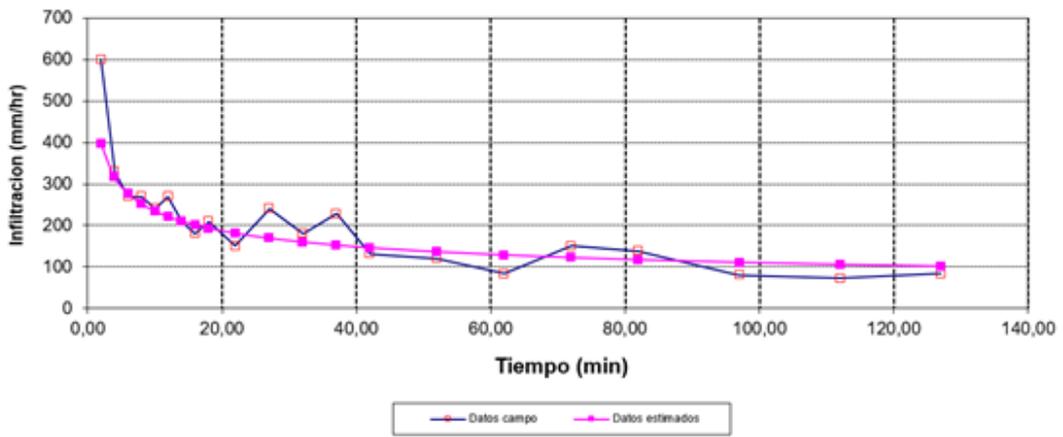
4.3.3. Infiltración

Las velocidades de infiltración para las zonas alta, media y baja del módulo 4 son 85.20, 87.68 y 88.87 mm h⁻¹ (87.25 mm promedio), respectivamente. Se observa que las mismas superan los 50 mm h⁻¹, esto se debe a la textura de los suelos que son arenosas francas, según Fuentes (1999, p.120), indica que suelos de textura liviana las velocidades básicas de infiltración son mayores a los 50 mm h⁻¹, tal como lo corrobora Calvache (2012, p.167), quien indica que en suelos arenosos la velocidad de infiltración es mayor al dato anterior (Gráfico 4-4) (ANEXO I).

ZONA ALTA



ZONA MEDIA



ZONA BAJA

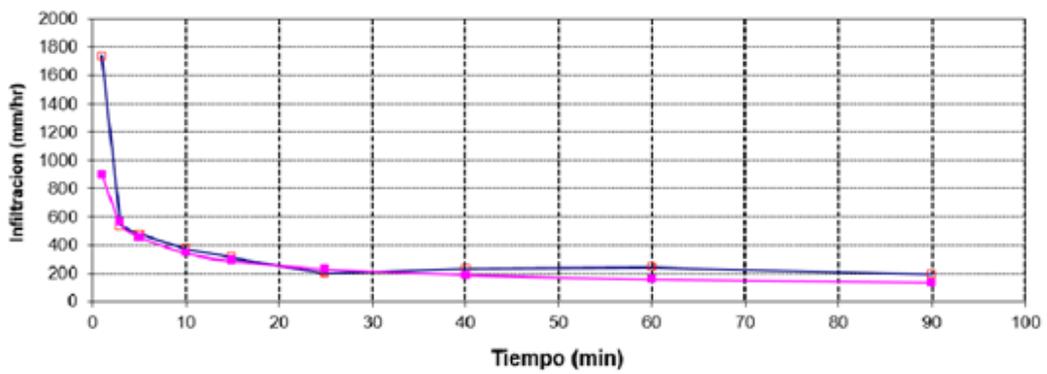


Gráfico 4-4: Curva de velocidad de infiltración del módulo 4.

Realizado por: Núñez, Jorge, 2023

4.3.4. Necesidades totales

4.3.4.1 Cédula de cultivos

La cédula de cultivos se expresa por la predominancia de los cultivos en la localidad, para el caso particular del módulo 4, el maíz, la fresa y la alfalfa son los de mayor prevalencia, sin embargo, los frutales como el limón, la mora y la tuna están presentes como alternativas económicas en la zona. Cabe indicar que, el área potencialmente a regar puede incrementarse con las 23.60 ha de suelo en descanso más las 4.04 ha de barbecho o residuos de cosecha. El barbecho hace referencia a los residuos de cosecha, principalmente de cultivos transitorios. Para finalizar, en un mínimo porcentaje se presentan las hortalizas, pero su destino es para autoconsumo (Tabla 8-4).

Tabla 8-4: Cédula de cultivos del módulo 4

Descripción	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Maíz	2.10	5.91
Fresa	1.22	3.43
Alfalfa	2.00	5.63
Limón	1.50	4.22
Mora	0.70	1.97
Tuna	0.38	1.07
Suelo en descanso	23.60	66.40
Barbecho	4.04	11.37
Total	35.54	100.00

Realizado por: Núñez, Jorge, 2023

Por otro lado, se determinaron los meses de siembra de acuerdo al ciclo de cada cultivo, es así que, para los cultivos perennes (fresa, alfalfa, limón, mora y tuna) se da para todo el año, el único cultivo de ciclo corto en el módulo 4 es el maíz, cuyo mes de siembra es en noviembre y la cosecha se la realiza a fines de abril. Para el caso del maíz se tiene un número de cosechas anuales de 1.86, este número de cosechas en el año es el resultado de un mes de descanso, es decir, no se utiliza el cultivo a mes seguido para tener 2 en el año.

4.3.4.2 Precipitación

Los datos de precipitación real para las dos estaciones y la interpolación están en un rango de 420 y 540 mm (ANEXO J), para efectos de diseño la precipitación efectiva al 60% no supera los 500 mm anuales (Tabla 9-4), es así que, según Varela et al., (2020, p.17), indican que las zonas secas en el Ecuador tienen una precipitación inferior a los 500 mm por año. Por tal razón, a esta zona de estudio se considera una zona seca.

Tabla 9-4: Precipitación real y efectiva (60%) estación Pungales (M0243), Riobamba Aeropuerto (M0057) e Interpolación IDW

Mes	Estación M0243		Estación M0057		Interpolación IDW	
	Precipitación real (mm)	Precipitación efectiva-60% (mm)	Precipitación real (mm)	Precipitación efectiva-60% (mm)	Precipitación real (mm)	Precipitación efectiva-60% (mm)
Enero	32.70	19.62	29.20	17.52	32.10	19.26
Febrero	44.10	26.46	44.10	26.46	44.13	26.48
Marzo	62.00	37.20	50.70	30.42	60.03	36.02
Abril	76.30	45.78	56.50	33.90	72.63	43.58
Mayo	83.90	50.34	38.50	23.10	75.58	45.35
Junio	43.50	26.10	21.30	12.78	39.83	23.90
Julio	36.80	22.08	13.50	8.10	32.48	19.49
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	42.13	25.28
Diciembre	24.80	14.88	33.30	19.98	26.28	15.77
Total	536.10	321.66	426.00	255.60	516.27	309.78

Realizado por: Núñez, Jorge, 2023

Para complementar la tabla, se puede observar que los meses de menor precipitación son los de junio, julio y agosto, mientras que, los meses de mayor precipitación son abril y mayo (Gráfico 5-4). Según el MAG (2020, p.45), los meses de presencia de lluvias en el cantón Guano son abril y mayo con valores mínimos que no superan los 50 mm por mes.

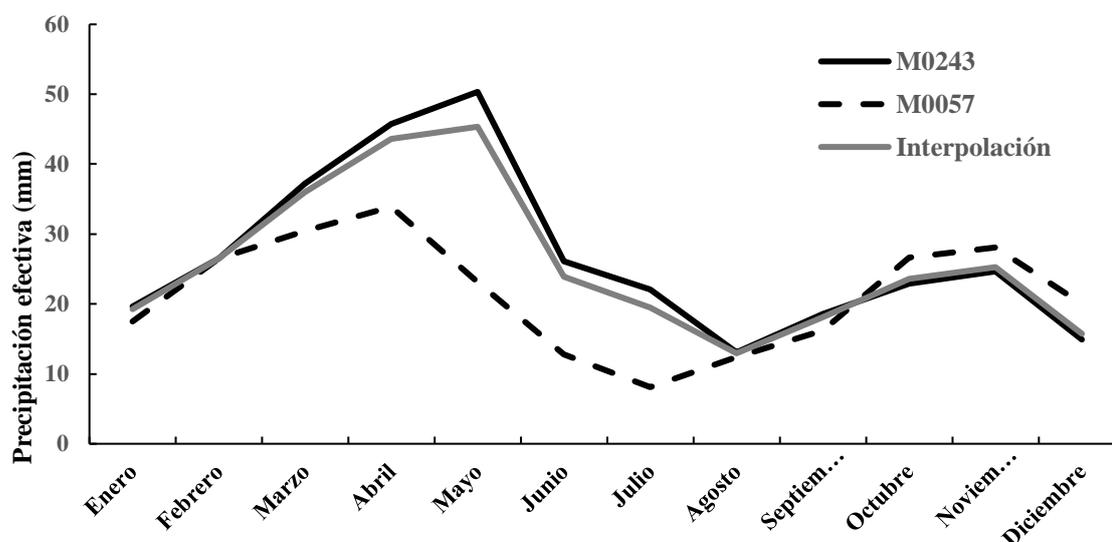


Gráfico 5-4: Precipitación efectiva al 60% de probabilidad

Realizado por: Núñez, Jorge, 2023

4.3.4.3 Precipitación

Los datos de evapotranspiración de acuerdo con la metodología de Thornthwaite se descartó por presentar valores menores a 715 mm en el año, es un dato bajo, porque según el MAG (2020, p.08), para el proyecto Los Chingazos, los valores de evapotranspiración fueron de 1429.3 para la estación Riobamba “La Granja” y 1566.1 mm en la estación “San Gerardo” (tanques clase A). Además, los resultados en relación con la estación Pungales, Riobamba-Aeropuerto y la Interpolación superan los 1200 mm en el año (Tabla 10-4) (ANEXO J).

Tabla 10-4: Evapotranspiración (ETo) de la estación Pungales (M0243), Riobamba-Aeropuerto (M0057) e Interpolación con método IDW

Mes	Estación		Interpolación IDW (mm)
	M0243 (mm)	M0057 (mm)	
Enero	129.84	138.35	131.38
Febrero	89.70	117.95	94.81
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	96.86
Julio	91.82	115.71	96.14
Agosto	104.79	127.30	108.93
Septiembre	110.01	124.63	112.70
Octubre	116.07	133.02	119.18
Noviembre	123.15	133.62	125.07
Diciembre	111.73	136.42	116.27
Total	1288.20	1495.77	1325.96

Realizado por: Núñez, Jorge, 2023

4.3.4.4 Balance hídrico

Los resultados de balance hídrico están en relación con el ciclo productivo de los cultivos, los de ciclo corto como el maíz (Tabla 11-4) y los perennes como la fresa, alfalfa, mora, limón y tuna (Tabla 12-4). Para el caso del maíz se observa que todos los meses tienen un balance hídrico negativo, esto quiere decir, que hay más evapotranspiración que precipitación en la zona, lo que se traduce en que se necesita incorporar riego para suplir estas necesidades.

Tabla 11-4: Balance hídrico cultivo transitorio (maíz)

Mes	Demanda Hídrica						Oferta Hídrica		BH	
	ET _o mm	ET _o día	DC %	K _c	ET _c mm	ET _c mm día ⁻¹	Prec. mm	Prec. Efec mm día ⁻¹	-----mm-----	
Oct	119.18	3.8	17	0.59	70.86	2.3	23.60	0.76	-47.3	
Nov	125.07	4.2	34	0.94	118.14	3.9	25.28	0.84	-92.9	
Dic	116.27	3.8	51	1.06	123.65	4.0	15.77	0.51	-107.9	
Ene	131.38	4.2	66	0.98	128.26	4.1	19.26	0.62	-109.0	
Feb	94.81	3.4	83	0.66	62.57	2.2	26.48	0.95	-36.1	
Mar	116.36	3.8	100	0.11	13.07	0.4	36.02	1.16		22.9
Abr	703.07				516.56		146.41		-370.1	
May	104.38	3.4	17	0.59	62.06	2.0	45.35	1.46	-16.7	
Jun	96.86	3.2	34	0.94	91.49	3.0	23.90	0.80	-67.6	
Jul	96.14	3.1	51	1.06	102.24	3.3	19.49	0.63	-82.7	
Ago	108.93	3.5	66	0.98	106.35	3.4	12.94	0.42	-93.4	
Sep	112.70	3.8	83	0.66	74.37	2.5	18.11	0.60	-56.3	

ET_o = Evapotranspiración de referencia

DC = Días cosecha

K_c = Coeficiente de cultivo

ET_c = Evapotranspiración de cultivo

Prec = Precipitación

BH = Balance hídrico

Realizado por: Núñez, Jorge, 2023

Para el segundo caso referente a los cultivos perennes el balance hídrico se muestra de igual forma para todos, para el caso particular se presenta la fresa, en donde, se observa que el único mes que no necesita riego es en octubre con una cantidad mínima de 0.33 mm. Por el contrario, los meses que se necesita suplir la necesidad con irrigación son los otros 11 meses (Tabla 21-4).

Tabla 12-4: Balance hídrico cultivo perenne (fresa)

Mes	Demanda Hídrica						Oferta Hídrica		BH	
	ET _o mm	ET _o día	DC %	K _c	ET _c mm	ET _c mm día ⁻¹	Prec. mm	Prec. Efec mm día ⁻¹	-----mm-----	
Oct	119.18	3.8	100	0.11	13.39	0.4	23.60	0.8		10.2
Nov	125.07	4.2	8	0.32	39.48	1.3	25.28	0.8	-14.2	
Dic	116.27	3.8	16	0.57	65.90	2.1	15.77	0.5	-50.1	
Ene	131.38	4.2	25	0.79	103.54	3.3	19.26	0.6	-84.3	
Feb	94.81	3.4	33	0.93	88.21	3.2	26.48	0.9	-61.7	
Mar	116.36	3.8	41	1.02	118.87	3.8	36.02	1.2	-82.8	
Abr	103.88	3.5	50	1.06	110.41	3.7	43.58	1.5	-66.8	
May	104.38	3.4	58	1.05	109.09	3.5	45.35	1.5	-63.7	
Jun	96.86	3.2	67	0.96	93.38	3.1	23.90	0.8	-69.5	
Jul	96.14	3.1	75	0.84	80.53	2.6	19.49	0.6	-61.0	
Ago	108.93	3.5	83	0.66	71.89	2.3	12.94	0.4	-58.9	
Sep	112.70	3.8	92	0.40	44.95	1.5	18.11	0.6	-26.8	

ET_o = Evapotranspiración de referencia

DC = Días cosecha

K_c = Coeficiente de cultivo

ET_c = Evapotranspiración de cultivo

Prec = Precipitación

BH = Balance hídrico

Realizado por: Núñez, Jorge, 2023

4.3.4.5 Coeficiente de cultivo (Kc)

Los valores de Kc en el cultivo de maíz cambian en relación con los cultivos perennes, de acuerdo al método de Hargraves el Kc inicial en maíz es de 0.59 (Tabla 13-4), sin embargo, según Tarjuelo (2017), indica que un Kc de inicio para maíz es de 0.15. Por otro lado, según el método expuesto los cultivos perennes mantienen un mismo Kc, mientras que, según Calvache (2012, p.178), los valores son cambiantes de acuerdo con los cultivos, por ejemplo, la fresa tiene valores entre 0.25 hasta 1.02 en las fases fenológicas de mayor demanda.

Tabla 13-4: Coeficiente de cultivo (Kc) del módulo 4.

Cultivo	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Maíz	0.59	0.94	1.06	0.98	0.66	0.11	0.00	0.59	0.94	1.06	0.98	0.66
Fresa	0.11	0.32	0.57	0.79	0.93	1.02	1.06	1.05	0.96	0.84	0.66	0.40
Alfalfa	0.11	0.32	0.57	0.79	0.93	1.02	1.06	1.05	0.96	0.84	0.66	0.40
Limón	0.11	0.32	0.57	0.79	0.93	1.02	1.06	1.05	0.96	0.84	0.66	0.40
Mora	0.11	0.32	0.57	0.79	0.93	1.02	1.06	1.05	0.96	0.84	0.66	0.40
Tuna	0.11	0.32	0.57	0.79	0.93	1.02	1.06	1.05	0.96	0.84	0.66	0.40

Realizado por: Núñez, Jorge, 2023

4.3.4.6 Evapotranspiración de cultivo (ETc)

La evapotranspiración de cultivo está en relación con el coeficiente de cultivo (Kc) expuesto en el cuadro anterior y a la evapotranspiración de referencia (ETo), se puede observar que de acuerdo a las etapas fenológicas el maíz presenta mayores pérdidas en el mes de enero con 139.71 mm. Los cultivos perennes tienen una misma evapotranspiración a lo largo del ciclo, el valor más crítico se da para el mes de marzo con 118.87 mm (Tabla 14-4).

Tabla 14-4: Evapotranspiración del cultivo (ETc) del módulo 4.

ETc (Evapotranspiración de cultivo)												
Cultivo	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
	-----mm-----											
Maíz	2.29	3.94	3.99	4.14	2.23	0.42	0.00	2.00	3.05	3.30	3.43	2.48
Fresa	0.43	1.32	2.13	3.34	3.15	3.83	3.68	3.52	3.11	2.60	2.32	1.50
Alfalfa	0.43	1.32	2.13	3.34	3.15	3.83	3.68	3.52	3.11	2.60	2.32	1.50
Limón	0.43	1.32	2.13	3.34	3.15	3.83	3.68	3.52	3.11	2.60	2.32	1.50
Mora	0.43	1.32	2.13	3.34	3.15	3.83	3.68	3.52	3.11	2.60	2.32	1.50
Tuna	0.43	1.32	2.13	3.34	3.15	3.83	3.68	3.52	3.11	2.60	2.32	1.50

Realizado por: Núñez, Jorge, 2023

4.3.4.7 Necesidad neta (Nn)

Para la necesidad neta se trabajó con el requerimiento diario, en donde, el mes de mayor necesidad es enero con 3.52 mm día⁻¹ para el maíz y 2.72 mm día⁻¹ para el caso de los cultivos perennes, el mes de octubre es el de menor necesidad. La media ponderada fue de 2.57 mm día⁻¹ para el mes de enero, lo que se traduce en un caudal ficticio continuo de 0.30 L s⁻¹ha⁻¹ (Tabla 15-4).

Tabla 15-4: Necesidad Neta (Nn) del módulo 4.

Necesidad Neta (Nn)													
Cultivo	Superficie	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
	ha	-----mm día ⁻¹ -----											
Maíz	2,10	-1,52	-3,10	-3,48	-3,52	-1,29	0,74	0,00	0,00	-2,25	-2,67	-3,01	-1,88
Fresa	1,22	0,33	-0,47	-1,62	-2,72	-2,20	-2,67	-2,23	-2,06	-2,32	-1,97	-1,90	-0,89
Alfalfa	2,00	0,33	-0,47	-1,62	-2,72	-2,20	-2,67	-2,23	-2,06	-2,32	-1,97	-1,90	-0,89
Limón	1,50	0,33	-0,47	-1,62	-2,72	-2,20	-2,67	-2,23	-2,06	-2,32	-1,97	-1,90	-0,89
Mora	0,70	0,33	-0,47	-1,62	-2,72	-2,20	-2,67	-2,23	-2,06	-2,32	-1,97	-1,90	-0,89
Tuna	0,38	0,33	-0,47	-1,62	-2,72	-2,20	-2,67	-2,23	-2,06	-2,32	-1,97	-1,90	-0,89
Total	7,90												
Media ponderada (mm día ⁻¹)		0,01	0,95	1,82	2,57	1,63	1,40	1,31	1,19	1,96	1,84	1,88	0,91
Caudal ficticio continuo (L s ⁻¹ ha ⁻¹)		0,00	0,11	0,21	0,30	0,19	0,16	0,15	0,14	0,23	0,21	0,22	0,11

Realizado por: Núñez, Jorge, 2023

4.3.4.7 Necesidad total (Nt)

Para el cálculo de la necesidad total se hizo un ajuste con la eficiencia del método de riego (85%). La ponderación de la media en relación con la superficie dio como resultado un caudal ficticio continuo de 0.35 L s⁻¹ha⁻¹ o una necesidad total de 3.02 mm día⁻¹. El valor de 0.35 L s⁻¹ha⁻¹ quiere decir que, se requiere de este caudal durante 24 h en 1 ha para satisfacer la necesidad hídrica (ANEXO K).

4.3.5. Método de riego, tipo de material y emisor

El punto de partida para determinar el método de riego fue la zona agroecológica de intervención, posterior a esto se definió el emisor y su respectivo cálculo agronómico.

4.3.5.1 Zona agroecológica

Para la selección del método de riego, se realizó una propuesta de acuerdo a la zona agroecológica del módulo 4 (Gráfico 6-4), en donde se definió que cultivo se puede implementar de acuerdo a las características de suelo, relieve y clima, esta selección se complementó en el estudio agroeconómico con una demanda a nivel de mercado. Existen dos zonas agroecológicas en el módulo 4, la primera que son las tierras apropiadas para cultivos permanentes y la segunda tierras con severas limitaciones, cultivables con métodos intensivos de manejo (MAG,2020, p.18).

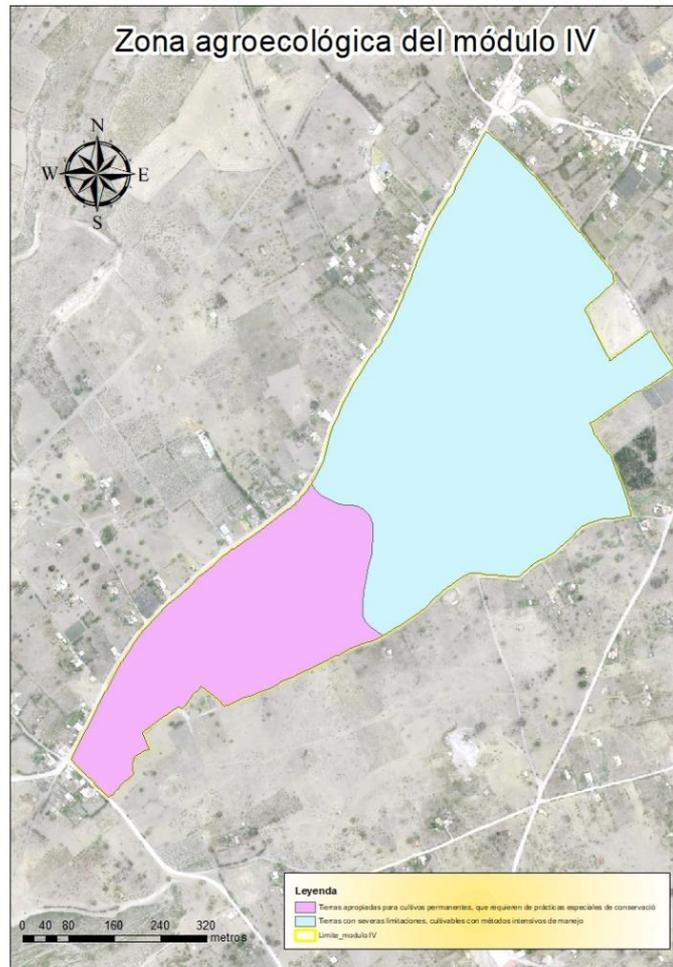


Gráfico 6-4: Zonas agroecológicas del módulo 4

Realizado por: Núñez, Jorge, 2023

De acuerdo con estas consideraciones, los cultivos permanentes y manejables con sistemas de producción intensivos son los cítricos. En el módulo 4 existe el antecedente de que el limón Meyer se adapta a la zona (Estudio agroeconómico) y es el sustento económico de 14 familias.

4.3.5.2 Emisor

El emisor propuesto es un miniwobbler boquilla # 6 color dorado de la empresa Senninger Irrigation (Gráfico 7-4), la idea de este emisor es realizar riegos subfoliares, en donde, los agricultores van a tener la oportunidad de irrigar cultivos en asociación, por ejemplo, frutales con alfalfa o frutales más hortalizas. Por otro lado, el rango de operación del emisor está entre 1.03 a 1.72 bar, los diámetros de alcance a 0.46 m están entre 10.1 y 11.3 m (Tabla 16-4), según Calvache (2012, p.162), las presiones mínimas de operación para aspersores son de 3.0 bar, es así que, el miniwobbler es un método de riego con caudales menores que la aspersión, por lo que se le

considera miniaspersión. Además, el ángulo medio de alcance hace que los riegos se realicen de forma subfoliar.

Tabla 16-4: Características del emisor

Boquilla #6 - Dorada (2.38 mm)			
Descripción	Presión de operación (bar)		
	1.03	1.38	1.72
Caudal (L.h ⁻¹)	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

Realizado por: Núñez, Jorge, 2023



Gráfico 7-4: Miniwobbler-boquilla #6

Fuente: Senninger

Por otro lado, los espaciamientos recomendados con una velocidad del viento de 6 m.s^{-1} es de 6 m entre filas y 6 m entre aspersores. A este distanciamiento se alcanza un coeficiente de uniformidad de 94.61% (Gráfico 8-4). Cabe indicar que, según Pizarro (1996, p.210), un coeficiente de uniformidad aceptable bajo el método por aspersión es de 85%. La simulación del emisor indica que, a una presión de 1.38 bar el mini aspersor tiene un caudal de 0.07 L s^{-1} dato que es determinante al momento de realizar los cálculos hidráulicos y de turnados de riego que más adelante se detallan.

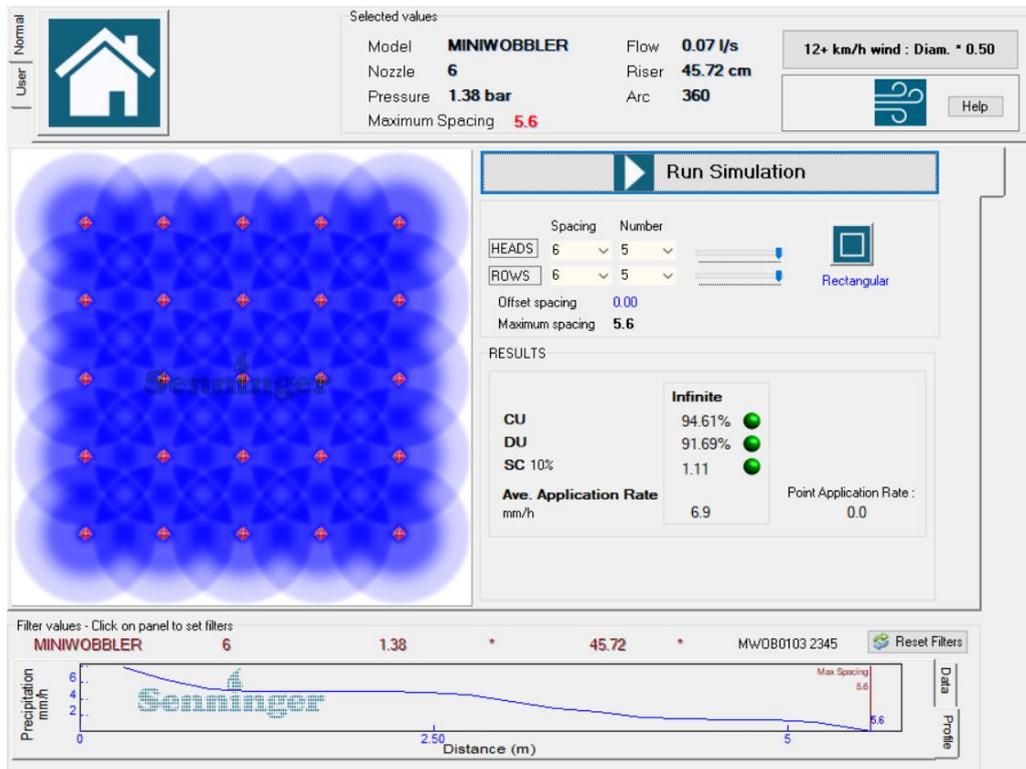


Gráfico 8-4: Simulación del miniwobblers a 6 x 6 m

Fuente: Senninger

Para finalizar, los cálculos agronómicos definen un tiempo de operación de 3 horas cada 7 días. Cabe indicar que, el sistema va a operar 12 horas, es decir, se mantendrán 4 turnos en el día, con un riego de 1.27 ha/turno y con una irrigación de 5.08 ha en el día (ANEXO L).

4.3.5.3 Tipo de material

El tipo de material de diseño es de tubería PVC con diámetros de 63, 50, 40, 32 mm para tubería múltiple con timbrajes entre 63 a 80 MPa y 25 mm para tubería lateral con timbraje de 1.25 MPa, Además, los parantes serán de tubería de 20 mm con timbraje de 1.25 MPa. Cabe mencionar que, el material propuesto estará enterrado por la condición de riegos fijos.

4.4 Estudio social

El estudio social menciona las condiciones socioeconómicas de la población y de forma específica la del módulo 4 (ANEXO M). Como parte de los resultados se señala la responsabilidad de los usuarios en relación con el proyecto de riego, pese a que no tienen un servicio de irrigación parcelaria, existe un 80% de los habitantes quienes realizan un aporte económico de US\$ 10 anuales para la gestión. Las variables que se analizaron en este estudio son:

4.4.1. Población

La población del cantón Guano es de 42851 habitantes, 7758 pertenecen a la zona urbana, de los cuáles 3725 (48%) son hombres y 4033 (52%) mujeres; mientras que la población rural es de 35093 habitantes, de los cuales 16770 (48%) son hombres y 18323 (52%) mujeres (GAD Guano, 2019, p.32). A nivel de módulo IV existen 86 familias, en las mismas existen 49 (57%) hombres y 37 (43%) mujeres. Por otro lado, el grupo etáreo en el módulo 4 presenta una mayor prevalencia entre los 41 y 50 años (26%), las personas que oscilan entre 19 y 30 años (16%) ocupan el segundo lugar y en tercer lugar el grupo de 13-18 años (12%). Cabe mencionar que, en el módulo 4 el grupo etáreo que se hace presente en las actividades agrícolas está entre los 51-60 años, el mismo que ocupa un 10%. (Gráfico 9-4). Por lo tanto, se puede evidenciar que la mayoría de la población está sobre los 41 años, esto quiere decir, que el proyecto en un futuro va a carecer de población o joven, lo que podría repercutir en la sostenibilidad del mismo.

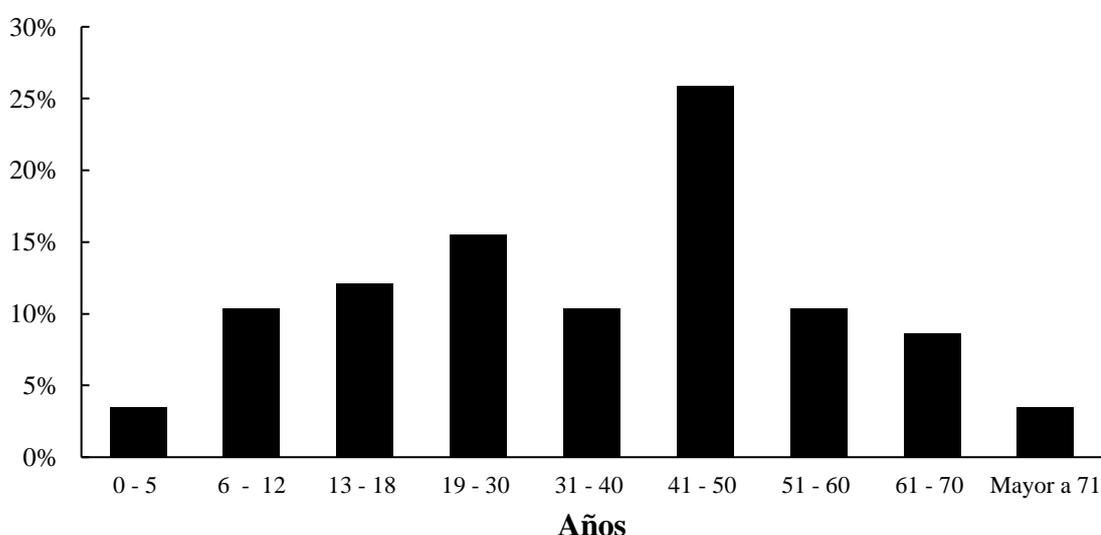


Gráfico 9-4: Grupo etáreo del módulo 4

Realizado por: Núñez, Jorge, 2023

4.4.2. Principales actividades económicas y fuentes de ingreso familiar

Las principales actividades económicas en el cantón son las del sector primario, como la agricultura, ganadería y silvicultura con el 44%, la segunda actividad está en el sector secundario, como son las industrias manufactureras con el 15% y la tercera actividad pertenece al sector terciario, con el 10% y estas actividades se enfocan al comercio (GAD Guano, 2019, p.35).

En lo que se refiere a la actividad económica mediante empleo, en el módulo 4, el 55% tiene un empleo, mientras que el 45% no tiene. De este 55%, el 22% tienen salarios permanentes y temporales, el mismo porcentaje se manejan por dependencia propia, un 19% son jornaleros o peones y apenas el 3% están bajo la dependencia del empleo doméstico (Gráfico 10-4). Por lo tanto, se puede apreciar que un 45% de la población no tiene un empleo, lo que obliga a la misma a migrar, es así que, el proyecto de tecnificación de riego será una herramienta para generar empleos en la localidad.

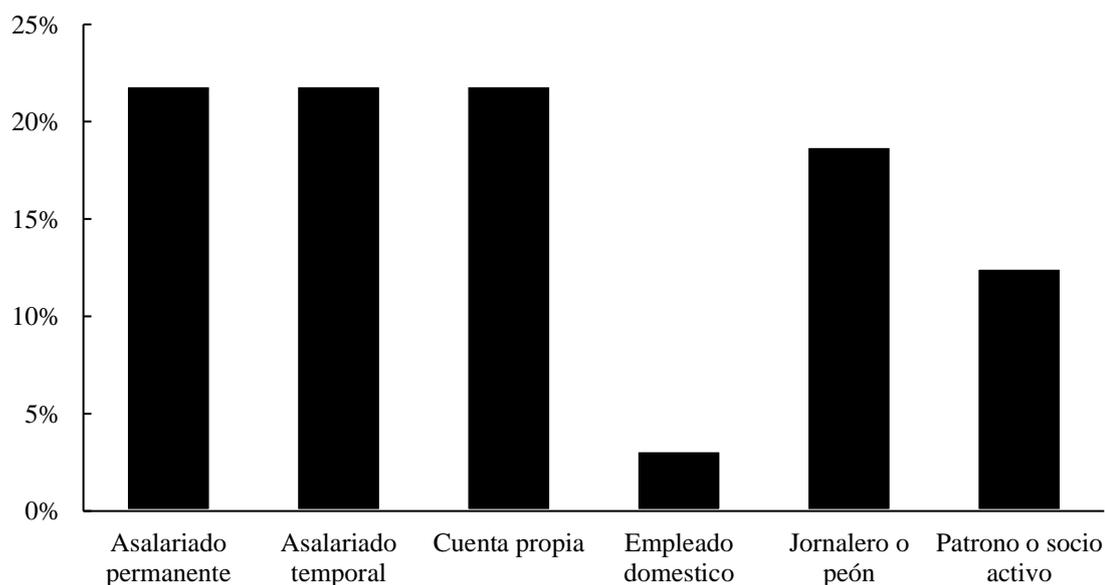


Gráfico 10-4: Relación de dependencia laboral del módulo 4

Realizado por: Núñez, Jorge, 2023

Por otro lado, los salarios recibidos entre US\$ 0 a 100 en el último mes se encuentran con el 28%, existe un 16% de personas que perciben un salario entre US\$ 101 a 200, el 13% pertenecen a las personas con salarios entre US\$ 201 a 300. El 22% están en el rango del sueldo básico entre US\$ 301 y 424 (Gráfico 11-4).

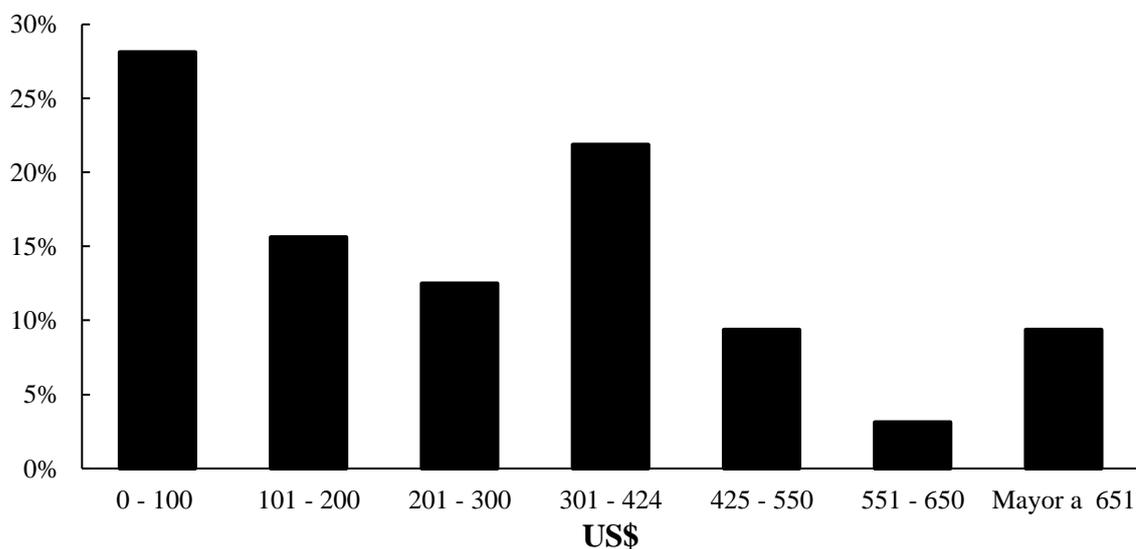


Gráfico 11-4: Salarios de la población del módulo 4

Realizado por: Núñez, Jorge, 2023

Para finalizar la variable de los salarios, los días a la semana que laboran están entre 6 y 7, la gran mayoría no recibe dinero de familiares fuera y dentro del país, solo una familia recibe US\$ 100 por parte de familiares. Las ayudas complementarias como son los bonos solidarios y becas escolares están presentes en el módulo 4 con cifras de 9 y 1 familia, respectivamente.

4.4.3. Migración

En el módulo 4 existe una migración del 36%, de este valor el 67% sale cada mes por cuestiones laborales. Las ciudades de mayor afluencia de migración son Guayaquil, Riobamba y Quito, sin embargo, esta condición migratoria también se da también en el cantón Guano, donde se registran 392 personas que salieron a España (57%), Estados Unidos (21%) e Italia (7%) (GAD Guano, 2019, p.15). Por otro lado, la migración es un indicador que la población no tiene herramientas para trabajar en la localidad, es decir, la falta de oportunidades y negocios son incipientes, en tal virtud, una oportunidad para desarrollar y proponer una opción laboral son los lotes con tecnificación de riego.

4.4.4. Hábitat y Vivienda

Las viviendas en condiciones de habitabilidad son aceptables, son aquellas viviendas cuyas condiciones habitacionales se consideran aceptables a partir de la combinación de los materiales predominantes del piso, pared y techo; y el estado de los materiales. En el cantón se registra un total de 4497 viviendas en condiciones de habitabilidad aceptable, esto es el 39.5% de las viviendas ocupadas del cantón. En el módulo 4 existe un 70% de los habitantes que tienen condiciones de habitabilidad aceptable con la presencia de casas, el 25% viven en chozas y el 5%

restante en otras condiciones, el material predominante es el ladrillo o bloque y la mayoría tiene como mínimo 2 cuartos, sin embargo, según el GAD Guano (2019, p.16), a nivel de cantón existe un 39.5% de 4497 viviendas con habitabilidad aceptable, lo que denota la pobreza a nivel cantonal.

4.4.5. Servicios básicos

En un análisis general, según el GAD Guano (2019, p.17), el cantón tiene falencias en la cobertura de servicios básicos, de manera principal el agua potable y el alcantarillado, sin embargo, a nivel de módulo 4, ni siquiera existe agua potable, existe agua entubada con tratamiento básico (80%), la luz eléctrica cubre un 75% de la población y el alcantarillado está ausente en la localidad, la forma de desechar los residuos es mediante pozo séptico (80%).

Hay que destacar que, el 20% de la población obtienen el agua para consumo de otras fuentes como tanqueros. El 55% de los usuarios tienen tuberías dentro de la vivienda, mientras que el 20% poseen fuera de la vivienda. Otro dato importante, referente a consumo de energía es que, la mayoría (61%) cocina a gas; mientras que un 22% lo hace a leña y el 17% usa otros métodos.

4.5 Estudio agroeconómico

4.5.1. Sistema de producción agrícola sin proyecto

En el módulo 4 las unidades productivas hacen referencia a una tenencia de tierra de 0.40 ha familia⁻¹, el agricultor tipo define su sistema productivo, a través de los instrumentos de producción, tierra, capital y mano de obra, para el caso del proyecto se aprecia la falta de agua, por lo que la agricultura es incipiente. Dicho esto, los agricultores adquieren el agua mediante la compra de tanqueros y de esta manera intentan producir los terrenos, es así que, el 100% de las familias que cultivan los terrenos destinan cierta cantidad (10%) para autoconsumo, así mismo, estas familias direccionan la mayoría de producción (90%) para la venta, es decir, manejan un sistema de producción semi-intensivo, en donde los agricultores generan un ingreso máximo por unidad de superficie (Hurtado, 2020). La actividad pecuaria en el módulo 4 es de subsistencia, en donde, el 2% de las familias tienen animales menores como cuyes, conejos y ganado caprino (ANEXO N).

4.5.1.1 Cédula de cultivos sin proyecto

Para el detalle de la cédula de cultivos, la misma se encuentra en la Tabla 17-4.

4.5.1.2 Productividad y producción sin proyecto

La productividad en el módulo 4, de acuerdo a cada cultivo es baja (Tabla 17-4), por citar un ejemplo, según el MAG (2020, p.18), indica que en el cantón Guano la productividad del maíz está en 1.9 Mg ha⁻¹, además, menciona que la tuna alcanza 100 cajas, eso se traduce a una productividad de 0.6 Mg ha⁻¹. Para corroborar la productividad baja de la zona, según GAD Tungurahua (2016, p.19), menciona que la alfalfa en el sector de Cevallos sin riego tecnificado es de 18 Mg ha⁻¹. Estos datos comparativos hacen mención a que la zona de Chingazo Alto tiene una agricultura precaria y con falta de tecnologías productivas que se traducen en bajas productividades.

Tabla 17-4: Productividad y producción sin proyecto del módulo 4.

Cultivo	Área cultivada	Productividad	Cosechas en el año	Producción
	ha	Mg ha ⁻¹	No.	Mg
Maíz	2.10	1.20	1.00	2.52
Fresa	1.22	0.11	98.00	13.04
Alfalfa	2.00	14.00	3.00	84.00
Limón	1.50	0.15	52.00	11.91
Mora	0.70	0.05	52.00	1.99
Tuna	0.38	0.48	13.00	2.37
Descanso	23.60			
Barbecho	4.04			
Total	35.54			

Mg = Megagramos (1 Mg = 1000 kg)

Realizado por: Núñez, Jorge, 2023

4.5.1.3 Costos de producción agrícola sin proyecto

Los costos de producción sin proyecto en el módulo 4 son bajos (Tabla 18-4), la causa de esto es la insipiente tecnología de manejo de los cultivos, según el MAG (2020, p.18), los costos por hectárea para maíz, fresa, mora y tuna están en US\$ 1300, 12000, 7000, 4000, respectivamente. Además, el cultivo de alfalfa en la provincia de Tungurahua alcanza un costo de producción con riego por inundación de US\$ 1400 (GAD Tungurahua, 2016, p.32).

Tabla 18-4: Costos de producción sin proyecto del módulo 4.

Cultivo	Área cultivada	Costo Unitario	Costo Total
	ha	US\$ ha ⁻¹	US\$
Maíz	2.10	902.16	1894.54
Fresa	1.22	3622.84	4419.87
Alfalfa	2.00	750.00	1500.00
Limón	1.50	1956.69	2935.03
Mora	0.70	1921.00	1344.70
Tuna	0.38	857.56	325.87
Total			12420.01

Realizado por: Núñez, Jorge, 2023

4.5.1.4 Utilidad agrícola bruta y neta sin proyecto

La utilidad agrícola neta anual en el módulo 4 es de US\$ 35418.69 (Tabla 22), eso quiere decir, que a nivel familiar el ingreso anual es de US\$ 411, un ingreso muy por debajo del sueldo base de US\$ 312 mensuales del cantón Guano (MAG, 2020, p.17). Este indicador denota la realidad de la agricultura, una actividad que no genera un ingreso significativo en la zona. Por otro lado, se observa al cultivo de la fresa como el de mayor utilidad, el mismo que alcanzó US\$ 21144 en el año (Tabla 19-4), cabe mencionar que, en la provincia de Tungurahua la utilidad neta de la fresa alcanza los 34000 US\$ (GAD Tungurahua, 2016, p.78). Sin embargo, la sobreproducción de este cultivo puede generar la reducción de precios.

Tabla 19-4: Utilidad agrícola bruta y neta sin proyecto del módulo 4.

Cultivo	Producción	Precio del producto	Utilidad Bruta	Costo Total	Utilidad Neta
	Mg	US\$ Mg ⁻¹	US\$	US\$	US\$
Maíz	2.52	490.00	1234.80	1894.54	-659.74
Fresa	13.04	1960.00	25564.10	4419.87	21144.23
Alfalfa	84.00	100.00	8400.00	1500.00	6900.00
Limón	11.91	570.00	6790.25	2935.03	3855.23
Mora	1.99	1760.00	3494.40	1344.70	2149.70
Tuna	2.37	715.00	1695.41	325.87	1369.54
Total			47178.96	12420.01	35418.69

Mg = Megagramos (1 Mg = 1000 kg)

Realizado por: Núñez, Jorge, 2023

4.5.2. Sistema de producción agrícola con proyecto

4.5.2.1 Cédula de cultivos con proyecto

La cédula de cultivos con proyecto está propuesta bajo un concepto de zona agroecológica (capítulo 4.3.5), en donde, el cultivo promisorio de la localidad es el limón. Además, este cultivo tiene un potencial de mercado para exportación prometedor, según COMTRADE (2018, p.12), indica que Estados Unidos importó US\$ 261 millones, Rusia US\$ 219 millones y Alemania US\$ 185 millones en limón variedad meyer, por esta razón, se propone cultivar esta variedad de cítricos en el área de descanso y barbecho. Por el contrario, para el resto de cultivos la propuesta es conservadora, en donde se mantiene la misma cédula y la misma superficie (Tabla 20-4).

Cabe mencionar que, la propuesta de tecnificación responde a un incremento de intensidad de uso de suelo, en donde, los regantes pueden trabajar con cultivos asociados, en este caso puede ser limón con alfalfa o limón con hortalizas. Así mismo, si en el transcurso del camino existe la posibilidad de inserción a nuevos mercados, con productos como el durazno, aguacate u otro frutal, el diseño agronómico e hidráulico responde a este requerimiento.

Tabla 20-4: Cédula de cultivos con proyecto del módulo 4.

Cultivo	Área cultivada (ha)
Maíz	2.10
Fresa	1.22
Alfalfa	2.00
Limón	29.14
Mora	0.70
Tuna	0.38
Total	35.54

Realizado por: Núñez, Jorge, 2023

4.5.2.2 Productividad y producción con proyecto

La productividad con proyecto se concibe bajo un escenario conservador, según el GAD Tungurahua (2017), la productividad con riego por aspersión en maíz alcanza un promedio de 3 Mg ha⁻¹ en la zona de la Mocha, mientras que, la fresa según MAG (2020, p.15), el promedio por cantidad cosechada en el cantón Guano es de 0.14 Mg ha⁻¹. Además, el limón en la zona de Patate bajo riego por goteo alcanzó una productividad de 0.26 Mg ha⁻¹ (GAD Tungurahua, 2017, p.62).

Para finalizar, el incremento de productividad a manera general con proyecto tiene un promedio del 30% (Tabla 21-4), lo que corrobora Pizarro (1996, p.16), quien menciona que los rendimientos con tecnificación pueden alcanzar hasta un 35% de incremento, si se compara con riego por surcos.

Tabla 21-4: Productividad y producción con proyecto del módulo 4.

Cultivo	Área cultivada	Productividad	Cosechas en el año	Producción (Mg)
	ha	Mg ha ⁻¹	No	Mg
Maíz	2.10	2.50	1.00	5.25
Fresa	1.22	0.12	98.00	14.35
Alfalfa	2.00	18.00	3.00	108.00
Limón	29.14	0.18	52.00	272.75
Mora	0.70	0.06	52.00	2.18
Tuna	0.38	0.50	13.00	2.47
Total	35.54			

Mg = Megagramos (1 Mg = 1000 kg)

Realizado por: Núñez, Jorge, 2023

4.5.2.3 Costos de producción agrícola con proyecto

Los costos de producción con proyecto tienen un incremento del 5% en promedio, se tomó esta decisión porque, el sistema de producción que se implementará con tecnificación de riego es intensivo, es decir, existe una mayor presión sobre el terreno para producir con la mano de obra familiar (Salazar, 2019, p.06).

Bajo este concepto la mano de obra familiar es la misma, sin embargo, existen actividades que demandan de tecnologías, por ejemplo, la cosecha de la alfalfa con tecnificación se la hace con

moto guadaña, de esta manera se reduce el número de jornales. Por otro lado, por el incremento de superficie a irrigar, todo lo referente a insumos y fertilizantes suben la cantidad en un pequeño porcentaje (5%) (GAD Tungurahua, 2017, p.36), esto también se da en la mano de obra (Tabla 22-4).

Tabla 22-4: Costos de producción con proyecto del módulo 4.

Cultivo	Área cultivada	Costo Unitario	Costo Total
	ha	US\$ ha ⁻¹	US\$
Maíz	2.10	930.96	1955.02
Fresa	1.22	3803.99	4640.86
Alfalfa	2.00	778.80	1557.60
Limón	29.14	2054.52	59868.72
Mora	0.70	2017.05	1411.94
Tuna	0.38	900.43	342.16
Total	35.54	10485.75	69776.30

Realizado por: Núñez, Jorge, 2023

4.5.2.4 Utilidad agrícola bruta y neta con proyecto

La utilidad neta con proyecto tiene un incremento en el ingreso familiar de US\$ 411 a US\$ 1544 anuales, este valor denota la importancia de tecnificación de riego en la localidad (Tabla 23-4), el incremento a esta magnitud se obtiene por la implementación de limón en las zonas donde era descanso y barbecho.

Tabla 23-4: Utilidad agrícola bruta y neta con proyecto del módulo 4.

Cultivo	Producción	Precio del producto	Utilidad Bruta	Costo Total	Utilidad Neta
	Mg	US\$ Mg ⁻¹	US\$	US\$	US\$
Maíz	5.25	490.00	2572.50	1955.02	617.48
Fresa	14.35	1960.00	28120.51	4640.86	23479.65
Alfalfa	108.00	100.00	10800.00	1557.60	9242.40
Limón	272.75	570.00	155467.73	59868.72	95599.01
Mora	2.18	1760.00	3843.84	1411.94	2431.91
Tuna	2.47	715.00	1766.05	342.16	1423.89
Total			202570.63	69776.30	132794.33

Mg = Megagramos (1 Mg = 1000 kg)

Realizado por: Núñez, Jorge, 2023

4.6 Estudio financiero

El primer paso para realizar el estudio financiero fue obtener el flujo de caja, el mismo que en una primera instancia se calcularon los ingresos y egresos agrícolas incrementales, los mismos que para el año 3 (período de madurez del proyecto) fueron de US\$ 155391.67 y US\$ 57356.29, respectivamente. Cabe mencionar que, en el año 1 y 2 los ingresos y egresos se desarrollan paulatinamente hasta alcanzar la madurez del proyecto; por tal razón, para estos años los valores son de 25% y 75% del total calculado. Por otro lado, se consideró la depreciación de la obra civil, cuyos componentes a depreciar fueron reservorio, sistema de filtrado, obra principal y parcelaria,

el valor de depreciación anual de los componentes fue de US\$ 51589.57 y el valor de desecho de US\$ 361126.97 (Tabla 24-4).

Tabla 24-4: Depreciación de los componentes del sistema

Tabla de Depreciación					
Descripción de la partida	Valor de adquisición	Años a depreciar	Vida Útil Real	Depreciación Anual	Valor en libros
Sistema de riego					
Reservorio	\$ 84176.46	10	20	\$ 8417.65	\$ 58923.52
Sistema de filtrado	\$ 3423.15	10	20	\$ 342.32	\$ 2396.21
Infraestructura principal	\$ 229760.86	10	40	\$ 22976.09	\$ 160832.60
Parcelario	\$ 198535.20	10	40	\$ 19853.52	\$ 138974.64
Total				\$ 51589.57	
Valor de desecho					\$ 361126.97

Realizado por: Núñez, Jorge, 2023

Cabe indicar que, el presupuesto total del proyecto asciende a US\$ 515895.67, en donde, se incluyen los componentes reservorio, sistema de filtrado, obra principal y parcelaria, sin embargo, se presenta un escenario de financiamiento en donde la gestión se realizará con el programa del estado el FOGAPRYD (Proyecto Fomento a la Gestión del Agua Potable, Saneamiento, Riego y Drenaje), mencionado programa tiene en sus políticas no financiar las redes parcelarias, los demás componentes se los hace bajo transferencia de fondos. En tal virtud, para el flujo de caja se consideró un préstamo de US\$ 198535.20 (redes parcelarias), a un tiempo de 10 años y una tasa de crédito del 2% otorgada por el Banco de Desarrollo Alemán (KfW) (Tabla 25-4).

Tabla 25-4: Tabla de amortización alemana

Amortización alemana				
Valores Iniciales			Valores Finales	
Capital	\$ 198535		Total pagado	\$220374
Tiempo	10 años		Interés pagado	\$ 21839
Interés	2,00%	anual		
Años	Cuota	Intereses	Amortización	Saldo insoluto
0				198535
1	23824	3971	19853.52	178682
2	23427	3574	19853.52	158828
3	23030	3177	19853.52	138975
4	22633	2779	19853.52	119121
5	22236	2382	19853.52	99268
6	21839	1985	19853.52	79414
7	21442	1588	19853.52	59561
8	21045	1191	19853.52	39707
9	20648	794	19853.52	19854
10	20251	397	19853.52	0.000
Total	220374	21839	198535.20	

Realizado por: Núñez, Jorge, 2023

Para finalizar, el presente análisis financiero denota la viabilidad de implementar este proyecto, es así que, en el flujo de caja se tiene una Tasa Interna de Retorno (TIR) de 19.38% mayor a la tasa de descuento (12%) (ANEXO N). El Valor Actual Neto (VAN) es de US\$ 155471, esto indica, el dinero que se tiene en la actualidad una vez recuperada la inversión dentro del horizonte

de evaluación (10 años) (Vega, 2021, p.12). La relación beneficio-costo es de 1.26 es decir, por cada dólar invertido genera 0.26 dólares de ganancia (Hurtado, 2020, p.124). El Período de Retorno de la Inversión (PRI) es de 8.04 años, es un tiempo aceptable para recuperar la inversión en un horizonte de 10 años (Tabla 26-4). La madurez del proyecto es a los tres años, por tal razón, los máximos beneficios se alcanzan en este tiempo.

Tabla 26-4: Indicadores financieros del módulo 4.

Flujo del proyecto	Años										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos Agrícolas		38847.92	116543.75	155391.67	155391.67	155391.67	155391.67	155391.67	155391.67	155391.67	155391.67
Egresos Agrícolas		(14339.07)	(43017.22)	(57356.29)	(57356.29)	(57356.29)	(57356.29)	(57356.29)	(57356.29)	(57356.29)	(57356.29)
Depreciación obra civil		51590	51590	51590	51590	51590	51590	51590	51590	51590	51590
Utilidad antes de impts.		76098	125116	149625	149625	149625	149625	149625	149625	149625	149625
Utilidad neta		76098	125116	149625	149625	149625	149625	149625	149625	149625	149625
Depreciación obra civil		(51590)	(51590)	(51590)	(51590)	(51590)	(51590)	(51590)	(51590)	(51590)	(51590)
Inversiones											
Infraestructura	(515895.67)										
Préstamo	198535.20										
Amortización		-19853.52	-19853.52	-19853.52	-19853.52	-19853.52	-19853.52	-19853.52	-19853.52	-19853.52	-19853.52
Capital de trabajo											
Valor de desecho											361126.97
Flujo del proyecto	(317360)	4655	53673	78182	78182	78182	78182	78182	78182	78182	439309
TIR	19.38%										
VAN	\$155471										
B/C	1.26										
PRI	8.04										

Realizado por: Núñez, Jorge, 2023

4.7 Diseño hidráulico de infraestructura principal

4.7.1. Diseño de reservorio

El reservorio para Chingazo Alto-San Jacinto tiene las siguientes dimensiones: largo 44.00 m, ancho 23.00 m y una altura de 4.00 m con un volumen aproximado de 4000 m³ de capacidad de almacenamiento (ANEXO O), el cual regará un aproximado de 200 ha. Su funcionamiento será de 12 horas desde las 6:00 hasta las 18:00 horas. El material a utilizarse será hormigón de $f'c = 210 \text{ kg cm}^{-2}$ (esfuerzo de hormigón), cabe señalar que, según Agüero (2004), los muros del reservorio se encofran con concreto de $f'c = 210 \text{ kg cm}^{-2}$, de esta manera se corrobora este valor del esfuerzo del hormigón. Además, se utilizará un material aislante (geomembrana) de 750 mm de espesor para evitar filtraciones. Por otro lado, por el material presente en el sitio de implantación (arenas limosas) (Gráfico 12-4) se entibará las paredes para protección durante los trabajos de excavación (Carrazón, 2007, p.18).



Gráfico 12-4: Sitio de implantación del reservorio de Chingazo Alto

Realizado por: Núñez, Jorge, 2023

4.7.2. Diseño de red de tuberías

Para el diseño de redes principales en primera instancia se consideró la necesidad hídrica del módulo 4 que es de 24.87 L s^{-1} , sin embargo, existe un caudal de asignación por parte del Gobierno Autónomo Descentralizado de Chimborazo el mismo que es de 91 L s^{-1} para 5 módulos, este caudal corresponde a un derecho adquirido, el mismo que representa un bien tangible. Tomar la decisión de reducir el mismo representará tener conflictos sociales, en tal virtud, para conducir el

caudal en conformidad al área neta del módulo 4 (35.54 ha) para las 12 horas de operación es de 34.10 L s^{-1} , para esto se utilizará una tubería de 200 mm de diámetro y de clase nominal 0.63 MPa con una longitud de 980 m desde el reservorio. Las redes de distribución al interior del módulo serán de 160, 110, 90, 75, 63 y 50 mm de diámetro en clase 0.63 MPa hasta llegar al hidrante (ANEXO P). La velocidad de diseño oscila entre 0.5 a 2.5 m s^{-1}

4.7.3. Diseño de obras de arte

En este diseño se contemplan las cajas para válvulas de control, aire, purga, reductoras de presión, alivio rápido e hidrantes las cuales se instalarán dentro de una caja de hormigón simple con una resistencia a los 28 días $f'c = 210 \text{ kg cm}^{-2}$. Las dimensiones de la caja son variables de acuerdo al tipo de válvula, la implantación de las mismas será sobre una cama de arena de 10 cm de espesor y estarán cubiertas con una tapa metálica estirada de 1/8" de espesor (ANEXO Q).

4.7.4. Diseño de válvulas

Las válvulas hidráulicas que se incluyeron en el diseño tienen diámetros de 1.5", 2", 3", 4" y 6", la ubicación de estas dependió mucho del criterio del diseñador. La idea principal de estos dispositivos es regular y sostener la presión en la línea presurizada a un valor entre 30 a 50 m.c.a. Según Tarjuelo (2017, p.135), el riego por aspersión tiene rangos de operación entre 25 y 60 m.c.a., por otro lado, Pizarro (1996, p.178), manifiesta que los riegos localizados autocompensados (goteo), el rango de operación es de 10 m.c.a. hasta 35 m.c.a. Para el caso del proyecto se trabajará a un margen de 30 m.c.a. en la cabecera de cada lote (hidrante), cabe mencionar que, el miniwobblers trabaja con presiones entre 10 a 17 m.c.a., en tal virtud, para controlar las presiones al interior de la parcela se utilizarán válvulas reguladoras en línea (ANEXO R).

4.8 Diseño hidráulico de red parcelaria

El diseño hidráulico de red parcelaria está en función del emisor, con una presión de trabajo en hidrante de 30 m.c.a. La velocidad media del agua está entre 0.6 y 3 m s^{-1} . Según, Carrazón (2007, p.186), el rango de velocidad en tubería de PVC es de 0.5 a 3 m s^{-1} . Los caudales promedios en parcela están entre los 1.5, 4, 6, 9, 13 y 28 L s^{-1} , esto debido a los diámetros de los hidrantes que son de 1, 1½, 2, 3, 4 y 6", respectivamente. La distribución de la red de tuberías en la parcela está en función de la topografía, infraestructura existente y de los linderos. Además, para el diseño parcelario se presentan dos opciones de planteamiento en base a la tubería múltiple, el primero se presenta con la red múltiple en el lindero del terreno, esta opción se diseñó en lotes no tan anchos (hasta 20 m), el segundo planteamiento es un esquema de diseño en espina de pescado en el que la tubería distribuidora se la coloca por el centro de la parcela con laterales distribuidos de forma

perpendicular a esta, hacia los costados (Gráfico 13-4). El bloque de riego máximo es de 0.30 ha, con base a este valor se realizaron los bloques de riego (ANEXO S).

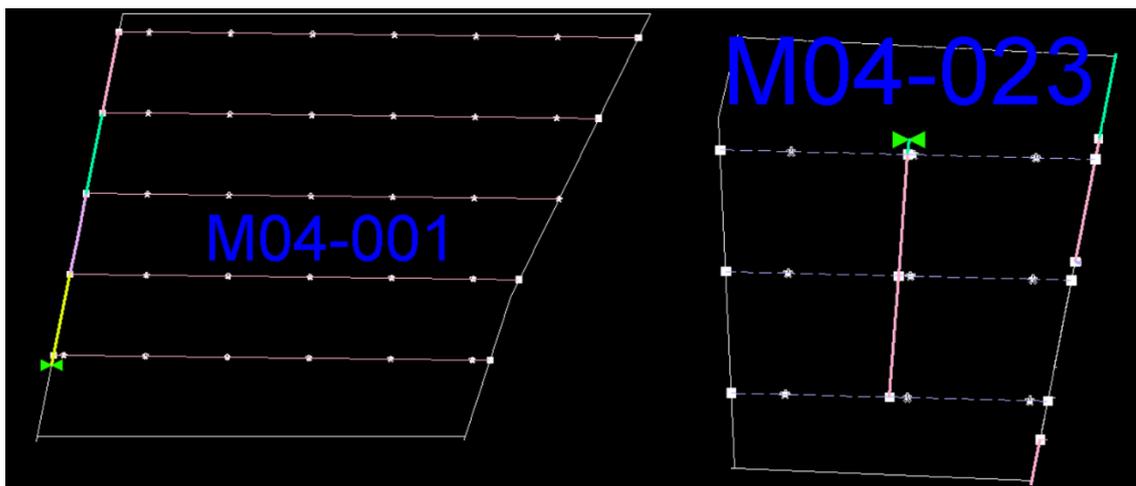


Gráfico 13-4: Diseño múltiple en lindero y espina de pescado

Realizado por: Núñez, Jorge, 2023

Por otro lado, para elaborar el número de bloques o divisiones en los predios para irrigar, se trabajó con un análisis de tenencia de tierra, en donde, la mayoría de terrenos están entre 0.1 a 0.5 ha, con un promedio por lote de 0.38 ha (Tabla 27-4). En base a este resultado, se propuso trabajar con hidrantes de 1, 1½ y 2” los mismos que permiten operar en un solo turno 20, 55 y 85 mini aspersores y a su vez, admiten el riego para 722, 1985 y 3068 m² (Tabla 28-4).

Tabla 27-4: Tenencia de tierra módulo 4

Superficie	Lotes	Lotes
ha	No.	%
0 – 0.10	15	15%
0.10 -0.25	32	32%
0.25 – 0.50	28	28%
0.50 – 1.00	19	19%
1.00 – 2.00	7	7%
Total	101	100%

Realizado por: Núñez, Jorge, 2023

Tabla 28-4: Diámetro de hidrante, caudales, aspersores y superficie bajo riego

Hidrante	Caudal	Aspersores	Aspersor corregido	Superficie riego
Diámetro	L.s ⁻¹	No.	No.	(m ²)
1"	1.5	21.42	20	722.00
1½"	4	57.14	55	1985.00
2"	6	85.71	85	3068.00

Realizado por: Núñez, Jorge, 2023

En definitiva, el bloque máximo para el módulo 4 es de 3000 m². Además, para cada lote se analizó el número de bloques y el diámetro del hidrante que este debe tener en su diseño (Tabla 29-4).

Tabla 29-4: Número de bloques de riego en relación a la superficie

Superficie	Lotes	Lotes	Hidrante	Bloques
ha	No.	%	Diámetro	No.
0 – 0.10	15	15%	1"	2
0.10 -0.25	32	32%	1½"	2
0.25 – 0.50	28	28%	1½"	3
0.50 – 1.00	19	19%	1½"	4-5
1.00 – 2.00	7	7%	2"	4-6
Total	101	100%		

Realizado por: Núñez, Jorge, 2023

4.8.1. Turnados

Los turnos de riego están definidos por la totalidad del caudal que ingresa al módulo, para el caso particular el caudal aproximado es de 34.1 L s⁻¹, el mismo que es utilizado por un máximo de 10 lotes simultáneos y 487 mini aspersores. Por otro lado, el turnado de riego se construyó en base a las 3 horas por posición-aspersor cada 7 días y bajo el concepto de bloques desde la parte superior, de esta manera, el regante tiene una ventaja social, debido a que, su calendario es fácil de manejar (ANEXO T).

4.9 Presupuesto y especificaciones técnicas

El presupuesto contempla el detalle de los rubros, la cantidad de materiales y sus costos unitarios y totales del sistema de riego colectivo, válvulas de aire en redes de conducción, válvulas de control de presión, válvulas de alivio rápido y de purga, hidrantes, sistema de filtrado, canal de ingreso, desarenador, caja de válvulas, cerramiento del reservorio y sistema parcelario (ANEXO U).

El presupuesto del diseño del módulo 4 es de US\$ 515895.67, esto quiere decir, que el costo por familia es de 5998.79 US\$ y por hectárea es de 14515.92, según el FOGAPRYD, el costo por

hectárea en un proyecto de riego colectivo tecnificado es de 15000 US\$ por hectárea, en tal sentido, el costo de este proyecto se encuentra en el margen aceptable (Tabla 30-4). Por otro lado, las asignaciones a nivel estatal para riego tecnificado por familia están en el orden de 7000 US\$ (GAD Tungurahua, 2017, p.14).

Por otro lado, las especificaciones técnicas están detalladas de acuerdo al material a utilizarse y en concordancias a los rubros detallados en el presupuesto (ANEXO V).

Tabla 30-4: Presupuesto del módulo 4

Rubro / Descripción	Precio global
Reservorio	84176.46
Sistema de filtrado	3423.15
Infraestructura principal	229760.86
Sistema parcelario	198535.20
Total	515895.67
Costo/ha	14515.92
Costo/familia	5998.79

Realizado por: Núñez, Jorge, 2023

CAPÍTULO V

5. PROPUESTA

El módulo de riego 4 como parte de sus indicadores demuestra una baja productividad, altos índices de migración y falta de oportunidades a nivel de su colectivo, en este sentido, la propuesta de obtener los diseños de riego para una póstuma implementación hace hincapié en las ventajas productivas y sociales que se tendrán una vez implementado el proyecto.

Es así como, con la tecnificación de riego la productividad aumentará en un 30% y las oportunidades sociales de trabajar en sus propios lotes se verán canalizadas una vez presente el proyecto, a su vez, la migración se verá reducida por la presencia de cultivos y la intensidad de uso de suelo en el sector de Los Chingazos.

Por otro lado, parte del componente técnico-productivo es incursionar con un cultivo promisorio para la localidad, en tal sentido, la propuesta de este diseño parcelario e hidráulico es incorporar en los predios el cultivo de limón el mismo que, la producción ascenderá de 11.91 a 272.75 megagramos y de esta manera los ingresos económicos familiares ascenderán anualmente de US\$ 411 a US\$ 1544 anuales.

Además, la forma de distribuir el agua se lo hará bajo la modalidad de turnados con riegos durante 3 horas y cada 7 días, esta iniciativa brindará orden y se orientará a los regantes del módulo 4 hacia una nueva cultura de riego y optimización del agua. Cabe indicar que, la propuesta se basa en la tecnificación colectiva de riego, en donde, la presencia del reservorio comunitario dará la oportunidad de almacenar durante 12 horas en la noche e irrigar durante las 12 horas del día, evitando de esta manera los horarios nocturnos y las largas caminatas hacia la bocatoma.

Cabe mencionar que, las 35.54 ha netas de diseño desde la fuente de agua, sistema de filtrado, conducciones principales y hasta redes parcelarias tiene un costo US\$ 515895.67, en tal sentido, el costo de inversión por familia es de US\$ 5998.79 y por hectárea es de US\$ 14515.92; a su vez, los indicadores financieros demuestran una viabilidad del proyecto (TIR 19.38%, VAN 155471, B/C 1.26 y PRI 8.04 años) a 10 años de evaluación y una tasa de descuento del 12%.

CONCLUSIONES

- Los estudios base y complementarios fueron el punto de partida para desarrollar los demás componentes. En el caso de la topografía, la misma fue trascendental para los planteamientos hidráulicos. Por otro lado, la calidad de agua y de suelos mostraron que no hay limitantes para continuar con los diseños. Para finalizar, los aforos definieron que existe la cantidad de agua suficiente para irrigar las 35.54 ha netas del módulo 4.
- Como punto inicial en el diseño agronómico se definió un requerimiento hídrico de 3.02 mm día⁻¹. Además, en las zonas de muestreo: alta, media y baja los suelos tienen una textura arenosa franca, con una lámina bruta y una velocidad de infiltración promedio de 22.10 mm y 87.25 mm h⁻¹, respectivamente. Los emisores a nivel parcelario son los mini wobbler (mini aspersores), el tiempo de operación de los mismos fueron de 3 horas, con intervalos de riego cada 7 días. Los cultivos presentes en el módulo 4 fueron: maíz, fresa, alfalfa, limón, mora y tuna. El caudal de diseño propuesto es de 34.10 L s⁻¹, en base a este dato se dimensionaron las tuberías. La unidad máxima de riego fue de 0.30 ha (lote), los riegos se realizarán de forma simultánea con 12 horas de operación del sistema.
- El estudio social se elaboró para las condiciones de las 86 familias (57% hombres, 43% mujeres) del módulo 4, se evidenció pobreza extrema con ingresos de US\$ 392 anuales, razón por la cual, existe un 36% de migración local. La agricultura no representa una actividad económica que genere recursos, existe un 70% de la población con condiciones de vivienda aceptables. Por otro lado, los servicios básicos carecen de atención, además existen servicios de agua entubada (80%), luz eléctrica (75%) y alcantarillado (80%). El estudio agroeconómico demanda implementar un cultivo promisorio (limón) para generar recursos con tecnificación de riego, al mismo tiempo, se espera un incremento en el ingreso familiar de US\$ 411 a US\$ 1544 anuales. Los indicadores financieros demuestran una viabilidad del proyecto a 10 años de evaluación y una tasa de descuento del 12%, los mismos que son: TIR 19.38%, VAN 155471, B/C 1.26 y PRI 8.04 años.
- El presupuesto para las 35.54 ha netas de diseño desde la fuente de agua, sistema de filtrado, conducciones principales y parcelarios fue de US\$ 515895.67. En tal sentido, el costo de inversión por familia es de US\$ 5998.79 y por hectárea es de US\$ 14515.92

RECOMENDACIONES

- Se recomienda a las autoridades competentes gestionar los recursos con entidades locales o internacionales para implementar el proyecto de riego, el mismo que cumple los estándares de diseño y está dentro de los techos de inversión planteados.
- Se recomienda trabajar de forma asociativa con los agricultores para generar nuevas estrategias de comercialización de productos, a la vez buscar iniciativas de inserción a nuevos mercados con cultivos promisorios como el limón, durazno, aguacate u otro frutal.

GLOSARIO

Aforos. Los aforos de caudal consisten en determinar la cantidad de agua que atraviesa una sección de un cuerpo de agua en un instante de tiempo dado.

Caudales. El caudal, es el volumen del líquido que, a través de una sección determinada, circula en una unidad de tiempo.

Derechos de agua. Denominado también autorizaciones de Uso y Aprovechamiento del Agua son los documentos que facultan a una persona natural o jurídica el consumo del agua desde ríos, humedales, quebradas, lagunas, pozos, lluvia y otros.

Emisor. Son todos los dispositivos de salida de caudal que están en relación al método de riego, en este caso pueden ser aspersores, goteros y microaspersores.

Hidrantes. Son válvulas manuales de compuerta, es decir, utilizan el mecanismo de apertura y cierre para el paso o detención del flujo, para este caso el agua, se ubican en la cabecera de parcela y representan el punto de partida del diseño parcelario.

Infiltración. Es la velocidad con la que el agua se incorpora al suelo sin producir anegamiento o encharcamiento.

Producción agrícola. Es la cantidad de producto en bruto (sin clasificar) obtenido por unidad de análisis y por unidad de tiempo. La unidad de análisis puede ser una familia, una comunidad campesina, un distrito, una provincia, región o país. La producción se calcula multiplicando el rendimiento de los cultivos por la superficie cultivada.

Zonas agroecológicas. Representan los lugares en donde existe una producción específica considerando factores como tipo de suelo, topografía y principalmente clima.

BIBLIOGRAFÍA

- AGÜERO, R.** *Diseño y construcción de reservorios apoyados*. Lima-Perú: Editorial COSUDE (Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación), 2004, pp.20-35
- ALLEN, R.** *Evapotranspiración de cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos*. Roma-Italia: Editorial FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura), 2006, 84 p.
- BACA, C.** *Diseño de riego*. Cusco-Perú: Editorial Universidad San Antonio Abad, 2021, 20 p.
- BERTSCH, F.** *Manual para interpretar la fertilidad de los suelos de Costa Rica*. San José-Costa Rica: Editorial Universidad de Costa Rica, 1986, 86p.
- CADENA, V.** *Hablemos de riego*. 2^{da} Ed. Quito-Ecuador: Editorial CONGOPE (Consortio de Gobiernos Provinciales del Ecuador), 2017, 288 p.
- CALVACHE, M.** *Riego Andino tecnificado*. Quito-Ecuador: Editorial Universitaria de la Universidad Central del Ecuador, 2012, 296 p.
- CARRAZÓN, J.** *Manual práctico para el diseño de sistemas de minirriego*. Roma- Italia: Editorial FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura), 2007, 218 p.
- CENTRAL ECUATORIANA DE SERVICIOS AGRÍCOLAS – CESA.** *Sistematización de la experiencia del sistema de riego presurizado Atapo Palmira*. Guamote-Ecuador, 2018, 92 p.
- FUENTES, J.** *Técnicas de Riego: Sistemas de Riego en la Agricultura*. 3ra Ed. México DF-México: Editorial Mundi-Prensa, 1999, 280 p.
- GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN GUANO - GAD GUANO.** *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial*. Guano-Ecuador, 2019, 836 p.
- GUERRA, G.** *Manual de Administración de Empresas Agropecuarias*. San José-Costa Rica: Editorial IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura), 1992, 22 p.
- HARGREAVES, H.** *Discussion of Application of Penman wind function*. ASCE (American Society of Civil Engineers), 1993, 109(2):277–278.
- HIDALGO, J.** *La floricultura, una manifestación agroindustrial del despojo del agua para el riego. El caso de la acequia Tabacundo en la sierra ecuatoriana*. Wageningen-Países Bajos: Editorial University UR, 2018, 16 p.

- HONORABLE GOBIERNO PROVINCIAL DE TUNGURAHUA – HGPT.** *Lecciones Aprendidas y Guías de Apoyo Técnico para la Implementación de Riego Colectivo Tecnificado.* Ambato-Ecuador, 2016, 248 p.
- HONORABLE GOBIERNO PROVINCIAL DE TUNGURAHUA – HGPT.** *Implementación de proyectos de riego colectivo tecnificado.* Ambato-Ecuador, 2017, 22 p.
- HOOGENDAM, P., & C. RÍOS.** *Manual de Riego Tecnificado para los valles.* Cochabamba-Bolivia: Editorial Impresiones POLIGRAF, 2018, 250 p.
- HURTADO, F.** *Lo que usted debe recordar al formular un proyecto de desarrollo rural.* 2^{da} Ed. Cusco-Perú: Editorial Universitaria de la Universidad Nacional de San Antonio Abad, 2000, 271 p.
- KASS, D.** *Fertilidad de Suelos.* San José-Costa Rica: Editorial EUNED, 1996, 272 p.
- KOSTIAKOV, A.** *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, 1932, 1:15–21.
- MARSCHNER, H.** *Effect of mineral nutritional status on shoot-root partitioning of photoassimilates and cycling of mineral nutrients.* 1996, J. Exp. Bot. 47(1): 1255-1263. DOI: 10.1093/jxb/47.Special_Issue.1255
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA - MAG.** *Diagnóstico integral del proyecto de riego Chambo-Guano-Los Chingazos, Fase II, zona 8, cantón Guano, provincia de Chimborazo.* Riobamba, Ecuador, 2020, 25 p.
- PEÑA, F.** *Aguas virtuales, agroexportadores y comunidades campesinas: Las trampas de la certificación de la producción sostenible.* Lima-Perú: Instituto de Estudios Peruanos – IEP, 2011, pp. 43-64. En: A. Arroyo, y R. Boelens (eds.); *Aguas robadas: Despojo hídrico y movilización social.*
- PIZARRO, F.** *Riegos localizados de alta frecuencia (RLAF) goteo, microaspersión, exudación.* 3ra Ed. Madrid-España: Editorial Mundi-Prensa, 1996, 511 p.
- SECRETARÍA DEL AGUA.** *Plan Nacional de Riego y Drenaje 2019-2027.* Quito- Ecuador, 2019, 160 p.
- TARJUELO, J.** *El Riego por Aspersión y su Tecnología.* Madrid-España: Editorial Mundi-Prensa, 2017, 320 p.
- UNITED NATIONS COMMODITY TRADE STATISTICS DATABASE – COMTRADE.** *Base de datos COMTRADE de la ONU (Organización de las Naciones Unidas)* [en línea].

Washington-Estados Unidos: ONU (Organización de las Naciones Unidas), 2018.
[Consulta: 07 septiembre 2022]. Disponible en: <http://unstats.un.org/unsd/comtrade/>.

VARELA, A., & S. RON. *Geografía y clima en el Ecuador*. Quito-Ecuador: Editorial PUCE (Pontificia Universidad Católica del Ecuador), 2020, 130 p.

VARGAS, M., & M. MORENO. *La gobernanza y la participación ciudadana en Bogotá*. 2da Ed. Bogotá-Colombia: Editorial Republicana, 2016, 125 p.

VEGA, E. *Agua en el suelo. Relaciones entre sus fases para la gestión del riego*. Portoviejo-Ecuador: Universidad Técnica de Manabí, 2020, 42 p.

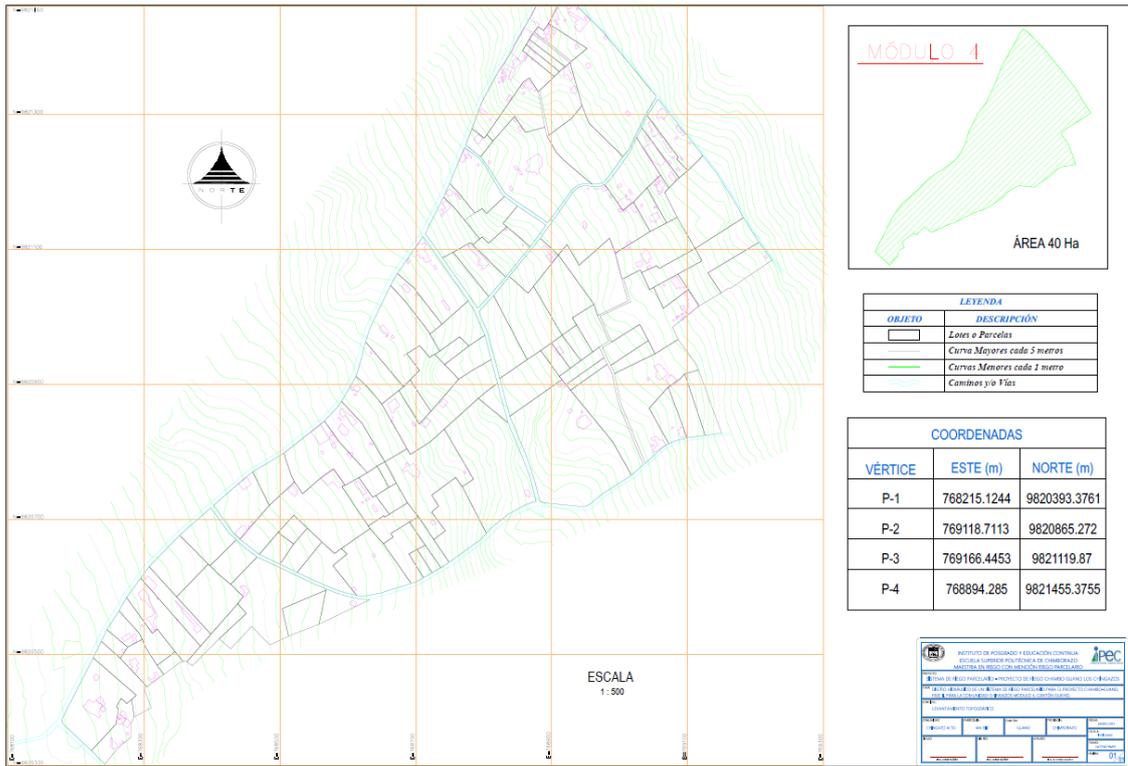
VEGA, L. *Análisis financiero de proyectos*. Riobamba-Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo – ESPOCH, 2021, 41 p.

ZAPATTA, A. *Acumulación de agua y floricultura: una aproximación desde el caso de la cuenca del Pisque, Ecuador*. Lima-Perú: Instituto de Estudios Peruanos – IEP, 2012, pp. 167-184. *En*: A. Arroyo, y R. Boelens (eds.); *Aguas robadas. Despojo hídrico y movilización social*.

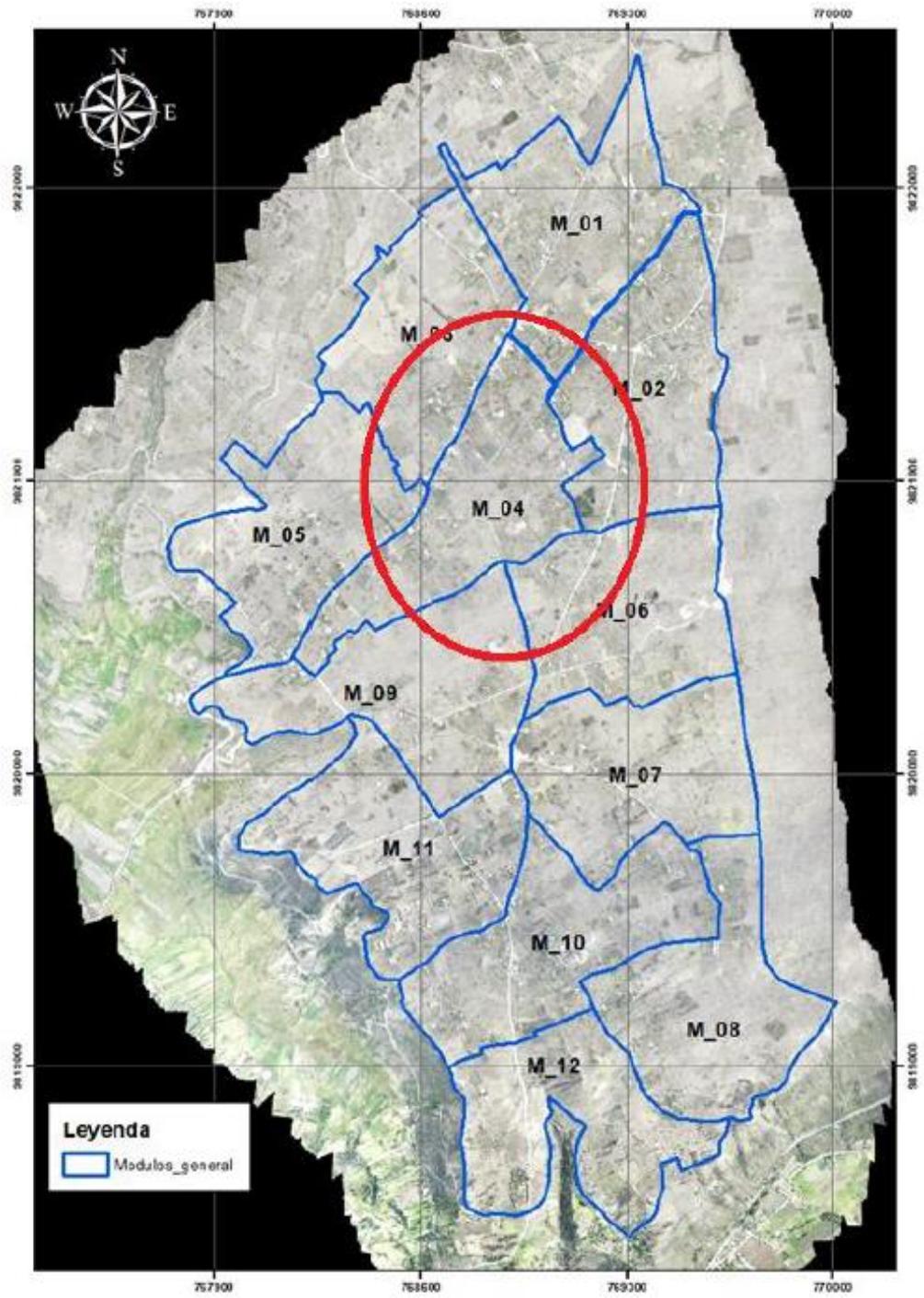
ZEITOUN, M., C. MESSERSCHMID, & S. ATTILI. *Asymmetric abstraction and allocation: The Israeli i-Palestinian water pumping record*, 2009, *Revista Ground Water*. 47(1):146–160.

ANEXOS

ANEXO A: TOPOGRAFÍA



ANEXO C: SECTORIZACIÓN



ANEXO E: STANDARD PENETRATION TEST

	LABORATORIO INTEGRAL DE LA CONSTRUCCIÓN Control de Calidad para tus Proyectos
LABORATORIO INTEGRAL DE LA CONSTRUCCIÓN	
“LIC”	
PROYECTO:	
“ESTUDIO DE RIEGO CHINGAZO ALTO”	
INSTITUCIÓN:	
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO “ESPOCH”	
SOLICITANTES:	
MAESTRANTES ESPOCH MAESTRÍA EN RIEGO PARCELARIO	
UBICACIÓN:	
PARROQUIA CHINGAZO ALTO - CANTÓN GUANO - PROVINCIA DE CHIMBORAZO	
Riobamba, 02 de Agosto de 2022	
<small>Dir.: Venezuela 1 y La Paz – Barrio Bellavista / Telf.: 03 2966388 – 0988863062 e-mail: lic_laboratorio@yahoo.com / RIOBAMBA - ECUADOR</small>	

ANEXO F: ANÁLISIS DE AGUAS

 LABCESTA <small>TECNOLOGÍA Y CALIDAD</small>	DEPARTAMENTO: ANALITICALAB	 SERVICIO DE ACREDITACIÓN ECUATORIANO <small>Accreditación N° SAE LEN 18-034 LABORATORIO DE ENSAYOS</small>
---	---------------------------------------	--

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:	LABCESTA 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-SCFI- 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 declaratoria de conformidad IE-AL-26.

 <p>LABCESTTA TECNOLOGÍA Y CALIDAD</p>	<p>DEPARTAMENTO: ANALITICALAB</p>	 <p>SERVICIO DE ACREDITACIÓN ECUATORIANO Acreditación N° SAE LEN 18-034 LABORATORIO DE ENSAYOS</p>
--	--	---

INFORME DE RESULTADOS No: A-533-22

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:	Toma de la comunidad Chirgozo Alto
CÓDIGO CLIENTE:	A-2	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 09:34	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-533-22
RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA:	Hugo Cuadrado	COORDENADAS:	17M 769351/9822427
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	<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-SCTI-2000	Ausencia
Mercurio	mg/L	<0,001	±21%	PE/AL/10 EPA 3015 A, Rev.1 2007	0,001
Nitritos	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	-	Volumétrico	-
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
Níquel	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



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.

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

INFORME DE RESULTADOS No: A-534-22

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:	Toma de la comunidad Chirgozo Bajo
CÓDIGO CLIENTE:	A-3	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 10:33	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-534-22
RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA:	Hugo Cuadrado	COORDENADAS:	17M 769634/9820658
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	<1,8	-	PE/AL/24 Standard Methods Ed.23.2017	1000
*Flour	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

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 declaración de conformidad IE-AL-26.

ANEXO G: ANÁLISIS QUÍMICO DE SUELOS



DATOS DEL CUENTE

Cliente: NUNEZ RAZA JORGE GUILLERMO
 Direccion: Riobamba Telefono: 995232784
 Provincia: Chimborazo Canton: Riobamba

INFORMACION DE LA MUESTRA

Tipo de Muestra: suelo Fecha de ensayo: del 19 de marzo al 5 de abril
 Fecha de toma de muestra: 19/3/2022 Direccion de la muestra: chingazo alto
 Fecha de recepcion en: 19/3/2022 ID. Lab: 16,1 2022
 Cultivo anterior: Cultivo actual: alfalfa
 Observaciones:

RESULTADOS

Id. Cliente	Parametros		Resultado	Unidad	Nivel	Técnica analítica
Módulo 4 zona baja	K	Ac.Am	0,91	meq/100g	alto	A.atómica
	Ca	Ac.Am	4,9	meq/100g	alto	A.atómica
	Mg	Ac.Am	1,2	meq/100g	alto	A.atómica
	Cu	Olsen mod.	1,0	ppm	FALSO	A.atómica
	Mn	Olsen mod.	1,0	ppm	bajo	A.atómica
	Zn	Olsen mod.	1,0	ppm	bajo	A.atómica
	PH	H2O 1:2,5	7,42		Practicamente NEUTRO	Potenciometrico
	M.O.	W-B	1,84	%	bajo	Gravimetrico
	C.E	H2O 1:2,5	0,12	umhos/cm	No salino	Conductimetrico
	NT asimilable	kjeldahl	10,0	ppm	bajo	Volumétrica
	P	Olsen mod.	1,6	ppm	bajo	Colorimetrico
	Textura	clase textural	franco arenoso	arena % limo % arcilla %	80 20 0	bouyoucos
	Humedad a capacidad de campo	gravimetrico	11,10	%		gravimetrico
	Humedad apunto de marchitez permanente	gravimetrico	6,6	%		gravimetrico
	Densidad real	gravimetrico	2,31	g/cm ³		gravimetrico
Densidad aparente	gravimetrico	1,59	g/cm ³		gravimetrico	
porosidad	calculo	31,17	%		calculo	



Ing. Carlos Mayorga
TOTALCHEM

TotalChem Se responsabiliza unicamente de los análisis mas no de la toma de muestra
 Estos análisis, opiniones y/o interpretaciones están basado en el material e información provistos por el

tamizajes fisicoquímicos
 análisis de agua potable y residual
 análisis de suelos, análisis de arrienda agrícolas

0980622817



DATOS DEL CLIENTE

Cliente: NÚÑEZ RAZA JORGE
 GUILLERMO
Dirección: Riobamba **Teléfono:** 995232784
Provincia: Chimborazo **Cantón:** Riobamba

INFORMACION DE LA MUESTRA

Tipo de Muestra: suelo **Fecha de ensayo:** del 19 de marzo al 5 de abril
Fecha de toma de muestra: 19/3/2022 **Dirección de la muestra:** chingazo alto
Fecha de recepción en: 19/3/2022 **ID. Lab:** 16,1 2022
Cultivo anterior: Observaciones: **Cultivo actual:** alfalfa/maca

RESULTADOS

Id. Cliente	Parámetros		Resultado	Unidad	Nivel	Técnica analítica
Módulo 4 zona media	K	Ac.Am	1,84	meq/100g	alto	A.atómica
	Ca	Ac.Am	5,9	meq/100g	alto	A.atómica
	Mg	Ac.Am	2,1	meq/100g	alto	A.atómica
	Cu	Olsen mod.	2,0	ppm	medio	A.atómica
	Mn	Olsen mod.	2,0	ppm	bajo	A.atómica
	Zn	Olsen mod.	1,0	ppm	bajo	A.atómica
	PH	H2O 1:2,5	7,64		Ligeram. Alcalino	Potenciométrico
	M.O.	W-B	3,03	%	medio	Gravimétrico
	C.E	H2O 1:2,5	0,14	umhos/cm	No salino	Conductimétrico
	NT asimilable	kjeldahl	18,0	ppm	bajo	Volumétrica
	F	Olsen mod.	112,1	ppm	alto	Colorimétrico
	Textura	clase textural	franco arenoso	arena %	84	bouyoucus
				limo %	14	
				arcilla %	2	
	Humedad a capacidad de campo	gravimétrico	9,14	%		gravimétrico
	Humedad a punto de marchitez permanente	gravimétrico	5,4	%		gravimétrico
	Densidad real	gravimétrico	2,2	g/cm ³		gravimétrico
Densidad aparente	gravimétrico	1,5	g/cm ³		gravimétrico	
porosidad	calculo	31,82	%		calculo	



Ing. Carlos Mayorga
TOTALCHEM

TotalChem Se responsabiliza unicamente de los análisis mas no de la toma de muestra
 Estos análisis, opiniones y/o interpretaciones están basado en el material e información provistos por el

tamizajes fitoquímicos
 análisis de agua potable y residual
 análisis de suelos, análisis de arrenda agrícolas

0980822817



DATOS DEL CLIENTE

Cliente: NUNEZ RAZA JORGE GUILLERMO
Dirección: Riobamba **Teléfono:** 995232784
Provincia: Chimborazo **Canton:** Riobamba

INFORMACION DE LA MUESTRA

Tipo de Muestra: suelo **Fecha de ensayo:** del 19 de marzo al 5 de abril
Fecha de toma de muestra: 19/3/2022 **Dirección de la muestra:**
Fecha de recepción en: 19/3/2022 **ID. Lab:** 16.1 2022
Cultivo anterior: **Cultivo actual:**
Observaciones:

RESULTADOS						
Id. Cliente	Parametros		Resultado	Unidad	Nivel	Técnica analítica
Módulo 4 zona alta	K	Ac.Am	2,10	meq/100g	alto	A.atómica
	Ca	Ac.Am	6,8	meq/100g	alto	A.atómica
	Mg	Ac.Am	1,4	meq/100g	alto	A.atómica
	Cu	Olsen mod.	3,0	ppm	medio	A.atómica
	Mn	Olsen mod.	4,0	ppm	bajo	A.atómica
	Zn	Olsen mod.	1,0	ppm	bajo	A.atómica
	PH	H2O 1:2,5	7,34		Prácticamente NEUTRO	Potenciométrico
	M.O.	W-B	3,35	%	medio	Gravimétrico
	C.E	H2O 1:2,5	0,14	umhos/cm	No salino	Conductimétrico
	NT asimilable	kjeldahl	18,0	ppm	bajo	Volumétrica
	P	Olsen mod.	122,0	ppm	alto	Colorimétrico
	Textura	clase textural	franco arenoso	arena %	88	bouyoucus
				limo %	10	
				arcilla %	2	
	Humedad a capacidad de campo	gravimétrico	6,58	%		gravimétrico
	Humedad a punto de marchitez permanente	gravimétrico	3,9	%		gravimétrico
	Densidad real	gravimétrico	2,03	g/cm ³		gravimétrico
Densidad aparente	gravimétrico	1,404	g/cm ³		gravimétrico	
porosidad	calculo	30,84	%		calculo	



Ing. Carlos Mayorga
TOTALCHEM

TotalChem Se responsabiliza unicamente de los análisis mas no de la toma de muestra
Estos análisis, opiniones y/o interpretaciones están basado en el material e información provistos por el

tamizajes fisicoquímicos
análisis de agua potable y residual
análisis de suelos , análisis de anllenda agrícolas

0880622817

ANEXO H: CÁLCULO DE LÁMINA BRUTA

Lámina de Agua Aprovechable

Zona	CC	PMP	Densidad aparente (g/cc)	Enraizamiento (cm)	LAA (mm)
Alta	9,19%	4,60%	1,43	60	39,37
Media	9,14%	4,57%	1,38	60	37,84
Baja	11,10%	5,55%	1,45	60	48,28
Promedio	9,810000%	4,910000%	1,42	60	41,75

Zona	LAA (mm)	f	LN (mm)
Alta	39,37	0,45	17,71
Media	37,84	0,45	17,03
Baja	48,28	0,45	21,73
Promedio	41,75	0,45	18,79

Zona	LN (mm)	Eficiencia riego (%)	LB (mm)
Alta	17,71	0,85	20,84
Media	17,03	0,85	20,03
Baja	21,73	0,85	25,56
Promedio	18,79	0,85	22,10

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

$$LN = LAA \times f$$

$$LB = LN / Ef$$

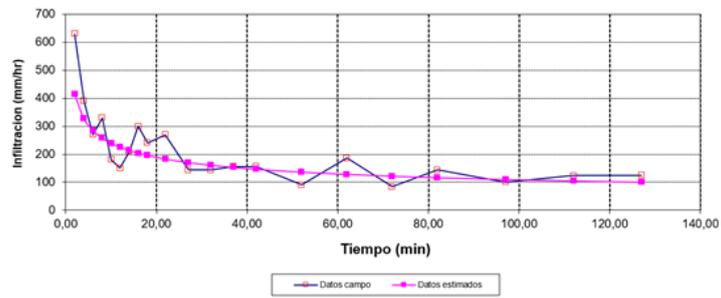
Sin proyecto (situación actual)

Cultivos	Enraizamiento (cm)
Maíz	30
Fresa	25
Alfalfa	100
Limón	120
Mora	50
Tuna	40
Promedio	60,83

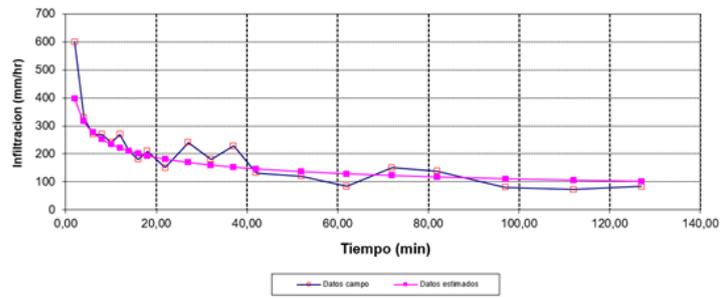
Método de riego	Eficiencia (%)
Aspersión	0,80
Goteo	0,90
Promedio	0,85

ANEXO I: CÁLCULO DE INFILTRACIÓN

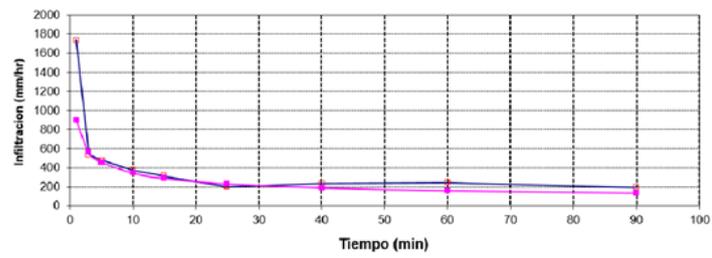
ZONA ALTA



ZONA MEDIA



ZONA BAJA



ANEXO J: CÁLCULO DE 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 ² /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 ² /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	
Total	536.1	428.9	

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	
Total	426.0	340.8	

ANEXO K: CÁLCULO DE NECESIDADES TOTALES

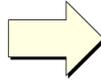
Necesidad Neta (mm/día)													
Cultivo	Superficie (Ha)	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Maíz	2,10	-1,52	-3,10	-3,48	-3,52	-1,29	0,74	0,00	0,00	-2,25	-2,67	-3,01	-1,88
Fresa	1,22	0,33	-0,47	-1,62	-2,72	-2,20	-2,67	-2,23	-2,06	-2,32	-1,97	-1,90	-0,89
Alfalfa	2,00	0,33	-0,47	-1,62	-2,72	-2,20	-2,67	-2,23	-2,06	-2,32	-1,97	-1,90	-0,89
Limón	1,50	0,33	-0,47	-1,62	-2,72	-2,20	-2,67	-2,23	-2,06	-2,32	-1,97	-1,90	-0,89
Mora	0,70	0,33	-0,47	-1,62	-2,72	-2,20	-2,67	-2,23	-2,06	-2,32	-1,97	-1,90	-0,89
Tuna	0,38	0,33	-0,47	-1,62	-2,72	-2,20	-2,67	-2,23	-2,06	-2,32	-1,97	-1,90	-0,89
Total	7,90												

Media ponderada (mm/día)	0,01	0,95	1,82	2,57	1,63	1,40	1,31	1,19	1,96	1,84	1,88	0,91
Caudal ficticio continuo (l/s/ha)	0,000	0,110	0,210	0,300	0,190	0,160	0,150	0,140	0,230	0,210	0,220	0,110

ANEXO L: DISEÑO AGRONÓMICO DEL EMISOR

4. DATOS DEL SUELO

4.1	Textura	Arenosa Franca
4.2	Capacidad de campo [Cc]	9.81 % en base a peso seco
4.3	Punto de marchitez permanente [pmp]	4.91 % en base a peso seco
4.4	Densidad Aparente (da)	1.42 g/cm ³
4.5	Velocidad de Infiltración [Vinf]	87.25 mm/h
4.6	Profundad del suelo	1 m



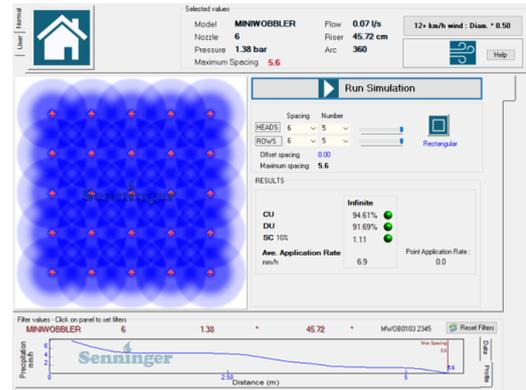
Estos datos cambiarán con resultados de análisis de suelos

5. DATOS DEL SISTEMA DE RIEGO

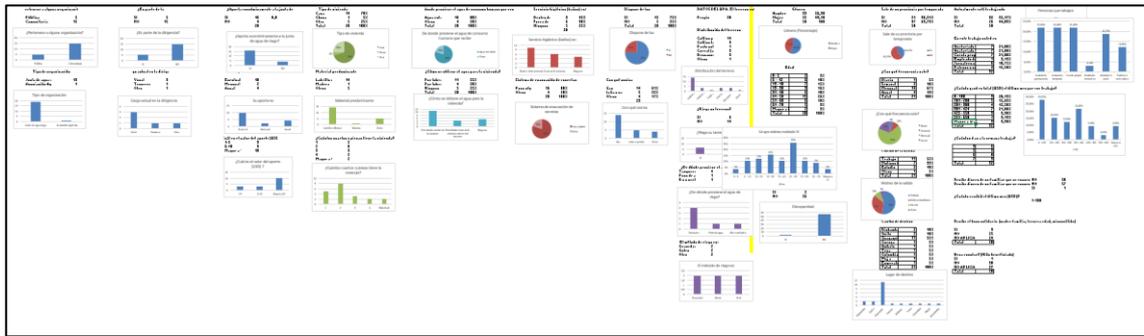
5.1	Método	Mini aspersión
5.2	Eficiencia	80 %
5.3	Modelo del aspersor	miniWobbler
5.4	Presión de operación	1.8 am
5.5	Caudal del aspersor	250 l/h
5.6	Diámetro húmedo	11 m
5.7	Máximas horas de operación por día	12 horas
5.8	Separación entre aspersores calculada	5.5 m
5.9	Separación entre aspersores corregida	6 m
5.10	Separación entre laterales	6 m
5.11	Precipitación horaria del aspersor (P hr)	6.34 mm/h
5.12	Precipitación horaria < Velocidad de infiltración (P hr < Vinf)	Aceptado

6. CALCULOS DE LÁMINA REGABLE

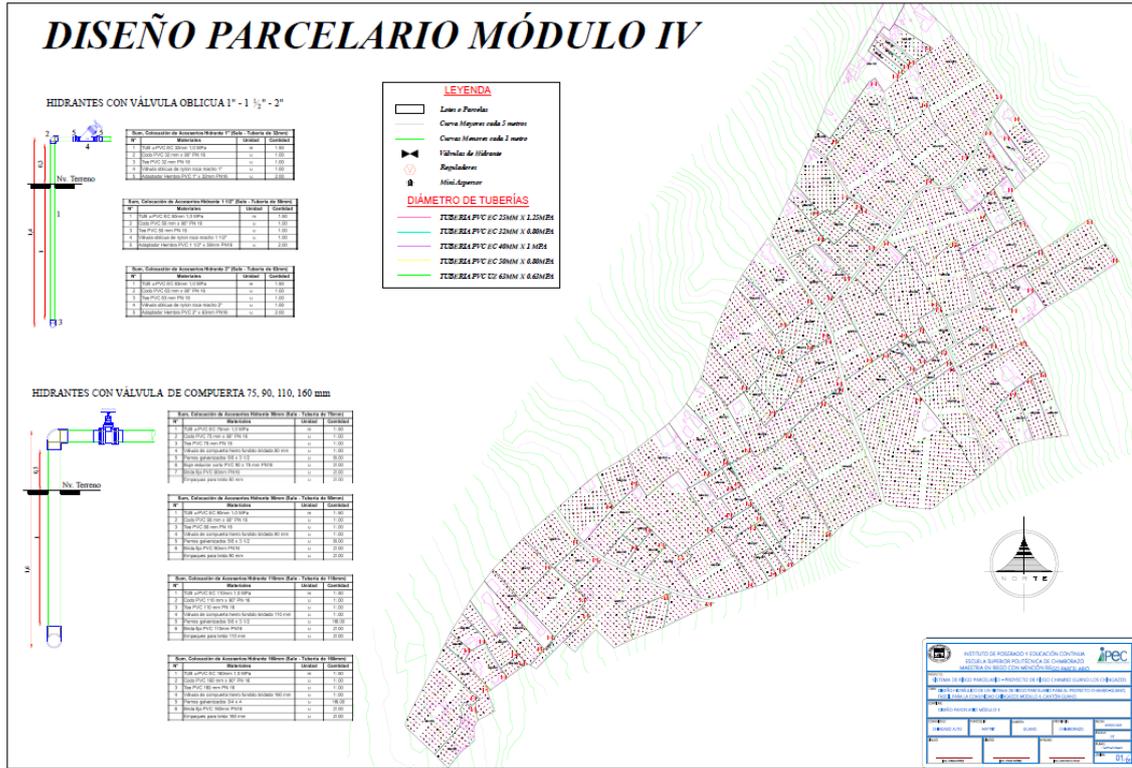
6.1	Lámina de agua aprovechable (LAA)	41.75 mm
6.2	Lámina de agua rápidamente aprovechable (LARA)	18.75 mm
6.3	Necesidades netas de riego (Nn)	2.57 mm/día
6.4	Frecuencia de riego (Fr)	7.33 días
6.5	Lámina de riego (Lr)	22.30 mm
6.6	Tiempo de riego	3.38 horas



ANEXO M: SISTEMATIZACIÓN DE ENCUESTAS



ANEXO S: RED PARCELARIA



ANEXO U: PRESUPUESTO

OFERENTE: ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO

PROYECTO: MAESTRÍA EN INVESTIGACIÓN EN RIEGOS MENCIÓN RIEGO PARCELARIO "DISEÑO HIDRÁULICO DE UN SISTEMA DE RIEGO PARCELARIO PARA EL PROYECTO CHAMBO – GUANO, FASE II, PARA LA COMUNIDAD CHINGAZOS MÓDULO 4, CANTÓN GUANO".

TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS

No.	Rubro / Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio global
	MODULO 4				
	RESERVORIO CHINGAZO ALTO				
	TANQUE RESERVORIO				
	Excavación de zanjas a maquina en tierra H>6.00M	M3	4.248,00	4,91	20.857,68
	Acero de Refuerzo Fy=4200 kg/cm2	KG	46.242,56	4,89	226.126,12
	Hormigón Estructural de Cemento Portland, CLASE A (*) F'C=280 kg/cm2 MTOP	M3	403,80	224,14	90.507,73
	Geomembrana de Polietileno 0.75mm	M2	1.012,00	12,15	12.295,80
	Encofrado y desencofrado con madera de monte	M2	303,20	19,23	5.830,54
	Desalojo de material volqueta distancia= 10km Cargado	M3	4.997,46	6,89	34.432,50
	Mejoramiento de la Subrasante con suelo seleccionado MTOP	M3	325,50	10,12	3.294,06
	TANQUE CAJA DE VÁLVULAS				
	Excavación de zanjas a maquina en tierra H>6.00M	M3	165,70	4,91	813,59
	Acero de Refuerzo Fy=4200 kg/cm2	KG	3.520,56	4,89	17.215,54
	Hormigón Estructural de Cemento Portland, CLASE A (*) F'C=280 kg/cm2 MTOP	M3	36,26	224,14	8.127,32
	Tapa cerco boca visita tool pintado	U	1,00	194,66	194,66
	TANQUE DESARENADOR				
	Excavación de zanjas a maquina en tierra H>6.00M	M3	109,38	4,91	537,06
	Acero de Refuerzo Fy=4200 kg/cm2	KG	4.083,90	4,89	19.970,27
	Hormigón Estructural de Cemento Portland, CLASE A (*) F'C=280 kg/cm2 MTOP	M3	36,87	224,14	8.264,04

ANEXO V: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

1

SISTEMA PARCELARIO

1. Trazo y replanteo de líneas de tubería, ubicación de válvulas, reguladores de presión, filtros, parantes de aspersores

Referencia presupuestaria: ítem 1

1.1 Definición

Se entenderá por este rubro al trazado y replanteo definitivo de las redes de tuberías principales y secundarias, la definición y ubicación de: válvulas reguladoras de presión en línea, laterales de riego y parantes para cada aspersor a instalar dentro de parcela, en concordancia con los listados donde se definen los lotes y los diseños de riego.

Estos listados forman parte de los documentos técnicos de los Pliegos. En el proceso de Trazado y Replanteo Definitivo el contratista deberá definir el trazo y definición de lo antes mencionado al interior de cada parcela, sugiriendo los ajustes en base al diseño parcelario elaborado y/o el cambio según la necesidad de cada parcela, los cuales deberán ser aprobados por la fiscalización en consenso con el equipo de diseño parcelario.

El diseño parcelario constituye una guía para la instalación de sistemas de riego, por lo que podría presentarse el caso en la que el hidrante instalado en parcela no coincida con el sitio en la que el diseño lo contempló. El replanteo deberá considerar la longitud de tubería desde el hidrante hasta el punto en donde inicia el diseño parcelario entregado en los documentos técnicos.



epoch

Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 07 / 11 / 2023

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: <i>Jorge Guillermo Núñez Raza</i>
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
<i>Instituto de Posgrado y Educación Continua</i>
Título a optar: <i>Magíster en Riegos con mención en Riego Parcelario</i>
f. Analista de Biblioteca responsable: Lic. Luis Caminos Vargas Mgs.



Firmado electrónicamente por:
LUIS ALBERTO
CAMINOS VARGAS



0112-DBRA-UTP-IPEC-2023