



UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CUENCA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

**UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA,
INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN**

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**REEVALUACIÓN DEL CAUDAL DE DISEÑO EN EL
SISTEMA DE RIEGO CHECA, SIDCAY, RICAURTE A
PARTIR DEL LEVANTAMIENTO CATASTRAL DE ÁREAS
REGABLES ACTUALES.**

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

AUTOR: JUAN ROSENDO PASTUIZACA CHILLOGALLI

JEYSON JAVIER MOLINA CARREÑO

DIRECTOR: ING. SANTIAGO AURELIO OCHOA GARCIA

CUENCA - ECUADOR

2025

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

**UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA,
INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN.**

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

REEVALUACIÓN DEL CAUDAL DE DISEÑO EN EL SISTEMA DE
RIEGO CHECA, SIDCAY, RICAURTE A PARTIR DEL LEVANTAMIENTO
CATASTRAL DE ÁREAS REGABLES ACTUALES.

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

AUTOR: JUAN ROSENDO PASTUIZACA CHILLOGALLI

JEYSON JAVIER MOLINA CARREÑO

DIRECTOR: ING. SANTIAGO AURELIO OCHOA GARCIA

CUENCA - ECUADOR

2025

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO

DECLARATORIA DE AUTORIA Y RESPONSABILIDAD

Juan Rosendo Pastuizaca Chillogalli y Jeyson Javier Molina Carreño portadores de las cédulas de ciudadanía N.º 0107517690 y 1401328008. Declaramos ser autore(a)s de la obra: "Reevaluación del caudal de diseño en el Sistema de Riego Checa, Sidcay, Ricaurte a partir del levantamiento catastral de áreas regables actuales", sobre la cual nos hacemos responsables sobre las opiniones, versiones e ideas expresadas. Declaramos que la misma ha sido elaborada respetando los derechos de propiedad intelectual de terceros y eximimos a la Universidad Católica de Cuenca sobre cualquier reclamación que pudiera existir al respecto. Declaramos finalmente que nuestra obra ha sido realizada cumpliendo con todos los requisitos legales, éticos y bioéticos de investigación, que la misma no incumple con la normativa nacional e internacional en el área específica de investigación, sobre la que también nos responsabilizamos y eximimos a la Universidad Católica de Cuenca de toda reclamación al respecto.

Cuenca, 20 de octubre de 2025

F: 
.....
Juan Rosendo Pastuizaca Chillogalli
0107517690

F: 
.....
Jeyson Javier Molina Carreño
1401328008

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación denominado "Reevaluación del caudal de diseño en el sistema de riego Checa, Sidcay y Ricaurte a partir del levantamiento catastral de áreas regables actuales", ha sido desarrollado por los señores Juan Rosendo Pastuizaca Chillogalli, portador de la cédula de ciudadanía N.º 0107517690, y Jeyson Javier Molina Carreño, portador de la cédula de ciudadanía N.º 1401328008, bajo mi tutoría y supervisión, cumpliendo con las normas y requisitos establecidos por la institución.

Atentamente,

F: 

Ing. Msc, Santiago Aurelio Ochoa García

DOCENTE-TUTOR

DEDICATORIA

A Dios y a la vida, por darme la oportunidad de alcanzar este propósito, y a las circunstancias que forjaron mi carácter y perseverancia.

A mis padres, María Teresa Chillogalli Vanegas y Manuel Ernesto Pastuizaca Palaguachi, por su entrega, apoyo y amor incondicional, que han sido la base de cada logro obtenido.

A mis hermanos, cuya presencia y motivación constante me han acompañado a lo largo de este camino académico y personal; Jenny Nathaly, Andrea Isabel y Edison Paul, quienes con su cariño y apoyo han sido fuente de inspiración para continuar y culminar este esfuerzo.

Juan Rosendo Pastuizaca Chillogalli

DEDICATORIA

A Dios, la vida y a la fortuna, por concederme la oportunidad de avanzar en este proceso de aprendizaje y superación personal, iluminando el camino incluso en los momentos de mayor dificultad.

A mi familia, fundamento de todo logro alcanzado: a mi padre Alex Molina, por su ejemplo de esfuerzo y constancia; a mi madre Marcia Carreño, por su dedicación y apoyo incondicional; y a mis hermanos Jaqueline Molina y Samuel Molina, quienes con su compañía y aliento constante han sido fuente de inspiración y fortaleza.

Este trabajo es también reflejo de su respaldo y del profundo amor que me han brindado.

Jeyson Javier Molina Carreño

AGRADECIMIENTO

Expresamos nuestro más sincero agradecimiento a la Universidad Católica de Cuenca, por habernos brindado, a lo largo de nuestra formación, los conocimientos, valores y principios que hoy sustentan nuestra preparación profesional y personal.

De igual manera, extendemos nuestra gratitud a todos los docentes de la carrera, quienes con su dedicación y enseñanza contribuyeron de manera significativa a nuestro desarrollo académico.

De manera especial, agradecemos al Ing. Santiago Aurelio Ochoa García, docente y tutor de esta tesis, por su valiosa guía, paciencia y compromiso, que fueron fundamentales para la culminación exitosa de este proyecto de investigación.

Asimismo, expresamos nuestra gratitud a la Ing. Erika Martínez, funcionaria de la Dirección de Riego del Gobierno Provincial del Azuay, y a sus colegas, por la orientación, apoyo y acompañamiento brindado durante el desarrollo de este trabajo.

RESUMEN

En el presente estudio se revaluó el caudal de diseño del sistema de riego Checa, Sidcay y Ricaurte, a partir de un levantamiento catastral de los predios de los usuarios y un análisis comparativo multitemporal del cambio de uso y cobertura de suelo. Reevaluar periódicamente el caudal de diseño de una red de riego es una medida que asegura la sostenibilidad hídrica, eficiencia en el uso del agua y equidad en la distribución. Su impacto radica en proporcionar información consistente para la planificación y gestión del sistema, contribuyendo a un desarrollo productivo agrícola y toma de decisiones a las autoridades de la Junta Administrativa. Esta investigación adoptó un planteamiento práctico por su aplicabilidad a una problemática real que enfrentan las instituciones encargadas en la gestión de los recursos hídricos. Se emplearon análisis hidrológicos a partir de data proporcionada por NASA POWER, levantamiento y procesamiento de información catastral con las aplicaciones SW Maps (GPS) y Qgis respectivamente. Asimismo, se utilizaron parámetros de riego para el cálculo del caudal requerido según la normativa nacional (MAATE) e internacional (FAO). Los resultados obtenidos muestran un área efectivamente regable de 354.68 ha en contraste con el área total levantada de 397.77 ha. El caudal reevaluado es de 229.29 L/s, evidenciando un sobredimensionamiento significativo en comparación con el caudal asignado histórico de 500 L/s. En base a estos datos actualizados se podrá adoptar una tecnificación del sistema de riego por parte de las entidades competentes.

Palabras clave: sistema de riego, levantamiento catastral, áreas regables, cambio de uso de suelo, caudal.

ABSTRACT

In the present study, the design flow rate of the Checa, Sidcay, and Ricaurte irrigation system was reassessed based on a cadastral survey of users' plots and a multitemporal comparative analysis of land use and land cover changes. Periodic reevaluation of the design flow rate of an irrigation network is a measure that ensures water sustainability, efficiency in water use, and equity in distribution. Its impact lies in providing consistent information for system planning and management, contributing to agricultural productivity and supporting decision-making by the Administrative Board authorities. This research adopted a practical approach due to its applicability to a real issue faced by institutions responsible for water resource management. Hydrological analyses were performed using data provided by NASA POWER, while cadastral information was collected and processed using SW Maps (GPS) and QGIS applications, respectively. Additionally, irrigation parameters were applied to calculate the required flow rate according to national (MAATE) and international (FAO) standards. The results indicate an effectively irrigable area of 354.68 ha, compared to the total surveyed area of 397.77 ha. The reassessed flow rate was 229.29 L/s, revealing a significant oversizing compared to the historical assigned flow rate of 500 L/s. Based on these updated data, the competent authorities will be able to adopt irrigation system modernization measures.

Keywords: irrigation system, cadastral survey, irrigable areas, land use change, flow rate.

Índice de contenido

Capítulo I Introducción	17
1.1 Antecedentes	18
1.2 Descripción Del Problema	21
1.3 Objetivos del estudio.....	21
1.3.1 Objetivo general.....	21
1.3.2 Objetivos específicos	21
1.4 Alcance del estudio	22
1.5 Motivación tecnológica.....	23
Capitulo II Marco Teórico.....	24
2.1 Normativa y Reglamentación de Sistemas de Riego	24
2.1.1 Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamientos del agua (LORHUAA). 24	
2.1.2 Reglamento a la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua.....	24
2.1.3 Guía para formulación de Proyectos de Riego y Drenaje	25
2.2 Normativa Internacional y Buenas Prácticas	25
2.2.1 Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) 25	
2.2.2 Comisión Económica para América Latina y el Caribe.....	26
2.3 Administración De Los Sistemas De Riego.....	26

2.3.1	Código Orgánico de Ordenamiento Territorial, Autonomía y Descentralización - COOTAD	27
2.4	Sistemas de Riego	27
2.4.1	Tipología de Sistemas de Riego.....	27
2.4.2	Sistemas de Riego en Zonas Rurales	28
2.4.3	Condiciones de Manejo del Sistema de Riego.....	29
2.5	Catastros de Sistemas de Riego	29
2.5.1	Metodología catastral.....	29
2.6	Balance Hídrico y Demanda de Riego.....	30
2.6.1	Evapotranspiración de referencia (ET _o)	30
2.6.2	Coefficiente único del cultivo (K _c).....	31
2.6.3	Evapotranspiración de cultivo (ET _c)	31
2.6.4	Necesidades Netas	32
2.6.5	Agua Utilizable	32
2.6.6	Lámina neta y bruta de riego (L _n , L _b).....	33
2.6.7	Máximo intervalo entre riego o frecuencia entre riegos (Fr).....	34
2.6.8	Lámina neta y bruta de riego ajustada (L _{n aj} , L _{b aj}).....	34
2.6.9	Tiempo de aplicación (t _a)	35
2.6.10	Eficiencia del sistema de riego (E _{fr}).....	35
2.6.11	Caudal de diseño (Q _d).....	36
2.7	Sistemas de Información Geográfica Aplicados al Riego.....	36
2.7.1	Quantum GIS (QGIS)	36

2.7.2	Modelador Grafico QGIS	37
2.7.3	Algebra de Mapas	37
2.7.4	SW Maps -GIS & Data Collector	38
	Capitulo III Metodología	39
3.1	Zona de Estudio	39
3.1.1	Historia del Canal Riego Checa-Sidcay-Ricaurte.....	39
3.1.2	Ubicación Geográfica y Administrativa.....	41
3.1.3	Hipsometría de la Zona de Estudio.....	42
3.1.4	Clima de la Zona de Estudio.....	43
3.1.5	Infraestructura de Riego y Distribución Espacial	44
3.2	Enfoque Metodológico de la Investigación	46
3.3	Levantamiento de Catastral y Áreas Regables Actuales.....	46
3.3.1	Socialización a Usuarios del Sistema de Riego.	46
3.3.2	Visitas Prediales Sectorizadas.....	47
3.3.3	Identificación, registro y levantamiento catastral de áreas potencialmente regables	48
3.3.4	Identificación de tipos de cultivos	49
3.4	Procesamiento Cartográfico.....	50
3.4.1	Sistema de Información Geográfica QGIS	50
3.4.2	Generación de la Capa; Áreas Potencialmente regables.....	50
3.4.3	Criterios Categorización de Superficies Regables.....	51
3.4.4	Categorización de Áreas	52

3.5	Análisis del Cambio de Uso y Cobertura del Suelo.....	55
3.5.1	Temporalidad de Análisis.....	55
3.5.2	Restricciones.....	55
3.5.3	Proceso metodológico.....	56
3.6	Cálculo Del Caudal De Diseño.....	57
	Capítulo IV Análisis de Resultados.....	59
4.1	Resultados del Levantamiento Catastral de Áreas Regables.....	59
4.1.1	Identificación espacial de predios catastrados.....	59
4.1.2	Clasificación de áreas según nivel de aptitud de riego.....	61
4.1.3	Resultado Cambio de Uso y Cobertura de Suelo.....	63
4.1.4	Reevaluación de Caudal de diseño de Sistema de Riego.....	68
	Conclusiones y Recomendaciones.....	70
5.1	Conclusiones.....	70
5.2	Recomendaciones.....	71
	Referencias Bibliográficas.....	72
	Anexos.....	78

Índice de tablas

Tabla 1. <i>Tabla de doble entrada para criterios de categorización</i>	54
Tabla 2. <i>Eficiencias Globales de Referencia</i>	58
Tabla 3. <i>Distribución de áreas catastradas por sector</i>	60
Tabla 4. <i>Categorización de áreas por nivel de aptitud</i>	62
Tabla 5. <i>Uso y Cobertura de suelo, año 2000</i>	64
Tabla 6. <i>Uso y cobertura del suelo, año 2020</i>	66
Tabla 7. <i>Variaciones de uso y cobertura del suelo: 2000-2020</i>	67
Tabla 8. <i>Resumen los principales valores utilizados en el cálculo</i>	68

Índice de figuras

Figura 1. <i>Zona de estudio</i>	42
Figura 2. <i>Hipsometría de la zona de estudio</i>	43
Figura 3. <i>Bioclima de la zona de estudio</i>	44
Figura 4. <i>Tramo del canal principal de conducción</i>	45
Figura 5. <i>Infraestructura del sistema de riego</i>	46
Figura 6. <i>Socialización a los dirigentes y usuarios del sistema de riego</i>	47
Figura 7. <i>Visitas parcelarias guiadas con los dirigentes sectoriales y socios del sistema de Riego</i>	49
Figura 8. <i>Cultivos de Maíz y Pasto</i>	50
Figura 9. <i>Diagrama de flujo para la categorización de áreas</i>	53
Figura 10. <i>Algoritmo de categorización de predios</i>	55
Figura 11. <i>Diagrama de flujo para la categorización de áreas</i>	56
Figura 12. <i>Distribución espacial de los predios catastrados bajo influencia del sistema de riego Checa-Sidcay-Ricaurte</i>	59
Figura 13. <i>Clasificación de áreas catastradas según su nivel de aptitud de riego en el Sistema de Riego Checa-Sidcay-Ricaurte</i>	62
Figura 14. <i>Uso y cobertura del suelo en las parroquias Checa, Sidcay y Ricaurte, año 2000</i>	64
Figura 15. <i>Uso y cobertura del suelo en las parroquias Checa, Sidcay y Ricaurte, año 2020</i>	65
Figura 16. <i>Sensibilidad del caudal de diseño al variar la eficiencia del sistema</i>	69

Índice de anexos

Anexo 1. <i>Promedio multianual por mes de las variables climatológicas</i>	78
Anexo 2. <i>Promedios mensuales de precipitación</i>	79
Anexo 3. <i>Precipitación total anual</i>	79
Anexo 4. <i>Calculo de la precipitación efectiva mensual</i>	80
Anexo 5. <i>Coficiente del cultivo (adimensional)</i>	81
Anexo 6. <i>Necesidades Netas del Pasto</i>	82
Anexo 7. <i>Necesidades Netas del Pasto</i>	83
Anexo 8. <i>Comparación entre evapotranspiración del cultivo (Etc) y precipitación efectiva por mes</i>	84
Anexo 9. <i>Necesidades netas del maíz de enero a junio</i>	85
Anexo 10. <i>Necesidades netas del maíz de julio a diciembre</i>	86
Anexo 11. <i>Comparación entre evapotranspiración del cultivo (Etc) y precipitación efectiva por mes</i>	87
Anexo 12. <i>Cálculo de los parámetros de riego y caudal de diseño</i>	87
Anexo 13. <i>Pedidos Bajo el Sistema de Riego Checa-Sidcay-Ricaurte</i>	89

Capítulo I

Introducción

Los sistemas de riego son fundamentales para garantizar la seguridad alimentaria, estos sistemas tienen como objetivo impulsar el desarrollo agro-productivo mediante el aprovechamiento del recurso hídrico de una cuenca hidrográfica. El proceso de aprovechamiento consiste en captar, almacenar, distribuir y regar en una zona cultivada.

El riego se realiza en áreas cultivables sometidas a ciertas condiciones climáticas que en combinación con las necesidades fenológicas de un cultivo hacen que el recurso hídrico presente de forma natural no sea suficiente para garantizar la supervivencia, desarrollo y aprovechamiento del cultivo (Santos et al., 2010).

Por otro lado, el diseño primario de un sistema de riego se fundamenta en el análisis técnico de variables sociales, climáticas, topográficas y geotécnicas que garantizan el funcionamiento del sistema durante su vida útil, existe un factor particularmente complejo de estimar con precisión: el uso de suelo. Esta variable incide en el cálculo del caudal teórico, ya que el área efectivamente regable puede modificarse a media que transcurre el tiempo debido a fenómenos como la expansión de la mancha urbana, la fragmentación predial, la transición de zonas rurales a urbanas, la migración, la pérdida de poder adquisitivo y el gradual abandono de las actividades agrícolas (Santos et al., 2010).

Además de los cambios territoriales, se añaden otros agentes críticos como los efectos causados por la crisis climática, que han alterado los patrones de precipitación y evapotranspiración. Causando periodos de estiaje, afectando así los caudales disponibles en las cuencas hidrográficas que son las fuentes principales de captación de agua para los sistemas de riego.

Partiendo del levantamiento de información catastral y actualizada de la zona de riego, la presente investigación reevaluará el caudal de diseño del sistema de riego, la metodología se enmarcará en la normativa técnica local e internacional. De esta forma, se establecerá un caudal real que se ajusta a los requerimientos actuales, dicho caudal permitirá optimizar el control y aprovechamiento de los recursos hídricos disponible en la zona de estudio.

1.1 Antecedentes

Para contextualizar el presente estudio, se revisaron investigaciones relacionadas con levantamientos catastrales, variaciones multi temporales de uso y cobertura de suelo y gestión de caudales con énfasis en sistemas de riego.

El MAATE (2021) revela que en Ecuador se riega el 65 % de la superficie catalogada como regable bajo infraestructura de riego, esto indica la existencia de una brecha, es decir el 35% de superficie bajo infraestructura de riego no es aprovechada. Significando así, bajos niveles de eficiencia y optimización de los sistemas de riego debido a pérdidas en la conducción, infraestructura deteriorada y catastros desactualizados.

Vallejo (2024) hace hincapié en la falta de procesos de actualización en las áreas de levantamiento topográfico, levantamiento catastral y aforos en una red de riego por parte de las entidades competentes en la zona sur del Ecuador, no garantizando de esta forma un diseño hidráulico eficiente. Este resultado evidencia la importancia de tener un levantamiento catastral actualizado.

Rengifo (2022) evaluó la expansión de la mancha urbana en Ecuador entre los años 2000 y 2017, encontrando que se han construido sobre 57 ha cada año. Muñoz & Parra (2024) analiza el crecimiento poblacional de la ciudad de Cuenca y el área de asentamiento, identificando que, en el año de 1998, la población fue de 277374 Hab, asentada en un área de 6450,56 ha en comparación con el 2022 que presenta una población de 434122 Hab establecida

en una superficie de 10853,05 ha. Estos resultados demuestran la necesidad de replantear el cambio de uso y cobertura de suelo por las dinámicas tan abruptas ligadas al crecimiento de las ciudades.

Asimismo, el abandono de tierras agrícolas está estrechamente relacionado por la baja tasa de rentabilidad, donde los costos de producción son mayores a las ganancias (Di Falco & Perrings, 2005). Zhou et al. (2020) muestra que la agricultura de baja intensidad y el abandono de las actividades agrícolas en zonas periurbanas se encuentran estrechamente vinculados al aumento de los precios de las tierras, prefiriéndolas venderlas para obtener mayor ganancia, que seguir cultivándolas. Alternativamente, Heimlich & Anderson (2001) menciona que la llegada de agricultores recreativos, las formas limitantes de los predios y la fragmentación de las mismas explican los bajos niveles de intensidad agrícola. Un buen entendimiento de los determinantes subyacentes del abandono de tierras agrícolas en las zonas periurbanas ayuda a comprender la dinámica de los predios que están bajo influencia de sistemas de riego.

La Cuantificación actualizada, clara y ordenada de los requerimientos hídricos de los cultivos predominantes y no predominantes constituye un parámetro de suma importancia en toda red de riego (Ortiz, 2011). Andrango Quimbiamba et al. (2019) evaluaron el caudal de diseño de sistemas de riego parcelario para las comunidades de la UCICMA -Imbabura, concluyendo que se necesita un caudal de 950.55 l/s para un área máxima técnicamente a irrigarse de 619,96 ha. Estos resultados nos permiten concebir un enfoque crítico para nuestra investigación.

Chile (2021) evidencia que tener un caudal sobredimensionado causa inequidad en la distribución del agua, inundaciones, deslaves y un significativo desperdicio del recurso hídrico, evidenciando así la importancia de ajustar los caudales a las nuevas realidades de la zona agro productiva.

En este sentido, también se debe hacer hincapié en el estado de la estructura y la eficiencia que esta presenta, debido a que son parámetros de gran peso para la gestión eficiente del agua.

En el sentido que señala Larriva et al. (2020), el sistema de riego a las comunidades de Villastana, San José, Morasloma, Lluchín y Hermano Miguel del cantón Nabón, presenta filtraciones de agua en el canal principal, afectando la distribución del recurso y la producción agrícola. En relación a lo expuesto, Guamán y Guanuchi (2024) menciona que, en las comunidades Cachi y Rumipamba del cantón Girón, requieren un rediseño completo del sistema hidráulico a causa del deterioro de la red, pérdidas de agua y mala distribución de esta.

De acuerdo con Ortiz Calle et al. (2021), el Sistema de Riego Tumbaco de la provincia de Pichincha, arroja valores de baja eficiencia global para el sistema, con un 18,17 % de eficiencia, con una eficiencia media en su red de distribución del 78,8 % y una eficiencia específica de entrega de 37,95 % únicamente. Por otro lado, Guazhima (2016) estudió el Canal Pucará de la misma provincia en el que se reflejan deficiencias estructurales como sedimentos, erosión y desplazamientos de tierras, con caudal importante en disminución de agua para los usuarios de ese sistema de riego.

Si bien existen estudios que han analizado la oferta hídrica, pocos han abordado el tema considerando un levantamiento catastral, dinámico del cambio de uso y cobertura del suelo y análisis in situ de las necesidades de los usuarios. Este vacío constituye la base del presente trabajo.

Los antecedentes evaluados evidencian que la mayoría de trabajos se concentran en la estimación hidrológica, pero no en la reevaluación del caudal en función de catastros actualizados y dinámica de uso y cobertura de suelo. En este sentido, el presente estudio busca cubrir dicha limitación.

1.2 Descripción Del Problema

La información base del Sistema de Riego Checa, Sidcay, Ricaurte que establece la cantidad de usuarios del canal de riego, áreas potencialmente regables, tipos de cultivos, caudal de diseño, no han sido actualizadas, ni reevaluadas de forma periódica como lo solicitan las instituciones gubernamentales a cargo de la administración, control, supervisión de los derechos de uso y aprovechamiento de los recursos hídricos.

Bajo estos parámetros, se hace evidente y completamente necesaria una reevaluación técnica del caudal de diseño, basado en el uso de herramientas actuales como: levantamientos catastrales georreferenciados, análisis de áreas potencialmente regables en función del uso de suelo de y topografía de la zona de influencia, identificación los cultivos dominantes , cálculo de la demanda hídrica real de la infraestructura de riego mediante el uso de Guías técnicas establecidas por el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE) y La Organización para la Alimentación y la Agricultura (FAO).

1.3 Objetivos del estudio

1.3.1 Objetivo general

Reevaluar el caudal de diseño del Sistema de Riego Checa, Sidcay y Ricaurte mediante un levantamiento catastral georreferenciado de las áreas regables actuales, con el fin de proporcionar información técnica que permita mejorar la gestión y distribución del recurso hídrico.

1.3.2 Objetivos específicos

- Caracterizar las superficies efectivamente regables y los usuarios activos del sistema de riego Checa, Sidcay y Ricaurte, a partir de un levantamiento catastral georreferenciado, con el fin de generar información precisa y actualizada del área de influencia.

- Evaluar los cambios en el uso del suelo agrícola dentro del área de influencia del sistema de riego, mediante técnicas de álgebra de mapas y análisis de imágenes satelitales, para fortalecer y validar la comprensión de la dinámica territorial.
- Determinar el caudal de diseño requerido, considerando las superficies efectivamente regables actuales, los coeficientes de dotación según tipo de cultivo y las condiciones climáticas locales, con el objetivo de optimizar la gestión y distribución del recurso hídrico del sistema.

1.4 Alcance del estudio

El presente estudio se enfoca en la reevaluación del caudal de diseño del Sistema de Riego Checa, Sidcay y Ricaurte, con el propósito de definir la dotación de riego y aumentar la optimización hídrica, con base del levantamiento georreferenciado de las áreas efectivamente regables, un proceso de gran envergadura para la ingeniería civil, debido a que brinda la posibilidad de caracterizar con exactitud la distribución y dimensiones de las parcelas. Siendo esta información de gran importancia para los procesos de planificación y administración por parte de la junta, del sistema de riego.

Asimismo, se realiza la categorización de las parcelas por su nivel de aptitud de riego. Así como un análisis de los cambios de uso y cobertura del suelo, identificando la expansión de la mancha urbana, abandono de predios, y fragmentación de los mismos, reflejando la realidad territorial actual. Además, se añade una revisión histórica del caudal hasta el momento concedido.

En cuanto al análisis de la infraestructura del canal, se opta por basarse en referencia de zonas similares e investigaciones afines, dando paso a realizar un análisis teórico fundamentado y aplicable a la planificación hidráulica, mientras que el alcance del estudio se

enfoca en los parámetros catastrales, técnicos y de planificación hídrica del sistema, sin abordar evaluaciones administrativos ni socioeconómicos.

1.5 Motivación tecnológica

En la presente investigación se hace uso de herramientas tecnológicas de acceso libre que facilitan y dan robustez técnica al desarrollo de la misma. El Modelador Gráfico de QGIS permite integrar y automatizar criterios espaciales en la delimitación de áreas regables, garantizando resultados reproducibles y verificables. A su vez, la aplicación de código libre SW Maps facilita la recolección de datos catastrales en campo mediante dispositivos móviles, ampliando la accesibilidad de la información geográfico.

Capítulo II

Marco Teórico

2.1 Normativa y Reglamentación de Sistemas de Riego

En el marco jurídico de Ecuador, La constitución de la República del Ecuador establece que el agua es patrimonio nacional estratégico, de uso público, imprescriptible e inembargable que constituye un derecho fundamental para la naturaleza y la existencia de los seres humanos. El estado a través de la Autoridad Única del Agua se reserva el derecho a administrar, regular, controlar y gestionar el uso y manejo del agua de riego para la producción de alimentos basándose en principios de sostenibilidad ambiental, precaución, prevención y eficiencia (Asamblea Constituyente, 2008).

2.1.1 Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamientos del agua (LORHUAA).

La LORHUAA (Asamblea Nacional, 2014) es la normativa ecuatoriana encargada de regular a gestión del recurso hídrico. Tiene como objetivo garantizar el derecho humano al agua mediante una gestión pública, comunitaria y sostenible. Esto con el objetivo de preservar los ecosistemas que contienen o influyen en dicho recurso al mismo tiempo que se satisfacen las necesidades humanas. Es por ello que denomina a las juntas de riego como actores sociales con capacidades de participación y autogestión responsables de la administración de los recursos hídricos

2.1.2 Reglamento a la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua.

Norma complementaria que establece los principios, derechos, obligaciones y lineamientos generales para la administración del recurso hídrico. Se detallan los procedimientos administrativos, los requisitos para obtención o renovación de concesiones, las modalidades de uso del agua, los mecanismos de control y sanción (Decreto Ejecutivo 650,

2015). Además, expone definiciones técnicas y jurídicas que en la LORHUAA se presentan de manera general, proporcionando un marco claro para su aplicación.

2.1.3 Guía para formulación de Proyectos de Riego y Drenaje

El Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica de la República del Ecuador (MAATE) actúa como la primera instancia responsable de la gestión de los recursos hídricos del país. Ha elaborado un documento técnico denominado Guía para la formulación de Proyectos de Riego y Drenaje, en el cual incluye las directrices metodológicas de formulación técnica para este tipo de proyectos que sirven de base. A continuación, se presentan los aspectos considerados: inventario de características catastrales, propiedades del suelo, características meteorológicas, determinación de la demanda hídrica mediante la utilización de la fórmula FAO Penman-Monteith para la estimación de la evapotranspiración de referencia, así como parámetros técnico-económicos de eficiencia y rentabilidad social (MAATE, 2022).

2.2 Normativa Internacional y Buenas Prácticas

Las normativas y estándares internacionales buscan garantizar la sostenibilidad de los sistemas hídricos y la seguridad alimentaria. Diversos organismos multilaterales han desarrollado estándares técnicos que sirven como referencia obligatoria en el diseño, operación y mantenimiento en proyectos de riego en países miembros, incluido Ecuador.

2.2.1 Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)

La FAO es un Organismo adscrito a la Organización de Naciones Unidas (ONU) cuyo objetivo es erradicar el hambre, mejorar la nutrición y garantizar la seguridad alimentaria a nivel mundial mediante la implementación y desarrollo de investigaciones, generaciones estadísticas, guías técnicas. La FAO está presente en más de 130 países, asiste a gobiernos en

el correcto manejo de los recursos naturales, agua, bosques y pesca. Ecuador es miembro de esta organización desde 1977 (Steduto et al., 2012).

FAO Irrigation and Drainage Paper No.56. La FAO publicó en 1998 la guía "Irrigation and Drainage Paper No.56, titulado Crop Evapotranspiration: Guidelines for computing Crop Water Requirements, donde se establece el método FAO Penman-Monteith como el estándar técnico para la estimación de evapotranspiración de referencia (Alle et al., 2006). Esta metodología se ha constituido como una de las guías técnicas más fiables y usadas para estimar las necesidades hídricas de los cultivos y en consecuencia para estimar los caudales de diseño de los sistemas de riego.

FAO Coping With Water Scarcity: An Action Framework for Agriculture and food Security. La FAO también ha desarrollado proyecto estratégico Coping With Water Scarcity: An Action Framework for Agriculture and food Security, el cual enfatiza la obligatoriedad de llevar a cabo una planeación hídrica y mejorar la eficiencia de los sistemas de riego como medida de respuesta a la creciente tendencia de escasez de agua (Alle et al., 2006).

2.2.2 Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

En el ámbito Latinoamericano, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) ha hecho público análisis técnicos respecto a la gestión de los recursos hídricos, destacando la imperante necesidad de actualización de los catastros de riego y mejoras estructurales a fin de evitar pérdidas e inequidad en la distribución del recurso hídrico (Guzmán & Calvo, 2013).

2.3 Administración De Los Sistemas De Riego.

Conforme con la Constitución de la República del Ecuador, el artículo 263, numeral 5 establece que planificar, construir, operar y mantener los Sistemas de Riego es responsabilidad de los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADs) (Asamblea Constituyente, 2008).

2.3.1 Código Orgánico de Ordenamiento Territorial, Autonomía y Descentralización - COOTAD

EL Código Orgánico de Organización territorial, Autonomía y Descentralización (COTAD) regula la organización territorial del Ecuador, definiendo autonomía política, administrativa y financiera de los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD), a los GAD provinciales le asigna las competencias exclusivas de la vialidad rural, fomento productivo y gestión de riego. Función Ejecutiva (2010)

Los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADs) serán los encargados planificar, construir, operar y mantener los Sistemas de Riego (Asamblea Constituyente, 2008).

2.4 Sistemas de Riego

Los riegos o sistemas de riego constituyen estructuras hidráulicas que tienen como objetivo captar, almacenar, transportar y distribuir agua a fines agrícolas; su diseño y funcionamiento tienen lugar de acuerdo con diferentes condiciones que influyen a la eficiencia del mismo, tales como la cantidad de agua que puede haber dentro del área de decisión, las características topográficas del lugar donde se va a implantar el riego, el tipo de cultivo que se tiene y las condiciones socioeconómicas de los beneficiarios del riego (Santos et al., 2010).

2.4.1 Tipología de Sistemas de Riego

(Santos et al., 2010) explica tres tipologías de riegos:

Gravedad. - Este es el sistema más antiguo y eficiente, todavía hoy presenta una importancia considerable en el desarrollo del riego, ocupando cerca del 80% de las superficies regadas a nivel mundial, empleando la fuerza de la gravedad para la distribución del agua a los campos de cultivo; técnicamente es el método más adecuado para suelos llanos y pesados. Este método se divide en riego por canteros, riego por surcos y riego por fajas.

Presurizados. - Este sistema de riego se comenzó a utilizar aproximadamente alrededor del siglo XX, al principio se utilizan para irrigación de césped ornamentales, después fue aplicado para riego en frutales, viveros y hortícolas en cultivo intensivo. Ya en los años posteriores los agricultores comenzaron a implementarlo en gran escala. Es un método en el que el agua es impulsada con presión a través de tuberías y distribuida de manera controlada hacia la producción agrícola. A diferencia del riego por gravedad, este requiere energía para mantener esa presión (Bomba, o desnivel natural). El método se subdivide en dos: riego por aspersión y riego localizado.

Mixtos. - Un riego mixto es comúnmente la combinación del método por gravedad y presurizado dentro de una misma área agrícola, con el fin de aprovechar las ventajas que ofrecen los dos sistemas y adaptarse mejor a las condiciones externas del terreno, cultivo y disponibilidad del agua.

2.4.2 Sistemas de Riego en Zonas Rurales

En el Ecuador la gran mayoría son estructuras de canales abiertos, es decir, el flujo es libre, no presurizado. Las instituciones encargadas optan por estos sistemas principalmente por su bajo costo de construcción, aunque las pérdidas por infiltración y evaporación sean considerables. Asimismo, el alto costo de mantenimiento de estos sistemas sea vuelto insostenible para las instituciones encargadas. El sistema Checa, Sidcay y Ricaurte pertenece a la categoría de canal abierto (Coyago & Quishpe, 2023).

Por otro lado, la prefectura del Azuay, encargada en brindar apoyo a todos los sistemas de riego de la provincia está optando por la tecnificación de los sistemas, en otras palabras, están dispuestos a comenzar el proceso de transición de canal abierto a canal cerrado, por las altas ventajas que este ofrece, ya sea por su reducción de pérdidas, menor riego de contaminación, menor espacio requerido y mayor eficiencia hidráulica (Jimenez, 2025).

2.4.3 *Condiciones de Manejo del Sistema de Riego*

Las condiciones de manejo son los criterios que permiten planificar, ejecutar y optimizar el uso del agua en las extensiones agrícolas. (MAATE, 2022) considera:

- **Área para regar (A):** Indica la superficie efectivamente regable, expresada en hectáreas (ha).
- **Agua Autorizada:** Indica el caudal concesionado legalmente para la red de riego, conforme a la sentencia o derecho de uso y aprovechamiento del agua. Expresado en litros por segundo (l/s).
- **Tiempo de operación del sistema (To):** se refiere al número de horas que el sistema va a estar en funcionamiento.
- **Eficiencia de riego:** Este parámetro refleja la proporción del agua captada que realmente llega a ser aprovechada por la producción agrícola, constituyéndose en una variable clave para establecer las pérdidas en el sistema.

2.5 **Catastros de Sistemas de Riego**

Un catastro de usuarios de una red de riego es un proceso de levantamiento de información en campo, comprobación, depuración, sistematización y generación de información tanto visual (mapas) como numérica (tablas). Es decir, que un catastro es una serie de registros actualizados y mecanismos que permiten la precisa identificación y localización de los usuarios del sistema de riego (Maigua, 2017).

2.5.1 *Metodología catastral*

Maigua (2017) explica tres métodos comúnmente usados para hacer un levantamiento catastral:

- **Método Directo.** - Se utilizan equipos geodésicos como el GPS diferencial y/o topográficos. Este método se centra en talento humano técnico, tanto en calidad como

en cantidad, debido a que se va a trabajar en equipo conformado según las necesidades del proyecto.

- **Método Indirecto.** - Se hace el levantamiento catastral a partir de ortofotos y cartografía digital. La ortofoto y la orto imagen se utilizan para la identificación y lindereación de los predios. A diferencia del método directo, este es más usado, menos costoso y más eficiente, debido a que implementa con menos talento humano especializado.
- **Método Mixto.** - Consiste en la implementación de los dos métodos anteriormente descritos, se complementan del uno al otro, es decir, que se elaboran ortofotos y cartografía digital a través de digitalización, pero se revalida la información con la medición de determinadas coordenadas singulares con equipos geodésicos.

2.6 Balance Hídrico y Demanda de Riego

2.6.1 Evapotranspiración de referencia (ET_o)

El índice de evapotranspiración de un área de referencia, que acontece sin estrés hídrico, se denomina evapotranspiración de cultivo de referencia. En definitiva, se refiere a la cantidad de pérdida de agua de una superficie de referencia en condiciones ideales. Este es un parámetro climático, que es calculado a partir de data meteorológica, no considera ni las características de cultivo, ni los coeficientes del suelo. Se calcula haciendo uso del método FAO Penman-Monteith, que es el que se aproxima de la manera más cercana al ET_o de cualquier región analizada (Allen et al., 1998b).

$$T_o = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} \mu_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34\mu_2)} \quad (1)$$

Donde en la ecuación (1):

ET_o = evapotranspiración de referencia (mm/día).

R_n = radiación neta en la superficie del cultivo ($MJ/m^2 \cdot día$).

G = flujo de calor en el suelo ($MJ/m^2 \cdot día$).

T = temperatura media del aire a 2 m de altura ($°C$).

u_2 = velocidad del viento a 2 m de altura (m/s).

e_s = presión de vapor de saturación (kPa).

e_a = presión real de vapor (kPa).

$(e_s - e_a)$ = déficit de presión de vapor (kPa).

Δ = pendiente de la curva de presión de vapor de saturación ($kPa/°C$).

γ = constante psicrométrica ($kPa/°C$).

0.408 = factor de conversión de $MJ/m^2 \cdot día$ a mm de agua.

2.6.2 *Coefficiente único del cultivo (Kc)*

A lo largo del ciclo fenológico de un cultivo, las necesidades hídricas varían según el número de días después de la siembra, estos son valores de ajustes que determinan de una manera específica lo que realmente consume de agua un cultivo en específico a lo de su ciclo de desarrollo. Estos coeficientes aumentan o disminuyen la evapotranspiración de referencia según sea el periodo de desarrollo de la planta (Allen et al., 1998a).

2.6.3 *Evapotranspiración de cultivo (ETc)*

La demanda hídrica real de un cultivo específico en un lugar y tiempo determinado se le conoce como evapotranspiración de cultivo, este es la cantidad de agua que una producción agrícola (cultivo) necesita para desarrollarse sin déficit hídrico. Se calcula multiplicando ET_o por k_c (Alle et al., 2006).

$$ETc = ET_o \cdot Kc \quad (2)$$

Donde en la ecuación (2):

ETc= Evapotranspiración de cultivo (mm/día).

ETo= Evapotranspiración de referencia (mm/día).

Kc= Coeficiente de cultivo (adimensional).

2.6.4 Necesidades Netas

Las necesidades Netas hacen referencia a la cantidad mínima permisible de agua que un cultivo necesita para satisfacer, las pérdidas que se dan por la evaporación en el suelo y la transpiración del cultivo, y crecer adecuadamente. Cuando las precipitaciones (P_p) no son suficiente para cubrir dichas necesidades habrá que recurrir al riego y de esta forma se aporta aquella cantidad de agua que requiere la planta (MAATE, 2022). De acuerdo con el MAATE (2022), conceptualmente se expresa como: `

$$Nn = ETc - Pp \quad (3)$$

Donde en la ecuación (3)

Nn= Necesidades Netas (mm/día).

ETc= Evapotranspiración de cultivo (mm/día).

Pp= Precipitación efectiva (mm/día).

2.6.5 Agua Utilizable

El volumen de agua en el suelo que puede ser absorbido y utilizado por las raíces para su correcto crecimiento (MAATE, 2022). De acuerdo con el MAATE (2022), conceptualmente se expresa como: `

$$AU = \frac{(Cc - PMP)}{100} \cdot da \cdot Pr \quad (4)$$

Donde en la ecuación (4):

AU= Agua útil (mm).

Cc= Capacidad de campo (%).

PMP= Punto de marchitez (%).

da = Densidad aparente del suelo (g/cm³).

Pr= Profundidad de la raíz (mm).

2.6.6 *Lámina neta y bruta de riego (Ln, Lb)*

La Lámina neta de riego es la cantidad de agua que se usa durante la aplicación de riego, medida como si fuera una capa de agua sobre el suelo, permite cubrir la demanda hídrica del cultivo y recargar el agua útil del suelo sin saturarlo, mientras que la lámina bruta es un porcentaje extra que se agrega a la lámina neta por motivos de las pérdidas que se dan a lo largo del sistema de riego, está en función de la eficiencia del sistema de riego (Efr) (MAATE, 2022). De acuerdo con el MAATE (2022), comúnmente expresadas en milímetros (mm).

$$Ln = \frac{DPM \cdot AU}{100} \quad (5)$$

$$Lb = \frac{Ln}{Efr} \cdot 100 \quad (6)$$

Donde en la ecuación (5) y (6):

Ln= Lámina neta de riego (mm).

DPM= Déficit permisible de manejo (%).

Lb= Lámina bruta de riego.

Efr= Eficiencia de aplicación del sistema de riego (%).

2.6.7 *Máximo intervalo entre riego o frecuencia entre riegos (Fr)*

Es el intervalo de tiempo máximo entre dos riegos consecutivos sin que el cultivo se vea expuesto a déficit hídrico, se expresa en días. De acuerdo con el MAATE (2022), conceptualmente se expresa como: `

$$Fr = \frac{Ln}{Nn} \quad (7)$$

Donde en la ecuación (7):

Ln= Lámina neta de riego (mm).

Nn= Necesidad neta de cultivo (mm/día).

Nota: Este dato se ajusta a un número entero.

2.6.8 *Lámina neta y bruta de riego ajustada (Ln aj, Lb aj)*

La lámina neta es la cantidad de agua acumulada que se debe irrigar cada intervalo máximo de riego para satisfacer las necesidades hídricas del cultivo, mientras que la lámina bruta es la ajustada con el nuevo valor. De acuerdo con el MAATE (2022), conceptualmente se expresan como: `

$$Ln \text{ aj} = Fr \cdot Nn \quad (8)$$

$$Lb \text{ aj} = \frac{Ln \text{ aj}}{Efr} \cdot 100 \quad (9)$$

2.6.9 *Tiempo de aplicación (ta)*

El tiempo de aplicación es la duración que deberá ser regado para poder aplicar la lámina bruta ajustada calculada. Este valor está en función de la infiltración básica del suelo (I_b) y de la pendiente del terreno (f_p). De acuerdo con el MAATE (2022), conceptualmente se expresa como: `

$$ta = \frac{Lb \ aj}{Ib \cdot fp} \cdot 100 \quad (10)$$

Donde en la ecuación (8) y (9):

I_b = Infiltración básica del suelo (mm/h).

f_p = Factor de reducción por pendiente.

2.6.10 *Eficiencia del sistema de riego (Efr)*

La eficiencia de un sistema de riego es un indicador que mide que tan eficazmente una red de riego aplica el agua disponible a los cultivos. Este compuesto por la eficiencia de conducción en el canal principal, la eficiencia de la distribución y la eficiencia de aplicación a nivel de la parcela, el producto de estas tres nos determina la eficiencia. De acuerdo con el MAATE (2022), conceptualmente se expresa como: `

$$Efr = Efc * Efd * Efa \quad (11)$$

Donde en la ecuación (11):

Efr = Eficiencia del sistema de riego (%).

Efc = Eficiencia de la conducción (%).

Efd = Eficiencia de la distribución (%).

Efa = Eficiencia de aplicación (%).

2.6.11 Caudal de diseño (Qd)

Es el volumen máximo de agua que debe transportar la infraestructura hidráulica para satisfacer la demanda hídrica de un sistema de riego, las variables que lo conforman son el área para regar (ha), lámina bruta ajustada (mm), tiempo de evaporación del sistema (hora/día) y la frecuencia de riego (día). Su unidad de medida es de m³/h. De acuerdo con el MAATE (2022), conceptualmente se expresa como: `

$$Qd = \frac{A \cdot Lb_{aj}}{T_o \cdot Fr} \cdot 10 \quad (12)$$

Donde en la ecuación (12):

Qd= Caudal de diseño (m³/h).

A= Área efectivamente regable (ha).

Lb aj= Lámina bruta ajustada (mm).

To= Tiempo de operación del sistema (hora/día).

Fr= Frecuencia de riego (día).

2.7 Sistemas de Información Geográfica Aplicados al Riego

Los Sistemas de Información Geográfica (GIS) son sistemas tecnológicos que tiene como objetivo almacenar, analizar y representar información georreferenciada. Su funcionamiento teórico se basa en la integración de bases alfanuméricas con representaciones espaciales, posibilitando el estudio de relaciones entre fenómenos físicos, sociales y ambientales de un territorio (Long ley et al., 2015).

2.7.1 Quantum GIS (QGIS)

QGIS es un aplicativo de licencias libres que se constituye en una de las soluciones SIG más empleadas en la investigación y gestión territorial. Tal y como pasa también con el

software privativo de la industria como ArcGIS, su acceso ilimitado permite una gran innovación y su accesibilidad es bastante amplia. QGIS es ampliamente funcional para el procesamiento de datos raster y vectoriales, proporcionando módulos para el modelado, análisis espacial y cartografía (Menke, 2022).

2.7.2 Modelador Grafico QGIS

El modelador gráfico de QGIS se puede definir como el medio visual de encadenar procesos de geoprocésamiento dentro de un flujo automatizado de geoprocésamiento. El modelador gráfico de QGIS tiene como base la lógica del geoprocésamiento estructurado, donde unos procesos se corresponden con los subsistemas en geoprocésamiento estructurado que representan unos bloques encadenados en el esquema que se reproduce. Esta herramienta garantiza la comprensión de lo que se va a hacer, la estandarización necesaria de los procedimientos, característica imprescindible en el momento de establecer un flujo de procesos (Menke, 2022).

2.7.3 Algebra de Mapas

El álgebra de mapas es la base matemática del análisis ráster de un sistema de información geográfica (SIG). Se define como el conjunto de operaciones aritméticas y lógicas que se aplican celda a celda a las capas espaciales y es la forma de transformar variables continuas en categorías discretas y de combinar múltiples factores en un único producto. El álgebra de mapas permite integrar la pendiente, el uso del suelo y la cobertura para generar mapas de información técnica para la planificación hídrica, por ejemplo, mapas de clasificación aptitudinal (Shin et al., 2018).

En el estudio de áreas regables, este proceso permite integrar la pendiente del terreno, el uso y cobertura del suelo en mapas de clasificación aptitudinal, que sirven como insumo técnico para la planificación hídrica y agrícola.

2.7.4 SW Maps -GIS & Data Collector

SW Maps es una aplicación móvil de cartografía digital y Sistemas de Información Geográfica (SIG) que tiene como función recolectar y gestionar datos espaciales. Permite integrar información georreferenciada mediante la captura de puntos, líneas y polígonos en campo, complementados con atributos descriptivos y visualizados sobre distintos mapas base. Su funcionamiento se basa en la utilización de dispositivos con capacidades GNSS, lo que posibilita el registro de coordenadas y la elaboración de bases de datos espaciales compatibles con formatos estandarizados como SHP, KML o GeoJSON.

De acuerdo con sus desarrolladores, “SW Maps es una aplicación gratuita de mapas móviles y SIG para recopilar, presentar y compartir información geográfica” (Softwel Pvt. Ltd., n.d.). De esta manera, la herramienta se constituye como una opción robusta en la tendencia de los SIG móvil, que han transformado el levantamiento y manejo de información territorial al facilitar el acceso a información territorial.

Capítulo III

Metodología

3.1 Zona de Estudio

3.1.1 *Historia del Canal Riego Checa-Sidcay-Ricaurte*

De acuerdo al relato de los pobladores, la idea de la construcción de un canal de riego surgió en el año de 1950 por parte de varios líderes comunitarios de la zona, a pesar de contar con una firme convicción de la necesidad de construcción del sistema de riego, debido a la falta de apoyo gubernamental y a la desconfianza el proyecto se dilato en el tiempo. Once y Barros (2012) señalan que en la década de 1960 líderes comunitarios retomaron el esfuerzo de construir el canal de riego, después de varias gestiones en 1961 el proyecto es aceptado y revisado por el Centro de Reconversión del Azuay y Morona Santiago (CREA), luego de dicha aprobación se inician los trabajos topográficos y construcción del sistema de riego. La construcción se llevó mediante obra pública y con la ayuda de 650 usuarios, para 1965 se habían construido de 12 km de canal revestido.

El 15 de octubre de 1998 mediante Acuerdo Ministerial N 78 el estado concede personería jurídica a los usuarios del sistema de riego Checa- Sidcay-Ricaurte, posteriormente el 22 de octubre del mismo año se otorgó mediante resolución 007 del Consejo Nacional de Recursos Hídricos la transferencia de la administración, operación, mantenimiento del sistema de riego a la recién constituida Junta de General de Usuarios de Riego Checa-Sidcay-Ricaurte. En aquellos años la junta de riego tenía 1200 usuarios activos (Once & Barros, 2012).

Históricamente el caudal asignado al sistema de riego ha sido centro discrepancias legales y técnicas entre entidades gubernamentales y las Juntas de la zona. Según Once y Barros(2012) el 17 de marzo de 1997 mediante resolución administrativa la Agencia de Aguas

de Cuenca asigna a favor del CREA el uso y aprovechamiento de las aguas del río Machángara en un caudal de setecientos litros sobre segundo (700 l/s) para fines de uso múltiple. En el año 2007 la Junta General de Usuarios Riego Checa-Sidcay-Ricaurte, Junta Parroquial de Sidcay, Junta Local de Aguas de Magán -La Playa solicitaron la reforma y transferencia del caudal asignado inicialmente al CREA, aduciendo que en la práctica jamás hizo efectiva dicha concesión por parte del CREA y que fueron exclusivamente los agricultores y habitantes de la zona los que hicieron uso del caudal concesionado y que por lo tanto la concesión de derecho debe otorgarse a quienes realmente hacen uso del recurso hídrico.

Las discrepancias del caudal asignado fueron finalmente solucionadas el 05 de marzo del 2009, La secretaria Nacional del Agua administrando justicia en nombre de la república y por autoridad de la ley emite sentencia en el juicio de concesión No.524. En dicha sentencia SENAGUA (2009) se establece los siguientes incisos referentes a la asignación de caudal:

“A). - Aceptar la petición formulada por el presidente de la junta parroquial de Sidcay asignándole un caudal de 180 l/s. -B). - Aceptar la petición formulada por el señor Germán Tandayama, en su calidad de presidente de la Junta Local de Aguas de Magán-La Playa, asignándole la cantidad de 20 l/s. C). - Aceptar la petición formulada por el señor José Rubén Fajardo Sánchez, en calidad de presidente de la Junta General de Usuarios del Sistema de Riego Checa-Sidcay-Ricaurte, asignándole la totalidad de los restantes 500 l/s asignados al CREA. D). - Para un correcto uso del recurso hídrico que se concesiona, se confieren las respectivas servidumbres que sean necesarias para la captación, conducción y distribución. E). - Los nuevos concesionarios del agua, deberán cumplir con todas y cada una de las obligaciones, así como también ejercerán todos sus derechos para con la Junta General de Usuarios del Sistema de Riego Checa-Sidcay-Ricaurte, organismo que tiene bajo su responsabilidad la Administración y Operación del canal construido con el aporte de la comunidad, Convenio con el CREA y asignaciones estatales”. (p.3)

No existen registros de estudios técnicos de ingeniería que justifiquen de forma rigurosa, técnica y científicamente la cantidad de caudal asignado en la sentencia. En dicha sentencia se expone el informe de un perito que se limita a corroborar la existencia de la infraestructura, número de usuarios de dicho sistema; por otra parte, los usuarios establecieron una tasa de consumo de forma empírica. Esto evidencia que el caudal de 500 l/s asignado a la Junta General de Usuarios del Sistema de Riego Checa-Sidcay-Ricaurte es el resultado de circunstancias y disputas legales solucionadas con ligereza que carecen de criterios técnicos de ingeniería en la asignación de caudal y que por consecuencia no garantizan la optimización del uso y aprovechamiento de los recursos hídricos.

Se tiene registros relativamente actuales de procesos administrativos llevados a cabo por parte de la Junta General de Usuarios del Sistema de Riego Checa-Sidcay-Ricaurte, el 08 de julio del 2020 el señor Celso García en calidad de presidente, solicita el registro de la nómina de la directiva electa del Sistema de Riego Checa-Sidcay-Ricaurte; trámite que es aceptado por la Dirección Zonal del Azuay del Ministerio del Ambiente del Agua (MAAE, 2020).

3.1.2 Ubicación Geográfica y Administrativa

Localización del sistema Checa, Sidcay, Ricaurte (Aspectos geográficos, climáticos y topográficos): El área de estudio se ubica en la zona noroeste del cantón Cuenca, provincia del Azuay, en el sur del Ecuador; entre las coordenadas 2°50 y 2°55 de latitud sur, y entre los 78°55 y 79°00 de longitud oeste. De forma específica, comprende tres parroquias rurales, Checa, Sidcay y Ricaurte, que están bajo la zona de influencia del canal.

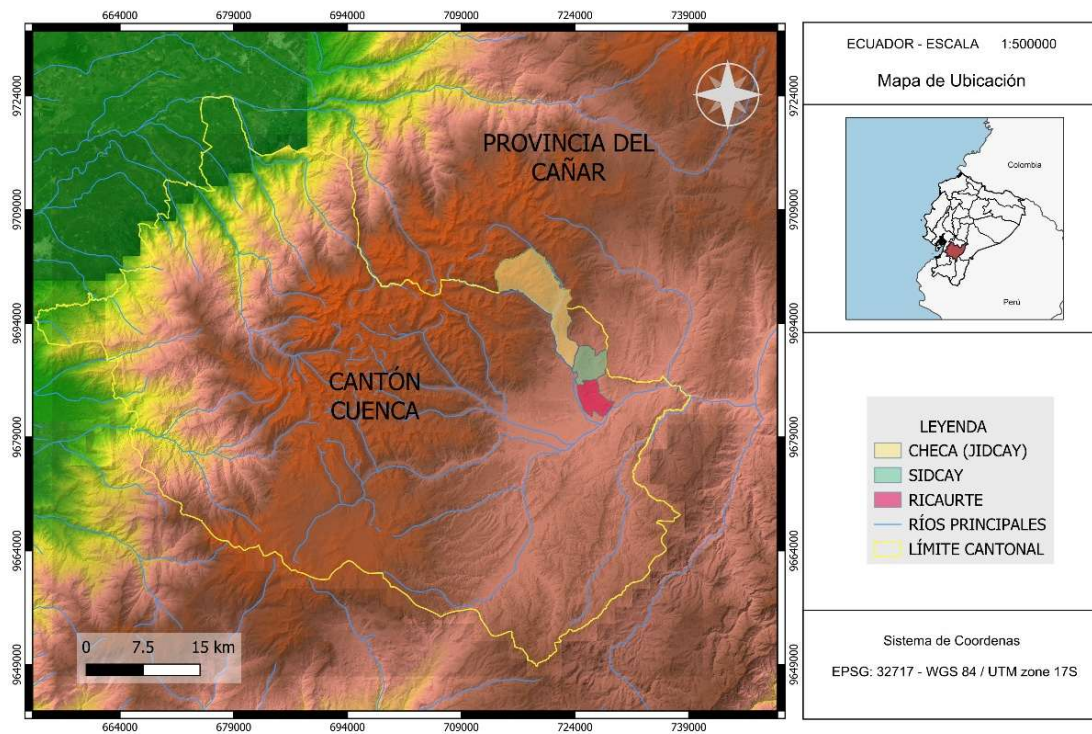


Figura 1. Zona de estudio

Nota: Elaboración propia.

3.1.3 Hipsometría de la Zona de Estudio

La zona presenta un relieve mayoritariamente montañoso, con altitudes que van desde los 2400 y 3100 msnm. Las pendientes son muy pronunciadas y variables, que van desde suaves desfases hasta laderas accidentadas.

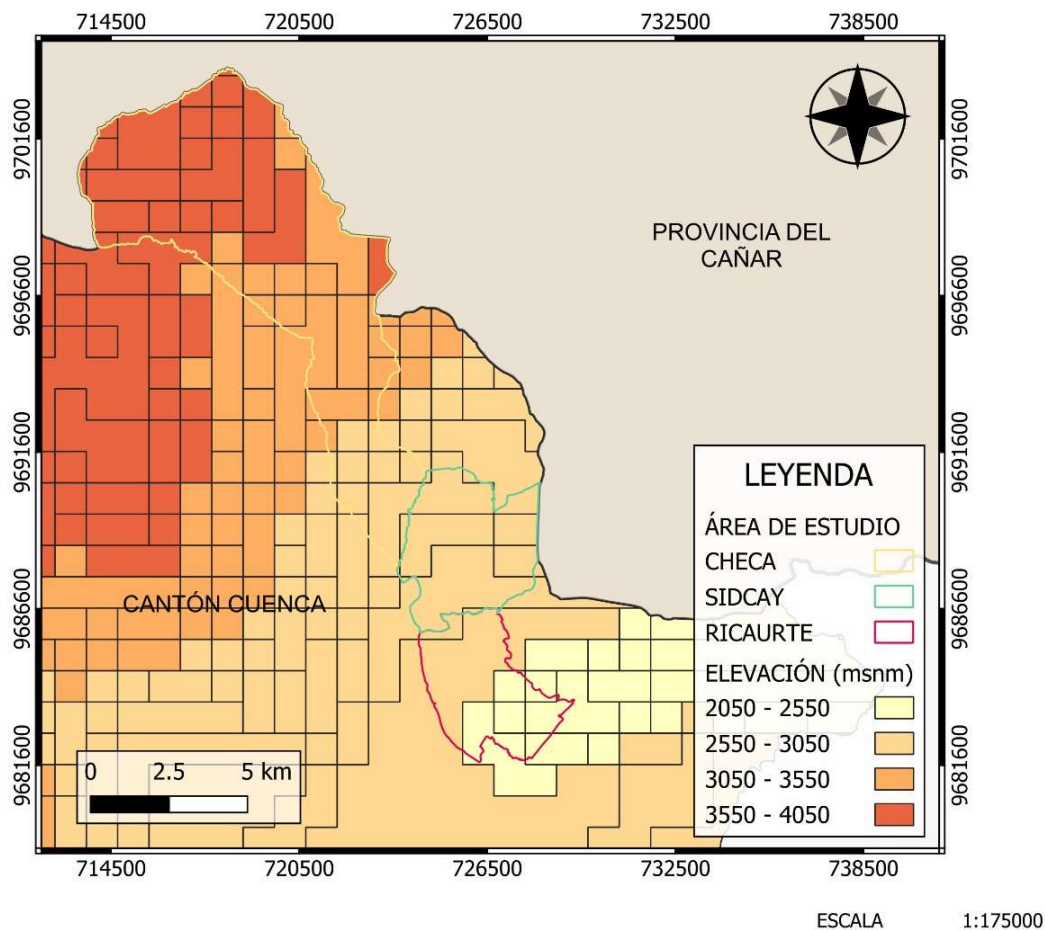


Figura 2. Hipsometría de la zona de estudio

Nota: Elaboración propia.

3.1.4 Clima de la Zona de Estudio

Cuenta con un clima templado-húmedo de alta montaña, correspondiente a un bioclima pluviestacional, tipificado por dos estaciones climáticas, invierno y verano. Las lluvias anuales están por encima de los 1000 mm, con un contenido de humedad en el aire promedio mayor al 0% y temperaturas medias anuales que varían entre los 12°C y los 16°C, dependiendo de la altura referencial. El área se distingue por la integración de suelos agro-productivos, zonas de reservas naturales y urbanas en crecimiento.

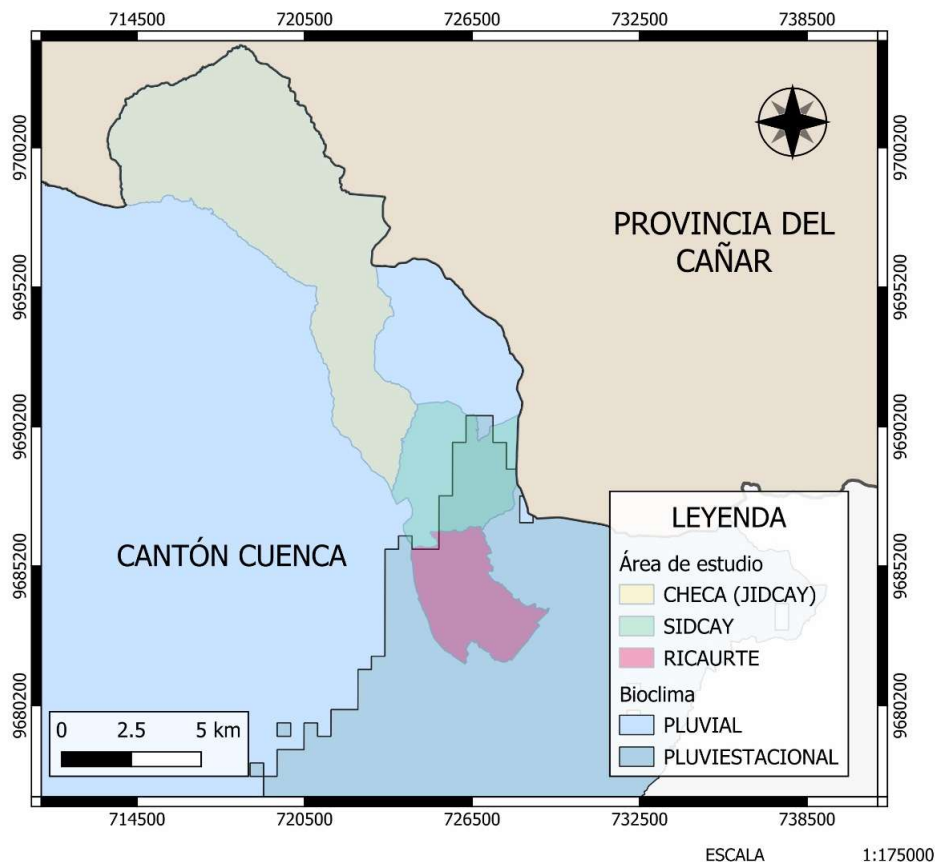


Figura 3. Bioclima de la zona de estudio

Nota: Elaboración propia.

3.1.5 Infraestructura de Riego y Distribución Espacial

La infraestructura está compuesta por una serie de obras hidráulicas especializadas para el correcto funcionamiento de los diferentes procesos de captación, conducción (Figura 4), distribución y desembocadura del agua en las áreas de uso de riego. Incluye bocatombas para la toma de caudales desde la fuente (río Machángara), canal matriz y derivador revestidos y en tierra que asegura la correcta conducción del recurso hídrico por el sistema, así como compuertas y estructuras de regulación que controlan el adecuado flujo y la distribución. Además, cuenta con obras complementarias como desarenadores, sifones y alcantarillas que maximizan la operatividad idónea y funcional, evitando al máximo las pérdidas que se puedan

dar durante la vida de operatividad. En conjunto, estos componentes abarcan la base tangible en la cual se sustenta el funcionamiento de la infraestructura (figura 4), a pesar de su antigüedad y las variaciones en el requerimiento del agua actual demanda evaluaciones de índole periódica para mantener su nivel de funcionamiento en un rango eficiente y de esta forma garantizar un nivel de calidad del servicio.

El canal principal se extiende a lo largo de los veinte módulos que componen el sistema de riego. Los sectores son: Checa, San Antonio, Sidcay, Caldera, Playa del Calvario, Calvario, La Dolorosa, María Auxiliadora, San Miguel, Lourdes, Miguel Cordero, El arenal, San Pedro, El Quinche, El Cisne, La Merced, Santa María, Mangan y Corazón de Jesús. Constituyéndose así una traza que integra la zona de captación, conducción, y desagüe. Su longitud de canal principal es de 22.94 km, proyectada para optimizar la cobertura, se complementa con una red de conducción secundaria cuya longitud es de 40.92 km.



Figura 4. *Tramo del canal principal de conducción*

Nota: Elaboración propia

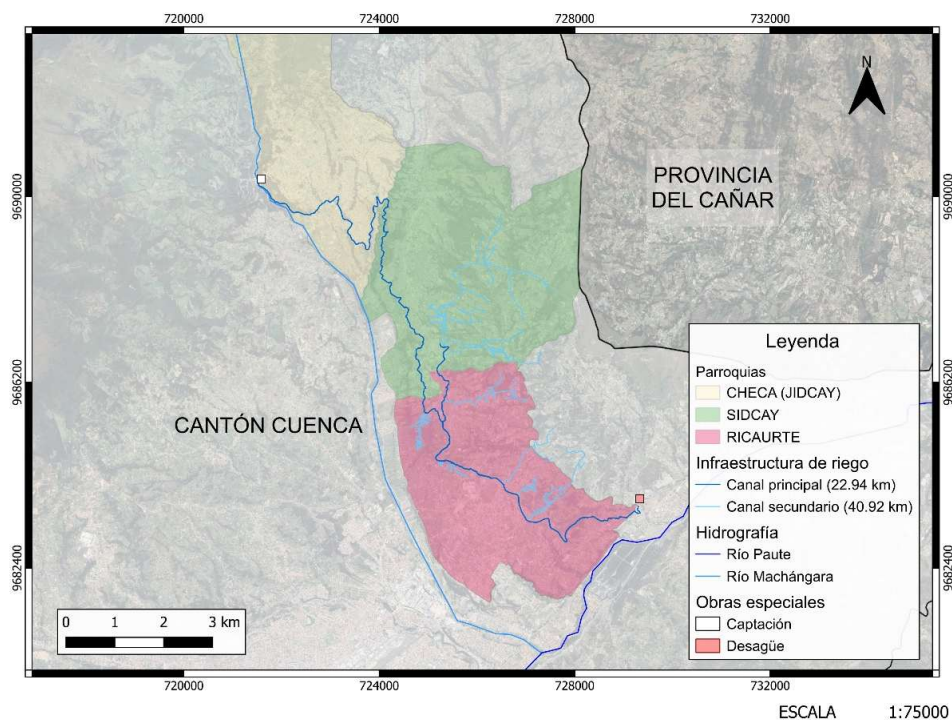


Figura 5. *Infraestructura del sistema de riego*

Nota: Elaboración propia.

3.2 Enfoque Metodológico de la Investigación

El estudio tiene una orientación cuantitativa de tipo descriptivo y aplicativo, dado que se basa en la recopilación de información a partir de levantamientos catastrales, análisis de información del cambio del uso y cobertura de suelo en las parroquias Checa, Sidcay y Ricaurte y procesamiento de información hidrológica, para valorar las dinámicas que influyen a la hora de reevaluar el caudal de diseño de la red de riego Checa, Sidcay y Ricaurte.

3.3 Levantamiento de Catastral y Áreas Regables Actuales

3.3.1 *Socialización a Usuarios del Sistema de Riego.*

En conjunto, con el permiso y aprobación de la directiva administrativa de la Junta de Riego Checa-Sidcay-Ricaurte se realizan varias socializaciones hacia los usuarios como se observa en la Figura 6, esto con el fin de exponer la importancia de un levantamiento catastral

actualizado para una gestión eficiente y óptima del agua. Además, se expone a los usuarios el procedimiento para levantamiento catastral de las áreas, esto con el objetivo de que provean información precisa y fidedigna que garantice una investigación que entregue un producto de calidad para el beneficio de la comunidad.



Figura 6. Socialización a los dirigentes y usuarios del sistema de riego

Nota: Elaboración propia.

3.3.2 Visitas Prediales Sectorizadas

Para la recolección de información se programaron visitas sectorizadas, las cuales son guiadas por los presidentes y Usuarios del sistema de riego. Los sectores son; Checa, San Antonio, Sidcay, Caldera, Playa del Calvario, Calvario, La Dolorosa, María Auxiliadora, San Miguel, Lourdes, Miguel Cordero, El arenal, San Pedro, El Quinche, El Cisne, La Merced, Santa María, Mangan y Corazón. El recorrido y levantamiento de información toma aproximadamente un día por sector.

3.3.3 Identificación, registro y levantamiento catastral de áreas potencialmente regables

En coordinación con los dirigentes y usuarios de los sectores (Figura 7) se procedió a la identificación y delimitación de los predios que forman parte del sistema de riego. Para esta labor se utilizó como base el Catastro General elaborado por Municipio de Cuenca, complementado con la aplicación móvil de Sistemas de Información Gráfica (GIS) SW Maps, de código abierto (Zurita et al., 2024).

Mediante esta herramienta se colocaron marcadores sobre los polígonos correspondientes a las áreas potencialmente regables. En caso de identificar un área potencialmente regable no registrada en el Catastro General, se procede a colocar marcadores con el fin de trazar el polígono del área potencialmente regable. Estos procesos permiten identificar de forma precisa las parcelas bajo el sistema de riego y establecer el registro de los titulares o responsables de las parcelas ante el sistema de riego.

Una vez identificadas todas las áreas potencialmente regables, se procede a exportar la capa que las contiene, por ejemplo, la capa de un sector se denomina Puntos_El_Cisne y se exporta como archivo Shapefile.zip para posteriormente ser procesada en un SIG.



Figura 7. *Visitas parcelarias guiadas con los dirigentes sectoriales y socios del sistema de Riego*

Nota: Elaboración propia.

3.3.4 Identificación de tipos de cultivos

La identificación de cultivos (Figura 8) presentes en la área de influencia del sistema de riego se llevó a cabo mediante inspección visual directa durante las visitas prediales sectorizadas, esto permitió identificar especies predominantes como el maíz, pasto y hortalizas en función de sus características morfológicas fácilmente distinguibles, esta metodología es la más adecuada , ya que al momento de realizar las visitas parcelarias, se puede establecer con rapidez y precisión el tipo de cultivo de las parcelas. En Ecuador, está metodología ha sido aplicada por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) en la Encuesta de Superficie y Producción. Agropecuaria Continua (ESPAC), validando la recopilación de información agropecuaria por verificación directa en terreno.



Figura 8. *Cultivos de Maíz y Pasto*

Nota: Elaboración propia.

3.4 Procesamiento Cartográfico

3.4.1 Sistema de Información Geográfica QGIS

El software Qgis es una herramienta de Información Geográfica de libre acceso y código abierto, esta herramienta brinda la capacidad de elaborar mapas, editar capas, procesar y analizar información cartográfica (Erharter et al., 2023). Es por ello que a sido escogido como el software SIG a usarse en la presente investigación.

3.4.2 Generación de la Capa; Áreas Potencialmente regables

Una vez que se obtiene el archivo Shapefile.zip de las áreas potencialmente regables de cada sector, se procede a ingresarlas en el software Qgis, en donde previamente se tiene cargada la capa del catastro general, una vez que se tienen los cientos demarcadores en los polígonos de las áreas potencialmente regables del sector, en caso de haber áreas que no estén delimitadas,

se procede a trazar el polígono correspondiente. Posteriormente se realiza la intersección entre los marcadores y los polígonos; obteniendo así una capa sectorizada que contiene los polígonos de las áreas potencialmente regables levantadas en campo.

Este proceso se realiza para cada sector, por lo que se genera una capa por sector, luego se procede a ingresar todas las capas de todos los sectores, verificar que no haya áreas que pertenezcan a más de un sector y en caso de darse esta situación, se asigna a uno de los sectores. Generando así una capa general que expone las áreas potencialmente regables bajo influencia del sistema de Riego Checa-Sidcay-Ricaurte.

3.4.3 Criterios Categorización de Superficies Regables

La categorización de áreas regables se realiza considerando criterios técnicos y normativos a fin de garantizar la coherencia con la planificación hídrica nacional contemplada en los lineamientos de la Guía para la Formulación de Proyectos de Riego y Drenaje emitida por el(MAATE, 2022).Estas directrices permiten evaluar la factibilidad y productividad de las superficies.

Las variables para categorizar las superficies regables son las siguientes:

- **Topografía.** - La topografía es un factor determinante en el diseño de un sistema de riego, ya que es un factor que incide en la conducción eficiente del recurso hídrico y el riesgo de erosión en las zonas irrigadas. La Guía para la Formulación de Proyectos de Riego y Drenaje emitida por el (MAATE, 2022) establece como recomendación que las parcelas bajo riego no deberán superar el 16% de pendiente.
- **Condiciones Topográficas.** - Especiales de la zona de estudio. Debido a la accidentada topografía de la sierra andina en la cual se encuentra implantado el Sistema de Riego, el tratar de ajustarse a la recomendación de pendiente máxima es casi imposible, ya que la combinación de la topografía y la disminuida disponibilidad de suelo hacen que los

usuarios aprovechen parcelas con pendientes relativamente superiores, desconociendo los riesgos de erosión y baja eficiencia al regar los cultivos presentes en las parcelas. Es por ello que se realizó una recategorización del rango de pendientes con el fin de ajustarse a las condiciones reales en las que se hace uso del riego parcelario, las observaciones directas realizadas en campo las cuales delimitan en un 50% como pendiente máxima de riego en ciertas parcelas. Para el análisis de pendientes se Cuenta con el Modelo Digital de Elevación de la zona de estudio (DMT).

- **Uso de suelo.** - El uso actual del suelo es un criterio fundamental en la categorización de superficies, permite diferenciar entre aquellas áreas que pueden ser usadas para actividades agrícolas y aquellas que, por su cobertura, no son aptas para el riego. La Guía para la Formulación de Proyectos de Riego y Drenaje establece que los proyectos de riego deben priorizar la dotación del recurso hídrico a superficies potencialmente productivas, garantizando el uso y aprovechamiento del recurso hídrico (Granda-Proño, 2025). Para el análisis se usa el Shape file de uso y cobertura de suelo elaborado por el MAATE, en el cual se identificó y se cortó el área de influencia del canal de Riego Checa-Sidcay-Ricaurte.

3.4.4 Categorización de Áreas

La categorización de áreas se realiza mediante el empleo de una Evaluación Multicriterio Espacial (SMCE), es una variante del Análisis de Decisión Multicriterio (MCDA) ejecutada en un entorno SIG como lo es Qgis, mediante la herramienta Diseñador d Modelos en la cual es posible integrar criterios heterogéneos en un marco georreferenciado (Malczewski & Rinner, 2015). La categorizan de áreas regables se hace al considerar variables como la pendiente y el uso de suelo, cuyos valores son clasificados en rangos de aptitud como se aprecia en la tabla 1 La intersección de estas variables se resolvió mediante criterio multiplicativo, de modo que el valor de cada operación representara una unidad espacial asignada a una categoría.

En esta investigación se decidió tomar directamente cada resultado del criterio multiplicativo como una clase distinta, esto permitió establecer 8 categorías únicas de aptitud: regable óptimo, regable alto, regable medio, regable bajo, limitado, muy limitado, casi no regable, no regable. Estas clases se representan en un mapa temático, que refleja de manera explícita y ordenada la distribución espacial de las áreas con diferente potencial de riego.

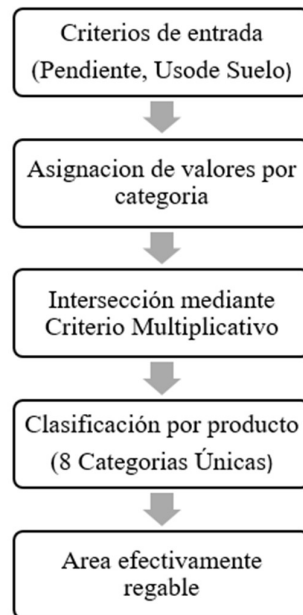


Figura 9. *Diagrama de flujo para la categorización de áreas*

Nota: Elaboración propia.

Tabla 1. *Tabla de doble entrada para criterios de categorización*

Grupo de Pendiente	Categorías con valor 1	Categorías con valor 2	Categorías con valor 4
Grupo 1 (<30%)	Cultivo, Mosaico, Agropecuario, Otras Tierras, Otras Tierras Agrícolas, Pastizal, Vegetación Herbácea	Vegetación Arbustiva, Plantación Forestal	Páramo, Bosque Nativo, Área Poblada, Cuerpo de Agua Natural, Cuerpo de Agua Artificial, Erial, Infraestructura, Sin información
Grupo 2 (30–50%)	Cultivo, Mosaico, Agropecuario, Otras Tierras, Otras Tierras Agrícolas, Pastizal, Vegetación Herbácea	Vegetación Arbustiva, Plantación Forestal	Páramo, Bosque Nativo, Área Poblada, Cuerpo de Agua Natural, Cuerpo de Agua Artificial, Erial, Infraestructura, Sin información
Grupo 3 (50–70%)	Cultivo, Mosaico, Agropecuario, Otras Tierras, Otras Tierras Agrícolas, Pastizal, Vegetación Herbácea	Vegetación Arbustiva, Plantación Forestal	Páramo, Bosque Nativo, Área Poblada, Cuerpo de Agua Natural, Cuerpo de Agua Artificial, Erial, Infraestructura, Sin información
Grupo 4 (>70%)	Cultivo, Mosaico, Agropecuario, Otras Tierras, Otras Tierras Agrícolas, Pastizal, Vegetación Herbácea	Vegetación Arbustiva, Plantación Forestal	Páramo, Bosque Nativo, Área Poblada, Cuerpo de Agua Natural, Cuerpo de Agua Artificial, Erial, Infraestructura, Sin información

Nota: Elaboración propia.

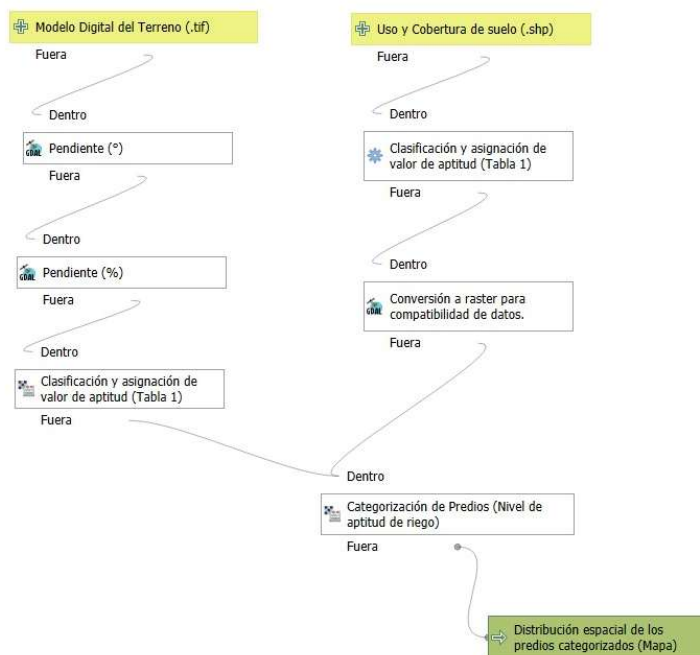


Figura 10. *Algoritmo de categorización de predios*

Nota: Elaboración propia.

3.5 Análisis del Cambio de Uso y Cobertura del Suelo

3.5.1 Temporalidad de Análisis

La selección de la temporalidad de estudio 2000-2020 se debe a que la Junta de Riego Checa Sidcay-Ricaurte tiene personería jurídica desde 1998, por lo tanto, el rango seleccionado para el análisis de uso y cobertura del suelo es contemporáneo al establecimiento legal de la junta de riego mencionada, al coincidir estos periodos; podemos comparar e inferir los resultados con registros históricos y el análisis de la dinámica actual de uso y cobertura del suelo de la zona.

3.5.2 Restricciones

Debido a que el análisis toma fuentes con de 20 años de diferencia, se presenta la no equivalencia total de las clases de uso y cobertura de suelo de las fuentes, por ello con el

objetivo de facilitar procedimientos no se realizó un mapa de transición y se optó por realizar un Análisis evolutivo Agregado mediante tablas de tabulación y comparación de la cuantificación de clases de uso y cobertura de suelo.

3.5.3 *Proceso metodológico*

El Análisis del cambio de uso y cobertura de suelo se basa en un enfoque cuantitativo con diseño no experimental, longitudinal y comparativo multi temporal 2000-2020. Se usan archivos shape-files de uso y cobertura de suelo provenientes del Geo visor del Municipio de Cuenca; ambos insumos fueron cortados al área de estudio y procesados en QGIS. Para cada año se generaron mapas temáticos y se calcularon superficies (ha) de las clases de uso y cobertura de suelo. Constituyendo un censo espacial que refleja la distribución de las clases de suelo y cobertura en la zona de estudio en cierta temporalidad. La comparación entre el año 2000 -2020 se realizó mediante algebra de mapas y tablas comparativas, estimando el cambio neto de área, cambio relativo de área y la tasa media anual de cambio.

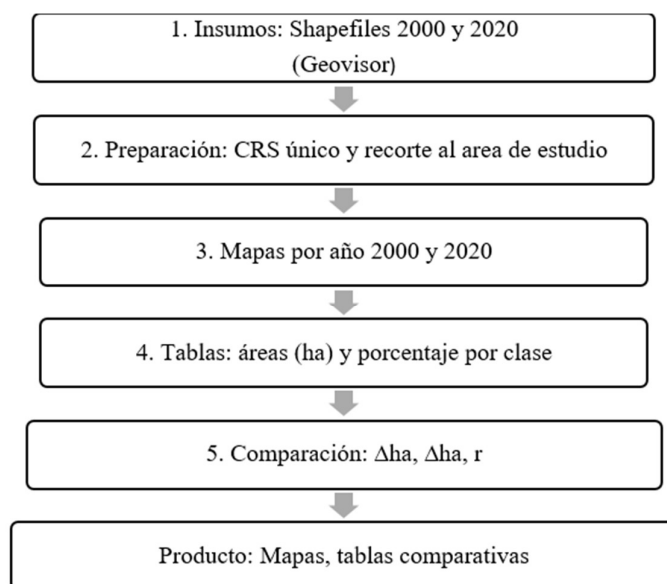


Figura 11.

Diagrama de flujo para la categorización de áreas

Nota: Elaboración propia.

3.6 Cálculo Del Caudal De Diseño

La estimación del caudal de diseño se basa en una orientación metodológica de tipo cuantitativo, aplicado y descriptivo, debido a que se fundamenta en el levantamiento y análisis de registros meteorológicos y catastrales sin manipular sin modificar las variables naturales, sino observando su comportamiento en un intervalo de tiempo de 14 años. La metodología se desarrolló según la Guía para la Formulación de Proyectos de Riego y Drenaje del MAATE (2022) sustentada a su vez con la guía técnica FAO 56.

Con este propósito, se utilizaron data climática histórica de temperatura, humedad relativa, velocidad del viento y radiación solar de la zona de influencia, obtenidos de la interfaz web NASA/POWER entre los años 2010/2023. Con esta información se estimó la evapotranspiración de referencia (E_{To}), y la precipitación efectiva (P_e), se definieron los coeficientes de ajuste (k_c) de los cultivos predominantes identificados en el levantamiento fotográfico del catastro (maíz, pasto) y se calculó la evapotranspiración de cultivo (E_{Tc}) correspondiente al mes más crítico. Posteriormente, con base en la información de catastro establecida, se identificaron las áreas efectivamente regables y se calculó la demanda hídrica correspondiente para la realidad actual del sistema.

En cuanto a la eficiencia de riego (E_{fr}), no fue posible definirla por medio de aforos directos considerando que el sistema no estaba en funcionamiento al momento del estudio y, por su gran extensión, no era factible llevar a cabo mediciones en campo dentro del tiempo disponible. Ante esta situación, se tomaron cuatro escenarios de eficiencia, tres de ellos sustentados en investigaciones de diferentes redes de riego abiertos de la zona interandina ecuatoriana, y un panorama adicional de referencia óptima fundamenta por la FAO para sistemas en condiciones favorables de operación. Los valores se resumen en la tabla.

Tabla 2. *Eficiencias Globales de Referencia*

Escenario	Ec(Conducción)	Ed(Distribución)	Ea(Aplicación)	Eg(Global)
Conservador(bajo)	0.70	0.80	0.62	0.35
Base(adoptado)	0.75	0.85	0.65	0.41
Optimista(alto)	0.80	0.90	0.70	0.50

Nota: Elaboración propia.

De este enfoque, el cálculo del caudal de diseño (Qd) se realizó en los tres escenarios posibles mencionados, lo que dio como resultado un rango de diferentes caudales en función de las eficiencias. No obstante, aunque se presenta el análisis para todos los escenarios de eficiencia, en la discusión final se contrasta principalmente con el contexto optimista (Eg 0.50), siendo este el más realista conforme a las condiciones locales observadas y a las recomendaciones por las investigaciones antes mencionadas.

Capítulo IV

Análisis de Resultados

4.1 Resultados del Levantamiento Catastral de Áreas Regables

En el presente capítulo se presentan los principales hallazgos del estudio, organizados en cuatro apartados: identificación espacial de predios catastrados, clasificación de áreas según nivel de aptitud de riego, cambio y uso del suelo, y reevaluación del caudal de diseño del sistema de riego. Los resultados se muestran mediante tablas y figuras, acompañadas de su respectiva interpretación, con el fin de evidenciar patrones, contrastes y su incidencia en la gestión del sistema de riego.

4.1.1 Identificación espacial de predios catastrados

La figura 12 y la tabla 3 presentan la distribución espacial y cuantitativa los predios catastrados en la zona de influencia del Sistema de Riego Checa-Sidcay-Ricaurte. Cabe señalar que estas superficies corresponden al catastro bruto, es decir la totalidad de predios vinculados al sistema, por lo que no necesariamente constituyen áreas potencialmente regables.

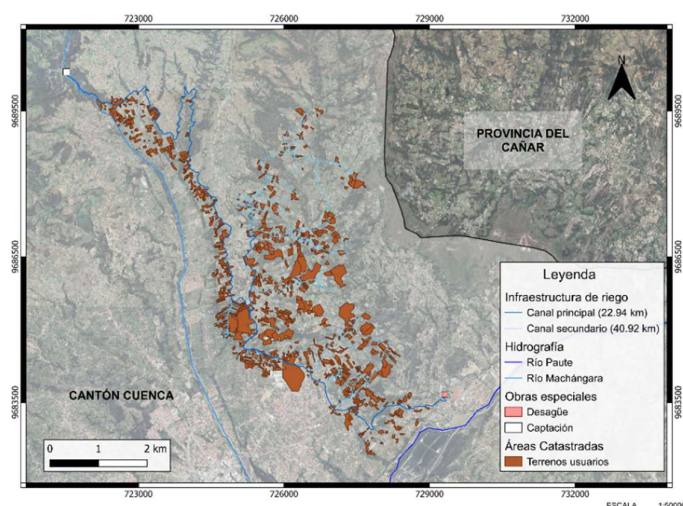


Figura 12. Distribución espacial de los predios catastrados bajo influencia del sistema de riego Checa-Sidcay-Ricaurte

Nota: Elaboración propia.

Tabla 3. *Distribución de áreas catastradas por sector*

Sector	N° de usuarios	N° de Lotes	Area(ha)
El Calvario	34	36	20.90
Checa	115	121	31.40
Corazón de Jesús	36	38	8.11
El Arenal	34	38	8.12
El Cisne	31	36	9.58
El Quinche	56	59	18.03
Gran Poder	79	83	19.23
La Merced	59	62	12.65
La Caldera	34	36	12.32
La Dolorosa	105	111	68.11
Lourdes	25	26	16.63
Mangan	49	52	17.69
María Auxiliadora	51	54	37.20
Miguel Cordero	43	45	8.53
Playa del Calvario	14	15	8.15
San Antonio	65	68	12.83
San Miguel	75	79	13.89
San Pedro	21	22	17.06
Santa María	86	90	38.66
Sidcay	49	52	18.67
TOTALES	1061	1123	397.77

Nota: Elaboración propia.

La **figura 12** y la **tabla 3** muestran la distribución espacial y cuantitativa de los predios vinculados al sistema de riego Checa-Sidcay-Ricaurte. En total, se identificaron 1061 usuarios y 1123 lotes, que abarcan 397.77 ha de catastro bruto. El sector con mayor superficie corresponde a La Dolorosa (68.11ha), que representa el 17.1% del total, En contraste, Corazón de Jesús (8.11 ha) y El Arenal (8.12 ha) apenas alcanzan el 2% cada uno. Estos contrastes reflejan una marcada heterogeneidad.

El promedio general de superficie es de 0.37 ha; sin embargo, existen notables diferencias. En El Calvario, cada usuario dispone en promedio de 0.61 ha, mientras que en Checa la medida es de apenas 0.27 ha. Este patrón evidencia distintos grados de fragmentación predial, lo cual influye directamente en la gestión de riego, pues a áreas más pequeñas suelen demandar mayor coordinación y turnos de riego.

4.1.2 Clasificación de áreas según nivel de aptitud de riego.

A partir de los predios catastrados se realizó la clasificación de áreas según su aptitud para riego, al considerar variables como la pendiente y el uso de suelo. Mediante el Modelador Gráfico de QGIS se generó un mapa temático con ocho categorías de aptitud.

La Figura 13 muestra la distribución espacial de las áreas categorizadas y la Tabla 4 resume la superficie obtenida en cada nivel de aptitud.

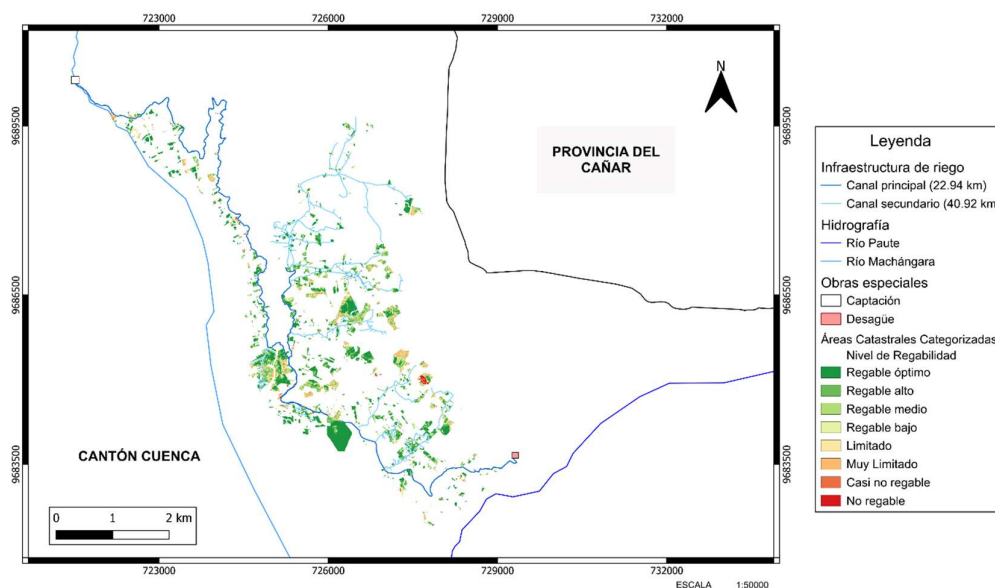


Figura 13.

Clasificación de áreas catastradas según su nivel de aptitud de riego en el Sistema de Riego Checa-Sidcay-Ricaurte

Nota: Elaboración propia.

Tabla 4. *Categorización de áreas por nivel de aptitud.*

Clasificación	Área(ha)	Área Acumulativo(ha)
Regable Óptimo	155.65	155.65
Regable alto	90.88	246.53
Regable medio	24.80	271.34
Regable bajo	66.89	338.22
Limitado	16.45	354.68
Muy Limitado	37.75	392.43

Clasificación		Área(ha)	Área Acumulativo(ha)
Casi no regable		1.75	394.18
No regable		3.59	397.77
Total		397.77	

Nota: Elaboración propia.

Las Categorías Regable Óptimo (155,65 ha) y Regable Alto (90.88) representan el 62% de la superficie total, representando así un considerable potencial de eficiencia del recurso hídrico. A diferencia de los niveles Muy Limitado, Casi no regable y No regable representando conjuntamente el 10.9 % del área, lo cual corresponde a terrenos con restricciones altas, asociadas en su mayoría a pendientes pronunciadas, uso y cobertura poco o nada compatibles con las actividades de producción agrícola bajo riego.

Las categorías entre Óptimo y Limitado fueron consideradas como áreas efectivamente regables, sumando un global de 345.68 ha, equivalente al 89 % del catastro bruto. Si bien gran parte de la superficie tiene aptitud de riego, una fracción no despreciable debe ser descartada para la reevaluación del caudal, garantizando de esta forma sobrestimaciones y asignaciones poco realistas.

4.1.3 Resultado Cambio de Uso y Cobertura de Suelo

El análisis multi temporal de uso y cobertura del suelo se realizó para los años 2000 y 2022 en las parroquias Checa, Sidcay y Ricaurte, año 2000 a partir del geo portal del MAATE.

La Figura 14 presenta la distribución de coberturas en el año 2000, mientras que en la Tabla 5 resume las superficies correspondientes a cada categoría.

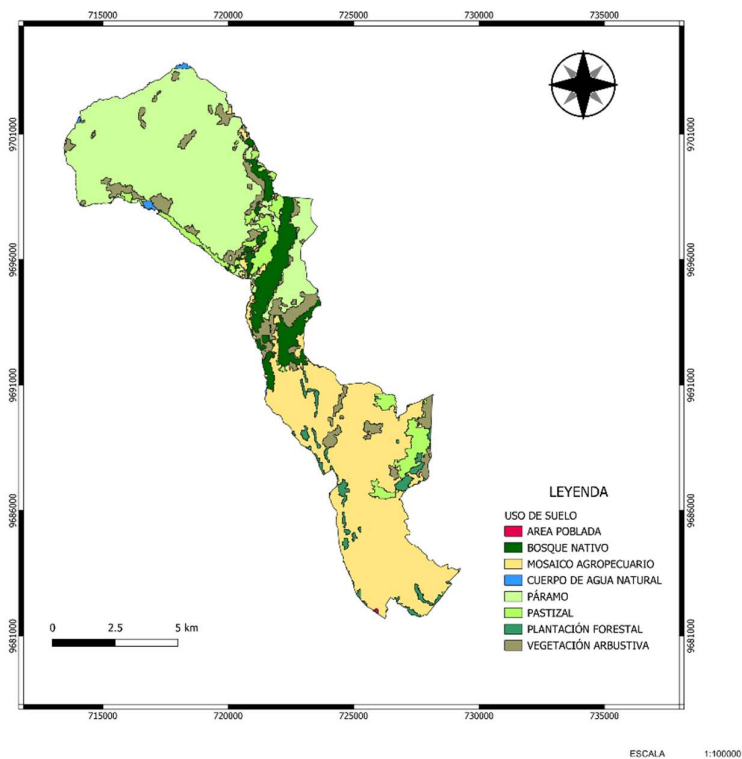


Figura 14. *Uso y cobertura del suelo en las parroquias Checa, Sidcay y Ricaurte, año 2000*

Nota: Elaboración propia.

Tabla 5. *Uso y Cubertura de suelo, año 2000*

Categorías	Área(ha)	%
Área poblada	2.28	0.024
Bosque nativo	684.09	7.34
Mosaico agropecuario	3276.80	35.16
Cuerpo de agua natural	25.73	0.28
Páramo	3803.51	40.81

Categorías	Área(ha)	%
Pastizal	537.33	5.76
Plantación forestal	202.95	2.18
Vegetación arbustiva	787.99	8.45
Total, general	9320.68	100.00

Nota: Elaboración propia.

En contraste la Figura 15 y la Tabla 6 muestran la situación para el año 2020.

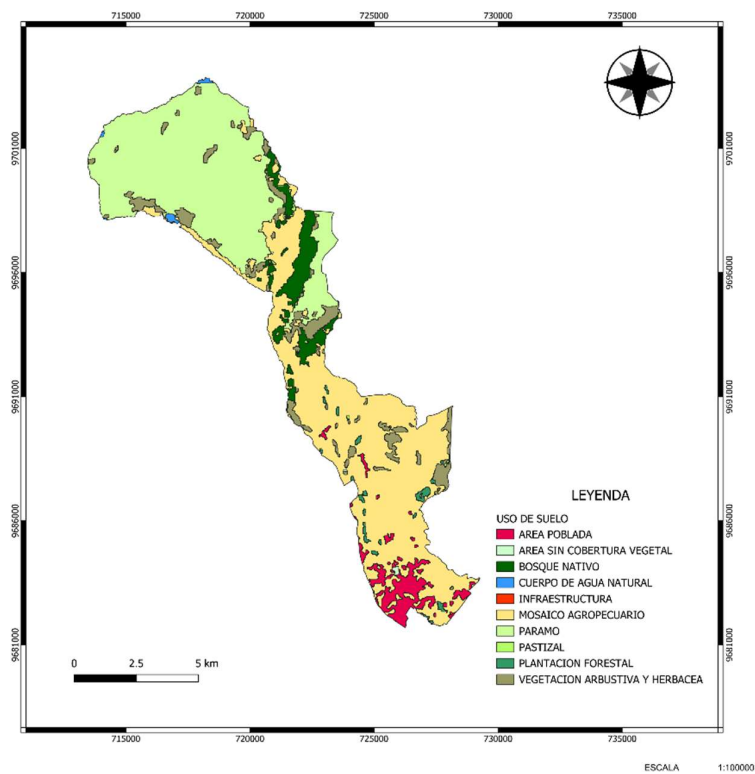


Figura 15. *Uso y cobertura del suelo en las parroquias Checa, Sidcay y Ricaurte, año 2020*

Nota: Elaboración propia.

Tabla 6. *Uso y cobertura del suelo, año 2020*

Categorías	Área(ha)	%
Área poblada	385.43	4.14
Área sin cobertura vegetal	9.45	0.10
Bosque nativo	512.07	5.49
Cuerpo de agua natural	24.79	0.27
Infraestructura	0.90	0.01
Mosaico agropecuario	3905.06	41.90
Páramo	3748.56	40.22
Pastizal	19.54	0.21
Plantación forestal	80.87	0.87
Vegetación arbustiva y herbácea	634.06	6.80
Total general	9320.68	100.00

Nota: Elaboración propia.

La comparación de ambos periodos se sintetiza en la Tabla 6 donde se observan las variaciones en términos de puntos porcentuales, porcentaje de cambio y factor de crecimiento.

Tabla 7. Variaciones de uso y cobertura del suelo: 2000-2020

Categorías	App	% cambio	Factor de crecimiento
Área poblada	4.11	16804.82	169.05
Área sin cobertura vegetal			
Bosque nativo	-1.85	-25.15	0.75
Cuerpo de agua natural	-0.01	-3.65	0.96
Infraestructura			
Mosaico agropecuario	6.74	19.17	1.19
Páramo	-0.59	-1.44	0.99
Pastizal	-5.56	-96.36	0.04
Plantación forestal	-1.31	-60.15	0.40
Vegetación arbustiva y herbácea	-1.65	-19.53	0.80

Nota: Elaboración propia.

En el año 2000, el páramo representaba el 40.8% del territorio, seguido del mosaico agropecuario con 35.2% y el bosque nativo con 7.3%. Para 2020, el mosaico agropecuario se consolidó como la cobertura predominante (41.9%), mientras que el páramo descendió ligeramente a 40,2%. Paralelamente, se registró una reducción de pastizales (de 5.8% a 0.2%) y plantaciones forestales (2.2% a 0.9%)

El cambio más significativo se observa en el área poblada, que pasó de 2.28 ha (0.02%) a 385.43 ha (4.14%), es decir, un incremento de 4.11 puntos porcentuales y un factor de crecimiento de 169 veces. Este crecimiento urbano y rural constituye un factor crítico para la planificación hídrica.

En conjunto, los datos indican un proceso de expansión de la frontera agrícola y urbana en detrimento de los bosques nativos, pastizales, plantaciones forestales y paramos.

4.1.4 Reevaluación de Caudal de diseño de Sistema de Riego

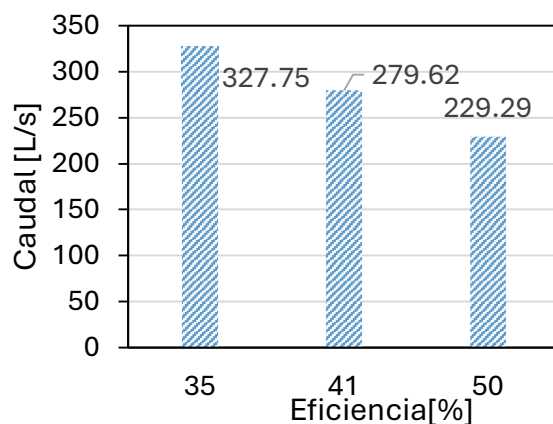
La reevaluación del caudal se realizó con base en los parámetros edáficos y operativos del sistema, establecidos según la Guía para la Formulación de Proyectos de Riego y Drenaje del MAATE (2022).

Tabla 8. Resumen los principales valores utilizados en el cálculo.

Nombre	Nomenclatura	Valor	Unidad
Tipo de suelo	Franco - Arcilloso
Densidad aparente del suelo	da	1.35	g/cm ³
Capacidad de campo	CC	27.00	(%)
Punto de marchitez permanente	PMP	13.00	(%)
Profundidad de la raíz	Pr	200.00	mm
Agua Utilizable	Au	37.80	mm
Déficit permisible de manejo	DPM	55.00	%
Lamina Neta de Riego	Ln	20.79	mm
Eficiencia del sistema de riego	Efr	50.00	%
Lamina Bruta de Riego	Lb	41.58	mm
Necesidades Netas Diarias	Nn	1.44	mm/día
Frecuencia de riego máximo	fr	14	día
–Lámina neta ajustada	Ln aj	20.16	mm
Lámina bruta ajustada	Lb aj	40.32	mm
Infiltración básica del suelo	Ib	8.00	mm/h
Factor de reducción por pendiente	Fp	60.00	%
Tiempo de aplicación	ta	8.40	h
Área efectivamente regable	Ha	354.68	ha
Tiempo de operación del sistema	To	12.00	hora/día
Caudal de diseño	Qd	825.44	m ³ /h
Caudal de diseño	Qd	229.29	lts/s

Nota: Elaboración propia.

Figura 16. Sensibilidad del caudal de diseño al variar la eficiencia del sistema



Nota: Elaboración propia.

La reevaluación del caudal de diseño se estimó aplicando los parámetros y directrices que recomienda la metodología del MAATE (2022). Los resultados se presentan en la Tabla 8. Se obtuvo un caudal de diseño de 229.29 L/s para una superficie efectivamente regable de 354.68 ha. Este valor contrasta con los 500 L/s concesionados, significando una sobrestimación del 118 % en función con el caudal realmente requerido. El análisis de sensibilidad (Figura 16) muestra que con diferentes valores de eficiencia se obtiene caudales muy dispersos uno del otro. Estos escenarios nos dan a entender que mientras mayor sea la eficiencia menor es el caudal requerido, enfatizando de esta forma la importancia de la infraestructura del canal se encuentre en buen estado. En consecuencia, se sintetiza que el valor de 229.29 L/s bajo 50 % de eficiencia constituye la referencia técnica más adecuada para la gestión de la red. Asimismo, los resultados evidencian la necesidad de ajustar la concesión oficial a las necesidades actuales y reales; implementar mejoras en la infraestructura y posteriormente tecnificarlo

Conclusiones y Recomendaciones

5.1 Conclusiones

- El levantamiento catastral permitió identificar un área efectivamente regable de 354.68 ha, inferior a las 397.77 ha bajo influencia de sistema de riego, lo que evidencia la necesidad de disponer de información actualizada.
- El análisis multi temporal de uso y cobertura de suelo (2000-2022) mostro una reducción de coberturas naturales, como bosque nativo (-1.85 pp) y pastizales (-5.56 pp), junto con un incremento de áreas agrícolas y pobladas (mosaico agropecuario +6.74 pp y área poblada +4.11 pp). Estos cambios reflejan la transformación de la matriz productiva y del territorio.
- La clasificación de aptitud de riego evidencio que las categorías Regable óptimo y alto concentran más del 60% de la superficie, lo que confirma un elevado potencial de aprovechamiento del recurso hídrico. También se identificaron áreas con limitaciones severas, las cuales no deberían incluirse dentro de superficies destinadas a riego.
- La reevaluación del caudal de diseño, realizada con parámetros edáficos y operativos conforme al MAATE, determino un caudal de diseño de 229.29 l/s bajo un escenario de eficiencia global del 50%, suficiente para abastecer 354.68 ha regables con una frecuencia máxima de riego (no recomendada) de 14 días.
- El caudal de diseño reevaluado, calculado teóricamente en 229.29 l/s, en comparación con el caudal concesionado históricamente de 500 l/s, revela una sobrestimación del 118%, lo que pone de manifiesto la necesidad la necesidad de revisar y ajustar las concesiones para garantizar un aprovechamiento optimo del recurso hídrico del sistema de riego.
- El caudal efectivamente circulante en el canal depende de la fase de operación del sistema; no obstante, en la presente investigación se consideró un régimen de operación

de referencia teórica, desarrollado mediante una metodología válida. Los valores obtenidos poseen consistencia y rigor técnico, constituyendo una base confiable para futuras investigaciones enfocadas en la fase de operación real del sistema.

5.2 Recomendaciones

- Es necesario actualizar periódicamente el catastro de áreas regables mediante el uso de sistemas SIG y validaciones en campo, a fin de contar con información confiable para la planificación y gestión del sistema.
- Se considera pertinente que en futuras investigaciones se incorpore un análisis exhaustivo del estado de funcionamiento de la infraestructura del sistema de riego, dado que la fase de operación no constituye objeto de estudio en la presente investigación. La implementación de este componente permitiría contrastar los resultados teóricos con las condiciones reales del sistema y aportar información técnica, de alto valor para la planificación de acciones de mantenimiento y optimización del recurso hídrico.
- Se requiere la implementación de sistemas de riego tecnificados que favorezcan una mayor eficiencia en el uso del agua. Una opción sería presurizar el sistema y de esa forma disminuir significativamente pérdidas en la conducción del recurso hídrico.
- Una mejora a corto plazo, sería el reforzamiento y reconstrucción de ciertos tramos del canal de riego, con el propósito de mantener o mejorar la eficiencia del 50% considerada en los cálculos.
- Se sugiere implementar programas de conservación de páramos y bosques nativos, debido a su rol en la regulación hídrica, y controlar la expansión agrícola y urbana sobre zonas de importancia ecológica.
- Se recomienda a las entidades competentes revisen la concesión asignada de 500 l/s y la ajusten al caudal recalculado de 229.29 l/s, garantizando una distribución más equitativa y sostenible del recurso.

Referencias Bibliográficas

Alle, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., Smith, & Martin. (2006). Evapotranspiración del cultivo: Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations).

Allen, R., Pereira, L., Raes, D., & Smith, M. (1998a). Capítulo 6 - ETc - Coeficiente de cultivo único (Kc).
[https://www.fao.org/4/X0490E/x0490e0b.htm#chapter%206%20%20%20etc%20%20%20sin%20crop%20coefficient%20\(kc\)](https://www.fao.org/4/X0490E/x0490e0b.htm#chapter%206%20%20%20etc%20%20%20sin%20crop%20coefficient%20(kc))

Allen, R., Pereira, L., Raes, D., & Smith, M. (1998b). Part A - Reference evapotranspiration (ETo). <https://www.fao.org/4/X0490E/x0490e05.htm#TopOfPage>

Andrango Quimbiamba, P. M., Ortíz Calle, R. S., & Cuaspa Ortega, Y. G. (2019). Distribución de caudales de riego para las comunidades de la UCICMA - Imbabura. Siembra, 6(2), 037–045. <https://doi.org/10.29166/siembra.v6i2.1562>

Asamblea Constituyente. (2008). Constitución de la República del Ecuador 2008. <https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2020-06/CONSTITUCION%202008.pdf>

Chile, B. (2021). Dinámica de la distribución del agua en el sistema de riego Tumbaco. Quito : UCE. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/25082>

Coyago, M. A., & Quishpe, A. O. (2023). Diagnóstico y propuestas de solución para la rehabilitación del canal de riego “Pucará”, ubicado en el cantón Mejía, provincia de Pichincha. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/24279>

Decreto Ejecutivo 650. (2015). Reglamento Ley Recursos Hídricos Usos y Aprovechamiento del Agua. <https://www.regulacionagua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/03/Reglamento-a-la-LORHUyA.pdf>

Di Falco, S., & Perrings, C. (2005). Crop biodiversity, risk management and the implications of agricultural assistance. *Ecological Economics*, 55(4), 459–466. <https://doi.org/10.1016/J.ECOLECON.2004.12.005>

Erharter, G. H., Steinbichler, M., Eder, M., Hintersberger, E., & Jaeger, D. (2023). A new guideline for geological maps with QGIS. *Austrian Journal of Earth Sciences*, 116(1), 147–150. <https://doi.org/10.17738/ajes.2023.0008>

Función Ejecutiva. (2010). Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (Estado vigente). Registro Oficial, Suplemento 303. [https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2021-01/Documento_Codigo-
Org%C3%A1nico-Organizaci%C3%B3n-Territorial-Autonomia-
Descentralizaci%C3%B3n.pdf](https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2021-01/Documento_Codigo-Org%C3%A1nico-Organizaci%C3%B3n-Territorial-Autonomia-Descentralizaci%C3%B3n.pdf)

Granda-Proaño, G. (2025). Pérdida de suelos agroproductivos por el crecimiento de la mancha urbana en el cantón Ambato. *Estoa. Revista de La Facultad de Arquitectura y Urbanismo de La Universidad de Cuenca*, 27, 145–188. <https://doi.org/https://doi.org/10.18537/est.v014.n027.a09>

Guamán, D., & Guanuchi, J. (2024). Estudio para mejoramiento del sistema hidrotécnico para el proyecto de riego de las comunidades de Cachi y Rumipamba del cantón Girón, provincia del Azuay [Universidad de Cuenca, Facultad de Ingeniería]. <https://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/45273>

Guazhima, L. (2016). Diseño del Sistema de Riego para la Comunidad de “San Luis” perteneciente al Cantón Pucará, Provincia del Azuay [Universidad Católica de Cuenca]. <https://dspace.ucacue.edu.ec/handle/ucacue/1874>

Guzmán, I., & Calvo, J. (2013). Planificación del recurso hídrico en América Latina y el Caribe (Vol. 26). <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4835674.pdf>

Heimlich, R. E., & Anderson, W. D. (2001). Development at the urban fringe and beyond: impacts on agriculture and rural land. *AgEcon Search*. <https://doi.org/10.22004/AG.ECON.33943>

Jimenez, N. (2025, April 29). La Prefectura de Azuay impulsa la implementación del Plan Provincial de Riego, Drenaje y Aguas Subterráneas 2025-2039. <https://www.azuay.gob.ec/index.php/category/riego/>

Larriva, J., Samaniego, I., & García, J. (2020). Estudios para el mejoramiento del sistema de riego en las comunidades de Villastana, San José, Morasloma, Lluchin y Hermano Miguel pertenecientes al cantón Nabón, sustitución de canal abierto por tuberías a presión. [UNIVERSIDAD DEL AZUAY]. <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/9894>

Longley, Paul., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., & Rhind, D. W. (2015). *Geographic Information Science and Systems*. *Geographic Information Science and Systems*, 477. https://books.google.com/books/about/Geographic_Information_Science_and_Syste.html?id=C_EwBgAAQBAJ

MAAE. (2020). Dirección Zonal del Azuay del Ministerio del Ambiente y Agua. Resolución N°. 0002-2020-MAAE-002.

MAATE. (2021). Plan Nacional de Riego y Drenaje 2021-2026. <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2022/12/PLAN-NACIONAL-DE-RIEGO-Y-DRENAJE-2021-2026-PARA-PUBLICAR.pdf>

MAATE. (2022). Guía para la formulación de proyectos de riego y drenaje. MAATE.

Maigua, C. (2017). Caracterización predial y de infraestructura del Sistema de Riego Tumbaco Ramal Churoloima, Zona 2, 2016. Universidad Central del Ecuador.

Malczewski, J., & Rinner, C. (2015). Advances in Geographic Information Science Multicriteria Decision Analysis in Geographic Information Science. <http://www.springer.com/series/7712>

Menke, K. (2022). Discover QGIS 3.x: A Workbook for Classroom or Independent Study (2nd ed.). Locate Press.

Muñoz, C., & Parra, J. (2024). Hacia la Ordenación del Periurbano de Cuenca: Modelo Urbanístico Objetivo para el territorio comprendido en la Parroquia Baños. <https://dspace.ucuenca.edu.ec/>

Once, H. W., & Barros, N. P. (2012). Implementación de un sistema de gestión de procesos organizacionales en la junta administradora del sistema de riego de la comunidad Checa periodo 2010-2011 [Universidad de Cuenca]. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/1486>

Ortiz Calle, R., Pazmiño Mayorga, J., & Chile Asimbaya, M. (2021). Eficiencias en el sistema de riego Tumbaco, Ecuador. *Ciencia y Tecnología*, 14(1), 1–10. <https://doi.org/10.18779/cyt.v14i1.443>

Ortiz, R. (2011). Planificación agronómica del sistema de riego Podocarpus - Yangana, provincia de Loja, República del Ecuador.

https://www.researchgate.net/publication/342572555_Planificacion_agronomica_del_sistema_de_riego_Podocarpus_-_Yangana_provincia_de_Loja_Republica_del_Ecuador/citations

Rengifo, D. (2022). Impacto de la expansión urbana sobre tierras productivas y sus repercusiones en la producción agrícola: Caso Cantón Mejía-Ecuador, período 2005-2015 [Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador]. <http://hdl.handle.net/10644/8621>

Santos, L., Valero, J., Picornell, M., & Martín-Benito, J. (2010). El riego y sus tecnologías. Centro Regional de Estudios del Agua de España. <https://www.researchgate.net/publication/272171215>

SENAGUA. (2009). Reforma de Resolución Administrativa N°524-A.

Shin, M., Campbell, J., & Burkhart, N. (2018). Essentials of Geographic Information Systems Version 2.1 (2nd ed.).

Softwel Pvt. Ltd. (n.d.). SW Maps – GIS & Data Collector. Retrieved September 12, 2025, from https://play.google.com/store/apps/details?id=np.com.softwel.swmaps&hl=es_CR&pli=1

Steduto, P. ., Faurès, J.-Marc., Hoogeveen, Jippe., Winpenny, J. T. ., & Burke, J. J. . (2012). Coping with water scarcity : an action framework for agriculture and food security. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Vallejo, M. (2024). Diseño hidráulico de un sistema de riego parcelario para el Proyecto Chambo Guano, Fase II, para la comunidad Chingazos Módulo 5, cantón Guano. <https://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/22899>

Zhou, T., Koomen, E., & Ke, X. (2020). Determinants of Farmland Abandonment on the Urban–Rural Fringe. *Environmental Management*, 65(3), 369–384. <https://doi.org/10.1007/s00267-020-01258-9>

Zurita, V., Mena, M., De Mora, L., & Álvarez, A. (2024). Herramienta para el levantamiento y actualización del catastro de consumidores.

Anexos

Anexo 1. Promedio multianual por mes de las variables climatológicas

Mes	Tmean °C	Tmax °C	Tmin °C	Humedad %	V. Viento m/s	Radiación MJ/m2*día	ETo mm/día
Enero	13.88	18.39	10.53	86.43	1.87	13.97	2.30
Febrero	14.00	18.26	10.93	87.44	1.81	12.81	2.16
Marzo	13.81	17.97	10.81	88.02	1.81	13.01	2.14
Abril	13.42	17.63	10.31	88.59	1.99	13.62	2.12
Mayo	12.94	17.30	9.70	88.90	2.14	13.42	2.01
Junio	11.78	16.22	8.45	88.60	2.57	13.03	1.88
Julio	11.48	16.17	8.01	87.39	2.79	13.01	1.92
Agosto	11.97	17.16	8.01	84.15	2.78	14.32	2.25
Septiembre	12.82	18.27	8.64	81.38	2.60	15.40	2.56
Octubre	13.82	18.93	10.02	82.76	1.97	15.66	2.59
Noviembre	14.29	19.14	10.82	83.71	1.56	15.82	2.57
Diciembre	14.00	18.64	10.60	85.63	1.81	14.38	2.35

Nota: Elaboración propia.

Anexo 2. Promedios mensuales de precipitación

Mes	Precipitación (mm)
Enero	100.84
Febrero	100.55
Marzo	124.20
Abril	120.80
Mayo	97.43
Junio	78.47
Julio	61.26
Agosto	50.12
Septiembre	47.41
Octubre	79.57
Noviembre	90.51
Diciembre	89.16

Nota: Elaboración propia.

Anexo 3. Precipitación total anual

Año	Precipitación (mm)
2010	621.69
2011	1151.43
2012	1266.91
2013	1148.57
2014	763.28
2015	1038.45
2016	1135.04
2017	1260.56
2018	1058.76
2019	1077.24
2020	858.64
2021	1160.65

Año	Precipitación (mm)
2022	952.06
2023	1072.91

Nota: Elaboración propia.

Anexo 4. *Cálculo de la precipitación efectiva mensual*

Mes	Kc Maíz
Enero	0.53
febrero	0.95
Marzo	1.15
Abril	1.15
Mayo	1.01
Junio	0.76
Julio	0.51
Agosto	0.00
Septiembre	0.00
Octubre	0.30
Noviembre	0.30
Diciembre	0.30

Nota: Elaboración propia.

Anexo 5. Coeficiente del cultivo (adimensional)

Mes	Promedio mensual de precipitación	Ip (75%)	Ppt (75%)	Pe (mm)
Enero	100.84	0.92	92.77	79.00
Febrero	100.55		92.51	78.82
Marzo	124.20		114.26	93.37
Abril	120.80		111.14	91.38
Mayo	97.43		89.64	76.78
Junio	78.47		72.19	63.85
Julio	61.26		56.36	51.27
Agosto	50.12		46.11	42.71
Septiembre	47.41		43.61	40.57
Octubre	79.57		73.20	64.63
Noviembre	90.51		83.27	72.18
Diciembre	89.16		82.03	71.26

Nota: Elaboración propia.

Anexo 6. Necesidades Netas del Pasto

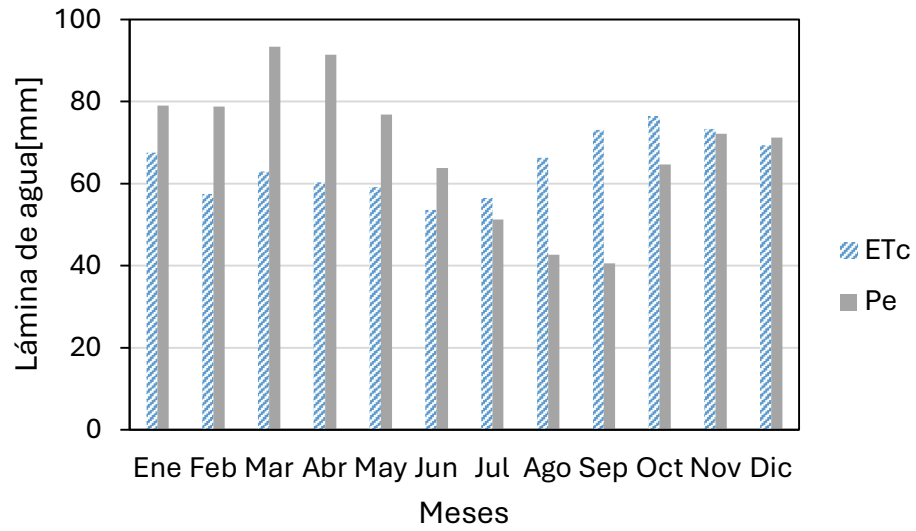
Variable	Abrev	Unidad	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Evapotranspiración Potencial	Eto	mm/mes	71.16	60.57	66.25	63.50	62.27	56.37
Kc del cultivo	Kc	mm/mes	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
Evapotranspiración del cultivo	Etc	mm/mes	67.60	57.54	62.94	60.33	59.16	53.55
Precipitación Confiable	P	mm/mes	100.84	100.55	124.20	120.80	97.43	78.47
Precipitación Efectiva	Pe	mm/mes	79.00	78.82	93.37	91.38	76.78	63.85
Necesidades Netas mensuales	Nn	mm/mes	-11.40	-21.27	-30.43	-31.05	-17.62	-10.30
Necesidades Netas diarias	Nn	mm/mes	-0.37	-0.76	-0.98	-1.04	-0.57	-0.34

Nota: Elaboración propia.

Anexo 7. Necesidades Netas del Pasto

Variable	Abrv	Unidades	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Evapotranspiración Potencial	Eto	mm/ mes	59.47	69.78	76.90	80.31	77.22	72.96
Kc del cultivo	Kc	mm/ mes	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
Evapotranspiración del cultivo	Etc	mm/ mes	56.50	66.29	73.06	76.29	73.36	69.31
Precipitación Confiable	P	mm/ mes	61.26	50.12	47.41	79.57	90.51	89.16
Precipitación Efectiva	Pe	mm/ mes	51.27	42.71	40.57	64.63	72.18	71.26
Necesidades Netas mensuales	Nn	mm/ mes	5.22	23.58	32.49	11.66	1.18	-1.95
Necesidades Netas diarias	Nn	mm/ mes	0.17	0.76	1.08	0.38	0.04	-0.06

Nota: Elaboración propia.



Anexo 8. Comparación entre evapotranspiración del cultivo (Etc) y precipitación efectiva por mes.

Nota: Elaboración propia.

Anexo 9. Necesidades netas del maíz de enero a junio

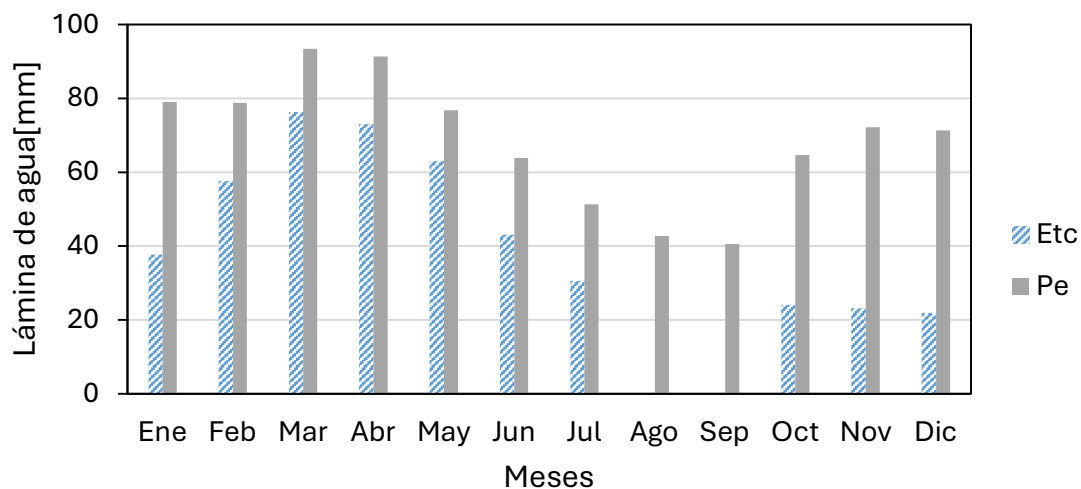
Nombre	Abrev.	Unidad	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Evapotranspiración Potencial	ETo	mm/mes	71.16	60.57	66.25	63.5	62.27	56.37
Kc del cultivo	Kc	-	0.53	0.95	1.15	1.15	1.01	0.76
Evapotranspiración del cultivo	ETc	mm/mes	37.71	57.64	76.19	73.01	62.98	43.0
Precipitación Confiable	P	mm/mes	100.84	100.55	124.2	120.8	97.43	78.47
Precipitación Efectiva	Pe	mm/mes	79.0	78.82	93.37	91.38	76.78	63.85
Necesidades Netas mensuales	Nn	mm/mes	-41.29	-21.17	-17.18	-18.37	-13.8	-20.85
Necesidades Netas diarias	Nn	mm/día	-1.33	-0.76	-0.55	-0.61	-0.45	-0.7

Nota: Elaboración propia.

Anexo 10. *Necesidades netas del maíz de julio a diciembre*

Nombre	Abrev.	Unidad	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Evapotranspiración Potencial	ETo	mm/mes	59.47	69.78	76.9	80.31	77.22	72.96
Kc del cultivo	Kc	-	0.51	0.0	0.0	0.3	0.3	0.3
Evapotranspiración del cultivo	ETc	Mm/mes	30.58	0.0	0.0	24.09	23.17	21.89
Precipitación Confiable	P	mm/mes	61.26	50.12	47.41	79.57	90.51	89.16
Precipitación Efectiva	Pe	mm/mes	51.27	42.71	40.57	64.63	72.18	71.26
Necesidades Netas mensuales	Nn	mm/mes	-20.7	-42.71	-40.57	-40.54	-49.01	-49.37
Necesidades Netas diarias	Nn	mm/día	-0.67	-1.38	-1.35	-1.31	-1.63	-1.59

Nota: Elaboración propia.



Anexo 11. Comparación entre evapotranspiración del cultivo (Etc) y precipitación efectiva por mes

Nota: Elaboración propia.

Anexo 12. Cálculo de los parámetros de riego y caudal de diseño

Nombre	Nomenclatura	Valor	Unidad
Tipo de suelo	Franco - Arcilloso
Densidad aparente del suelo	da	1.35	g/cm ³
Capacidad de campo	CC	27.00	(%)
Punto de marchitez permanente	PMP	13.00	(%)
Profundidad de la raíz	Pr	200.00	mm
Agua Utilizable	Au	37.80	mm
Déficit permisible de manejo	DPM	55.00	%
Lamina Neta de Riego	Ln	20.79	mm
Eficiencia del sistema de riego	Efr	50.00	%
Lamina Bruta de Riego	Lb	41.58	mm
Necesidades Netas Diarias	Nn	1.44	mm/día

Nombre	Nomenclatura	Valor	Unidad
Frecuencia de riego Máxima	fr	14	día
–Lámina neta ajustada	Ln aj	20.16	mm
Lámina bruta ajustada	Lb aj	40.32	mm
Infiltración básica del suelo	Ib	8.00	mm/h
Factor de reducción por pendiente	Fp	60.00	%
Tiempo de aplicación	ta	8.40	h
Área efectivamente regable	Ha	354.68	ha
Tiempo de operación del sistema	To	12.00	hora/día
Caudal de diseño	Qd	825.44	m ³ /h
Caudal de diseño	Qd	229.29	lts/s

Nota: Elaboración propia.

Anexo 13. Pedidos Bajo el Sistema de Riego Checa-Sidcay-Ricaurte

N°	COD_CATASTRA L	MODULO	ÁREA (ha)	N°	COD_CATASTRA L	MODULO	ÁREA (ha)	N°	COD_CATASTRA L	MODULO	ÁREA A (ha)
1	101660030242	SIDCAY	0.18	37 6	101620020279	MARIA AUXILIADOR A	0.03	750	101660230224	GRAN PODER	0.49
2	101660080357	SIDCAY	0.17	37 7	101620020101	MARIA AUXILIADOR A	0.23	751	101660230318	GRAN PODER	0.21
3	101660160299	SIDCAY	0.17	37 8	101620020324	MARIA AUXILIADOR A	0.20	752	101660130181	GRAN PODER	0.15
4	101660070079	SIDCAY	0.24	37 9	101620020122	MARIA AUXILIADOR A	13.0 0	753	101620080030	GRAN PODER	0.36
5	101660070021	SIDCAY	0.12	38 0	101620020157	MARIA AUXILIADOR A	1.09	754	101660230369	GRAN PODER	0.02
6	101660070001	SIDCAY	0.04	38 1	101620010273	MARIA AUXILIADOR A	0.15	755	101660230386	GRAN PODER	0.24
7	101660080288	SIDCAY	1.08	38 2	101620010009	MARIA AUXILIADOR A	0.88	756	101660230400	GRAN PODER	0.07
8	101660080274	SIDCAY	0.19	38 3	101620020056	MARIA AUXILIADOR A	0.02	757	101660230304	GRAN PODER	0.45
9	101660090276	SIDCAY	0.30	38 4	101620020048	MARIA AUXILIADOR A	0.42	758	101660230306	GRAN PODER	0.29
10	101660090271	SIDCAY	0.39	38 5	101620010005	MARIA AUXILIADOR A	0.34	759	101660230367	GRAN PODER	0.06

N°	COD_CATASTRA L	MODULO	ÁREA (ha)	N°	COD_CATASTRA L	MODULO	ÁREA (ha)	N°	COD_CATASTRA L	MODULO	ÁREA A (ha)
11	101660200036	SIDCAY	0.04	38 6	101620020051	MARIA AUXILIADOR A	0.05	760	101660230379	GRAN PODER	0.07
12	101660200035	SIDCAY	0.04	38 7	101620020325	MARIA AUXILIADOR A	0.24	761	101660230391	GRAN PODER	0.49
13	101660090255	SIDCAY	0.04	38 8	101620020018	MARIA AUXILIADOR A	0.02	762	101620080037	GRAN PODER	0.21
14	101660160006	SIDCAY	0.41	38 9	101620010130	MARIA AUXILIADOR A	0.10	763	101660230362	GRAN PODER	0.07
15	101660160021	SIDCAY	0.78	39 0	101620020049	MARIA AUXILIADOR A	0.58	764	101660131007	GRAN PODER	0.49
16	101660080248	SIDCAY	0.44	39 1	101620020005	MARIA AUXILIADOR A	0.04	765	101620080069	GRAN PODER	0.12
17	101660080239	SIDCAY	0.19	39 2	101620010108	MARIA AUXILIADOR A	0.07	766	101660230402	GRAN PODER	0.06
18	101660070003	SIDCAY	0.09	39 3	101620020165	MARIA AUXILIADOR A	0.15	767	101660230385	GRAN PODER	0.10
19	101660070002	SIDCAY	0.03	39 4	101620020040	MARIA AUXILIADOR A	0.24	768	101620080066	GRAN PODER	0.35
20	101660080245	SIDCAY	0.53	39 5	101620010109	MARIA AUXILIADOR A	0.07	769	101660130174	GRAN PODER	0.25
21	101660200104	SIDCAY	0.55	39 6	101620020274	MARIA AUXILIADOR A	0.09	770	101660130028	GRAN PODER	0.19

N°	COD_CATASTRA L	MODULO	ÁREA (ha)	N°	COD_CATASTRA L	MODULO	ÁREA (ha)	N°	COD_CATASTRA L	MODULO	ÁREA (ha)
22	101660090251	SIDCAY	0.02	39 7	101620010218	MARIA AUXILIADOR A	4.85	771	101660230255	GRAN PODER	0.13
23	101660090253	SIDCAY	0.03	39 8	101620020004	MARIA AUXILIADOR A	0.04	772	101620060060	GRAN PODER	0.35
24	101660070018	SIDCAY	0.36	39 9	101620020042	MARIA AUXILIADOR A	0.24	773	101660130068	GRAN PODER	0.15
25	101660070040	SIDCAY	0.29	40 0	101620020256	MARIA AUXILIADOR A	0.13	774	101620080131	GRAN PODER	0.13
26	101660090239	SIDCAY	0.23	40 1	101620020322	MARIA AUXILIADOR A	0.11	775	101660230382	GRAN PODER	0.14
27	101660090235	SIDCAY	0.26	40 2	101620020052	MARIA AUXILIADOR A	0.03	776	101660230301	GRAN PODER	0.22
28	101660200057	SIDCAY	0.60	40 3	101620020070	MARIA AUXILIADOR A	0.03	777	101620080150	GRAN PODER	0.31
29	101660070051	SIDCAY	0.17	40 4	101620020326	MARIA AUXILIADOR A	0.09	778	101660230265	GRAN PODER	0.42
30	101660090250	SIDCAY	0.65	40 5	101620010014	MARIA AUXILIADOR A	0.25	779	101660230265	GRAN PODER	0.18
31	101660160024	SIDCAY	0.39	40 6	101620020116	MARIA AUXILIADOR A	0.15	780	101660131018	GRAN PODER	0.32
32	101660080226	SIDCAY	0.28	40 7	101620020217	MARIA AUXILIADOR A	0.39	781	101660230462	GRAN PODER	0.28

N°	COD_CATASTRA L	MODULO	ÁREA (ha)	N°	COD_CATASTRA L	MODULO	ÁREA (ha)	N°	COD_CATASTRA L	MODULO	ÁREA A (ha)
33	101660080052	SIDCAY	0.38	40 8	101620020149	MARIA AUXILIADOR A	0.51	782	101660230373	GRAN PODER	0.32
34	101660080271	SIDCAY	0.26	40 9	101620010274	MARIA AUXILIADOR A	0.08	783	101660230296	GRAN PODER	0.51
35	101660200108	SIDCAY	0.23	41 0	101620020141	MARIA AUXILIADOR A	0.06	784	101620060059	GRAN PODER	0.41
36	101660200230	SIDCAY	5.31	41 1	101620020129	MARIA AUXILIADOR A	0.07	785	101620080178	GRAN PODER	0.45
37	101660190275	SIDCAY	0.29	41 2	101620020127	MARIA AUXILIADOR A	0.09	786	101620080001	GRAN PODER	0.28
38	101660090234	SIDCAY	0.15	41 3	101620010011	MARIA AUXILIADOR A	0.43	787	101660230393	GRAN PODER	0.36
39	101660090254	SIDCAY	0.03	41 4	101620020057	MARIA AUXILIADOR A	0.03	788	101620080043	GRAN PODER	0.22
40	101660160033	SIDCAY	0.11	41 5	101620020037	MARIA AUXILIADOR A	0.24	789	101660230382	GRAN PODER	0.13
41	101660030339	SIDCAY	0.77	41 6	101620020019	MARIA AUXILIADOR A	0.18	790		GRAN PODER	0.15
42		SIDCAY	0.25	41 7	101620020086	MARIA AUXILIADOR A	0.36	791		GRAN PODER	0.05
43		SIDCAY	0.07	41 8	101620010012	MARIA AUXILIADOR A	0.18	792		GRAN PODER	0.49

N°	COD_CATASTRA L	MODULO	ÁREA (ha)	N°	COD_CATASTRA L	MODULO	ÁREA (ha)	N°	COD_CATASTRA L	MODULO	ÁREA (ha)
44		SIDCAY	0.04	41 9	101620010018	MARIA AUXILIADOR A	0.22	793		GRAN PODER	0.03
45		SIDCAY	0.07	42 0	101620020036	MARIA AUXILIADOR A	0.45	794		GRAN PODER	0.09
46	101660080288	SIDCAY	0.23	42 1	101620020139	MARIA AUXILIADOR A	0.05	795		GRAN PODER	0.17
47		SIDCAY	0.29	42 2	101620020259	MARIA AUXILIADOR A	0.30	796	101620240013	EL QUINCHE	0.09
48	101660080052	SIDCAY	0.09	42 3	101620020096	MARIA AUXILIADOR A	0.23	797	101620240048	EL QUINCHE	0.06
49	101660080052	SIDCAY	0.09	42 4	101620050294	MARIA AUXILIADOR A	0.04	798	101620240031	EL QUINCHE	0.20
50		SIDCAY	0.17	42 5	101620010240	MARIA AUXILIADOR A	0.54	799	101620240110	EL QUINCHE	0.09
51		SIDCAY	0.39	42 6	101660170377	MANGAN	0.11	800	101620240217	EL QUINCHE	0.23
52		SIDCAY	0.17	42 7	101660190026	MANGAN	0.54	801	101620240228	EL QUINCHE	0.05
53	101620190291	SANTA MARIA	0.42	42 8	101660210256	MANGAN	0.51	802	101620240050	EL QUINCHE	0.17
54	101620180443	SANTA MARIA	0.15	42 9	101660210217	MANGAN	0.52	803	101620240014	EL QUINCHE	0.08
55	101620180321	SANTA MARIA	0.10	43 0	101620020231	MANGAN	0.16	804	101620240053	EL QUINCHE	0.04
56	101620180022	SANTA MARIA	0.44	43 1	101660190032	MANGAN	0.29	805	101620240003	EL QUINCHE	0.29
57	101620180127	SANTA MARIA	0.06	43 2	101660210127	MANGAN	0.27	806	101620240001	EL QUINCHE	0.06

N°	COD_CATASTRA L	MODULO	ÁREA (ha)	N°	COD_CATASTRA L	MODULO	ÁREA (ha)	N°	COD_CATASTRA L	MODULO	ÁREA A (ha)
58	101620180128	SANTA MARIA	0.15	43 3	101660210232	MANGAN	0.58	807	101620240102	EL QUINCHE	0.35
59	101620180206	SANTA MARIA	0.33	43 4	101560010265	MANGAN	1.03	808	101620240253	EL QUINCHE	0.51
60	101620180208	SANTA MARIA	0.21	43 5	101660220386	MANGAN	0.04	809	101620240060	EL QUINCHE	2.41
61	101620180300	SANTA MARIA	0.21	43 6	101660220230	MANGAN	0.04	810	101620240353	EL QUINCHE	2.91
62	101620180316	SANTA MARIA	0.07	43 7	101660210105	MANGAN	0.30	811	101620240036	EL QUINCHE	0.06
63	101620190094	SANTA MARIA	0.07	43 8	101660210174	MANGAN	0.26	812	101620240044	EL QUINCHE	0.27
64	101620180422	SANTA MARIA	0.02	43 9	101660190059	MANGAN	0.23	813	101620240235	EL QUINCHE	0.26
65	101620180066	SANTA MARIA	0.13	44 0	101660190331	MANGAN	0.05	814	101620240109	EL QUINCHE	0.09
66	101620060240	SANTA MARIA	0.16	44 1	101660220213	MANGAN	0.21	815	101620240219	EL QUINCHE	0.12
67	101620050546	SANTA MARIA	0.02	44 2	101660170061	MANGAN	0.13	816	101620240221	EL QUINCHE	0.14
68	101620170114	SANTA MARIA	0.41	44 3	101660220005	MANGAN	0.10	817	101620240351	EL QUINCHE	0.66
69	101620170112	SANTA MARIA	0.28	44 4	101660170014	MANGAN	0.66	818	101620240009	EL QUINCHE	0.08
70	101620170115	SANTA MARIA	0.03	44 5	101660220003	MANGAN	0.08	819	101620240095	EL QUINCHE	0.12
71	101620170099	SANTA MARIA	0.25	44 6	101660190049	MANGAN	0.36	820	101620240302	EL QUINCHE	0.12
72	101620170108	SANTA MARIA	0.11	44 7	101660190043	MANGAN	0.25	821	101620240052	EL QUINCHE	0.11
73	101620170271	SANTA MARIA	0.08	44 8	101660210252	MANGAN	0.51	822	101620240354	EL QUINCHE	0.06
74	101620180320	SANTA MARIA	0.05	44 9	101660190060	MANGAN	0.50	823	101620240049	EL QUINCHE	0.07

N°	COD_CATASTRA L	MODULO	ÁREA (ha)	N°	COD_CATASTRA L	MODULO	ÁREA (ha)	N°	COD_CATASTRA L	MODULO	ÁREA A (ha)
75	101620170107	SANTA MARIA	0.21	45 0	101660210122	MANGAN	1.56	824	101620240010	EL QUINCHE	0.09
76	101620170404	SANTA MARIA	0.32	45 1	101660210126	MANGAN	0.08	825	101620240019	EL QUINCHE	0.07
77	101620170117	SANTA MARIA	0.02	45 2	101660210098	MANGAN	0.34	826	101620240057	EL QUINCHE	0.08
78	101620180228	SANTA MARIA	0.14	45 3	101660170034	MANGAN	0.27	827	101620240027	EL QUINCHE	0.04
79	101620180216	SANTA MARIA	0.06	45 4	101660220004	MANGAN	0.10	828	101620240054	EL QUINCHE	0.06
80	101620180055	SANTA MARIA	0.04	45 5	101660210147	MANGAN	0.23	829	101620240226	EL QUINCHE	0.03
81	101620180034	SANTA MARIA	0.34	45 6	101660170255	MANGAN	0.15	830	101620240215	EL QUINCHE	0.12
82	101620180033	SANTA MARIA	0.35	45 7	101560010261	MANGAN	0.16	831	101620240024	EL QUINCHE	0.47
83	101620180076	SANTA MARIA	0.10	45 8	101660210214	MANGAN	0.51	832	101620240245	EL QUINCHE	0.10
84	101620180129	SANTA MARIA	0.26	45 9	101660210129	MANGAN	0.16	833	101620240243	EL QUINCHE	0.07
85	101620180199	SANTA MARIA	0.23	46 0	101660220233	MANGAN	0.10	834	101620240272	EL QUINCHE	0.33
86		SANTA MARIA	0.06	46 1	101660220387	MANGAN	0.07	835	101620240301	EL QUINCHE	0.31
87	101620180223	SANTA MARIA	0.47	46 2	101660210130	MANGAN	0.13	836	101620240069	EL QUINCHE	1.99
88	101620180291	SANTA MARIA	0.08	46 3	101660170044	MANGAN	0.07	837	101620240059	EL QUINCHE	0.54
89	101620180293	SANTA MARIA	0.07	46 4	101660210279	MANGAN	0.63	838	101620240073	EL QUINCHE	0.13
90	101620180294	SANTA MARIA	0.08	46 5	101660190306	MANGAN	0.91	839	101620240043	EL QUINCHE	0.06
91	101620180319	SANTA MARIA	0.01	46 6	101660210230	MANGAN	0.58	840	101620240216	EL QUINCHE	1.73

Nº	COD_CATASTRA L	MODULO	ÁREA (ha)	Nº	COD_CATASTRA L	MODULO	ÁREA (ha)	Nº	COD_CATASTRA L	MODULO	ÁREA A (ha)
92	101620180003	SANTA MARIA	0.64	46 7	101660220075	MANGAN	0.17	841	101620240214	EL QUINCHE	0.25
93	101620180411	SANTA MARIA	0.04	46 8	101660220014	MANGAN	0.16	842	101620240282	EL QUINCHE	0.09
94	101620180065	SANTA MARIA	0.12	46 9	101660220201	MANGAN	0.20	843	101620240333	EL QUINCHE	0.19
95	101620180032	SANTA MARIA	0.37	47 0	101660220439	MANGAN	0.34	844	101620240223	EL QUINCHE	0.50
96	101620190280	SANTA MARIA	0.07	47 1	101660220028	MANGAN	0.19	845	101620240072	EL QUINCHE	0.13
97	101620170272	SANTA MARIA	0.07	47 2	101660210228	MANGAN	0.51	846	101620240002	EL QUINCHE	0.37
98	101620170110	SANTA MARIA	0.43	47 3	101660220203	MANGAN	0.24	847	101620240098	EL QUINCHE	0.09
99	101620180432	SANTA MARIA	0.02	47 4	101560010261	MANGAN	0.15	848	101620240269	EL QUINCHE	0.01
10 0	101620180005	SANTA MARIA	0.10	47 5	101660170266	MANGAN	0.55	849	101620240253	EL QUINCHE	0.11
10 1	101620180031	SANTA MARIA	0.01	47 6	101660170294	MANGAN	0.16	850	101620240253	EL QUINCHE	0.02
10 2	101620180073	SANTA MARIA	0.10	47 7	101660210241	MANGAN	1.27	851	101620240057	EL QUINCHE	0.03
10 3	101620180074	SANTA MARIA	0.09	47 8	101560070260	LOURDES	0.09	852	101620240226	EL QUINCHE	0.02
10 4	101620180077	SANTA MARIA	0.37	47 9	101560070272	LOURDES	0.11	853	101620240243	EL QUINCHE	0.06
10 5	101620180126	SANTA MARIA	0.11	48 0	101560070435	LOURDES	0.14	854	101620240305	EL QUINCHE	0.29
10 6	101620180200	SANTA MARIA	0.22	48 1	101560070501	LOURDES	0.17	855	101620250056	EL CISNE	0.17
10 7	101620180299	SANTA MARIA	0.15	48 2	101560070245	LOURDES	0.06	856	101620290160	EL CISNE	0.31
10 8	101620180397	SANTA MARIA	1.58	48 3	101560060139	LOURDES	0.22	857	101620290684	EL CISNE	0.16

Nº	COD_CATASTRA L	MODULO	ÁREA (ha)	Nº	COD_CATASTRA L	MODULO	ÁREA (ha)	Nº	COD_CATASTRA L	MODULO	ÁREA (ha)
10	101620180130	SANTA	0.17	48	101560070431	LOURDES	0.64	858	101620290082	EL CISNE	0.03
9		MARIA		4							
11	101620180226	SANTA	0.19	48	101560070239	LOURDES	0.18	859	101620290087	EL CISNE	0.29
0		MARIA		5							
11	101620170101	SANTA	0.01	48	101560060104	LOURDES	0.31	860	101620250016	EL CISNE	0.05
1		MARIA		6							
11	101620170105	SANTA	0.03	48	101560060102	LOURDES	1.50	861	101620290106	EL CISNE	0.31
2		MARIA		7							
11	101620180290	SANTA	0.12	48	101560070273	LOURDES	8.59	862	101620290532	EL CISNE	0.30
3		MARIA		8							
11	101620060233	SANTA	0.14	48	101560070412	LOURDES	0.07	863	101620290538	EL CISNE	0.35
4		MARIA		9							
11	101620170023	SANTA	0.60	49	101560070250	LOURDES	0.30	864	101620250202	EL CISNE	0.05
5		MARIA		0							
11	101620050117	SANTA	0.05	49	101560070459	LOURDES	1.47	865	101620290554	EL CISNE	0.34
6		MARIA		1							
11	101620170096	SANTA	0.07	49	101560070221	LOURDES	0.11	866	101620250036	EL CISNE	0.09
7		MARIA		2							
11	101620170116	SANTA	0.03	49	101560070219	LOURDES	0.24	867	101620290541	EL CISNE	0.16
8		MARIA		3							
11	101620170134	SANTA	0.12	49	101560070406	LOURDES	0.15	868	101620290688	EL CISNE	0.36
9		MARIA		4							
12	101620170141	SANTA	0.08	49	101560070237	LOURDES	0.12	869	101620290109	EL CISNE	0.08
0		MARIA		5							
12	101620170279	SANTA	0.02	49	101560070220	LOURDES	0.23	870	101620250023	EL CISNE	0.07
1		MARIA		6							
12	101620170322	SANTA	0.30	49	101560070293	LOURDES	0.17	871	101620250018	EL CISNE	0.07
2		MARIA		7							
12	101620180284	SANTA	0.06	49	101560060100	LOURDES	0.64	872	101620250035	EL CISNE	0.03
3		MARIA		8							
12	101620180322	SANTA	0.38	49	101620200063	LOURDES	0.22	873	101620250152	EL CISNE	0.27
4		MARIA		9							
12	101620180314	SANTA	0.27	50	101560070227	LOURDES	0.47	874	101620250173	EL CISNE	0.11
5		MARIA		0							

Nº	COD_CATASTRA L	MODULO	ÁREA (ha)	Nº	COD_CATASTRA L	MODULO	ÁREA (ha)	Nº	COD_CATASTRA L	MODULO	ÁREA (ha)
12	101620170282	SANTA	0.15	50	101560070229	LOURDES	0.07	875	101620250081	EL CISNE	0.31
6		MARIA		1							
12	101620170421	SANTA	0.17	50	101560070402	LOURDES	0.30	876	101620290620	EL CISNE	0.12
7		MARIA		2							
12	101620180230	SANTA	0.25	50	101560070435	LOURDES	0.07	877	101620250223	EL CISNE	0.09
8		MARIA		3							
12	101620170145	SANTA	0.02	50	101620060044	LA	0.11	878	101620290098	EL CISNE	0.06
9		MARIA		4		DOLOROSA					
13	101620180036	SANTA	0.61	50	101620060006	LA	0.11	879	101620250172	EL CISNE	0.21
0		MARIA		5		DOLOROSA					
13	101620180402	SANTA	0.26	50	101620050018	LA	0.25	880	101620290163	EL CISNE	0.25
1		MARIA		6		DOLOROSA					
13	101620180382	SANTA	0.06	50	101620050233	LA	0.10	881	101620290529	EL CISNE	0.37
2		MARIA		7		DOLOROSA					
13	101620180225	SANTA	0.31	50	101620050551	LA	8.82	882	101620290553	EL CISNE	0.44
3		MARIA		8		DOLOROSA					
13	101620190093	SANTA	0.64	50	101620040076	LA	0.88	883	101620250191	EL CISNE	0.30
4		MARIA		9		DOLOROSA					
13	101620180056	SANTA	0.06	51	101620010097	LA	0.04	884	101620250198	EL CISNE	0.06
5		MARIA		0		DOLOROSA					
13	101620180301	SANTA	0.13	51	101620010123	LA	0.17	885	101620250013	EL CISNE	0.10
6		MARIA		1		DOLOROSA					
13	101620180203	SANTA	0.67	51	101620050309	LA	0.29	886	101620290165	EL CISNE	0.15
7		MARIA		2		DOLOROSA					
13	101620180215	SANTA	0.22	51	101620050380	LA	0.32	887	101620260097	EL CISNE	2.59
8		MARIA		3		DOLOROSA					
13	101620180103	SANTA	0.03	51	101620030231	LA	0.10	888	101620290074	EL CISNE	0.16
9		MARIA		4		DOLOROSA					
14	101620190077	SANTA	0.29	51	101620050381	LA	0.34	889	101620290077	EL CISNE	0.63
0		MARIA		5		DOLOROSA					
14		SANTA	20.9	51	101620030233	LA	0.29	890	101620250152	EL CISNE	0.15
1		MARIA	6	6		DOLOROSA					
14	101620170136	SANTA	0.14	51	101620050553	LA	0.48	891	101620210075	EL	0.14
2		MARIA		7		DOLOROSA				ARENAL	

N°	COD_CATASTRA L	MODULO	ÁREA (ha)	N°	COD_CATASTRA L	MODULO	ÁREA (ha)	N°	COD_CATASTRA L	MODULO	ÁREA A (ha)
14	101560060395	SAN PEDRO	2.96	51	101620030374	LA	2.56	892	101620220334	EL	0.22
3				8		DOLOROSA				ARENAL	
14	101560060375	SAN PEDRO	0.02	51	101620050208	LA	0.09	893	101620210071	EL	0.07
4				9		DOLOROSA				ARENAL	
14	101560060002	SAN PEDRO	0.16	52	101620060036	LA	0.37	894	101620200023	EL	0.03
5				0		DOLOROSA				ARENAL	
14	101560060026	SAN PEDRO	0.67	52	101620060057	LA	0.14	895	101620200117	EL	0.26
6				1		DOLOROSA				ARENAL	
14	101560060239	SAN PEDRO	0.63	52	101620060058	LA	0.06	896	101620210143	EL	0.04
7				2		DOLOROSA				ARENAL	
14	101560060007	SAN PEDRO	0.29	52	101620060062	LA	0.23	897	101620210157	EL	0.45
8				3		DOLOROSA				ARENAL	
14	101560060232	SAN PEDRO	0.23	52	101620060049	LA	0.13	898	101620200111	EL	0.25
9				4		DOLOROSA				ARENAL	
15		SAN PEDRO	1.92	52	101620050204	LA	0.05	899	101620220022	EL	0.08
0				5		DOLOROSA				ARENAL	
15	101560060024	SAN PEDRO	0.23	52	101620060045	LA	0.12	900	101620220470	EL	0.08
1				6		DOLOROSA				ARENAL	
15	101560060024	SAN PEDRO	0.29	52	101620060053	LA	0.33	901	101620210126	EL	0.05
2				7		DOLOROSA				ARENAL	
15		SAN PEDRO	0.03	52	101620050127	LA	0.06	902	101620200021	EL	0.34
3				8		DOLOROSA				ARENAL	
15		SAN PEDRO	1.08	52	101620060097	LA	2.29	903	101620200169	EL	0.08
4				9		DOLOROSA				ARENAL	
15		SAN PEDRO	0.66	53	101620010096	LA	0.18	904	101620200165	EL	0.25
5				0		DOLOROSA				ARENAL	
15		SAN PEDRO	0.27	53	101620010038	LA	0.11	905	101620200185	EL	0.09
6				1		DOLOROSA				ARENAL	
15		SAN PEDRO	0.11	53	101620010053	LA	0.22	906	101620210115	EL	0.73
7				2		DOLOROSA				ARENAL	
15		SAN PEDRO	0.40	53	101620010052	LA	0.04	907	101620220006	EL	0.06
8				3		DOLOROSA				ARENAL	
15		SAN PEDRO	0.22	53	101620010051	LA	0.25	908	101620220023	EL	0.05
9				4		DOLOROSA				ARENAL	

N°	COD_CATASTRA L	MODULO	ÁREA (ha)	N°	COD_CATASTRA L	MODULO	ÁREA (ha)	N°	COD_CATASTRA L	MODULO	ÁREA (ha)
16		SAN PEDRO	0.56	53	101620050336	LA	0.12	909	101620210070	EL	0.06
0				5		DOLOROSA				ARENAL	
16		SAN PEDRO	0.55	53	101620050045	LA	0.34	910	101620210073	EL	0.09
1				6		DOLOROSA				ARENAL	
16		SAN PEDRO	0.71	53	101620050335	LA	0.08	911	101620210074	EL	0.12
2				7		DOLOROSA				ARENAL	
16		SAN PEDRO	3.72	53	101620050340	LA	0.09	912	101620200118	EL	0.16
3				8		DOLOROSA				ARENAL	
16		SAN PEDRO	1.37	53	101620050344	LA	0.17	913	101620200124	EL	0.78
4				9		DOLOROSA				ARENAL	
16	101620070036	SAN MIGUEL	0.09	54	101620050121	LA	0.04	914	101620200186	EL	0.23
5				0		DOLOROSA				ARENAL	
16	101620070181	SAN MIGUEL	0.06	54	101620010126	LA	0.53	915	101620200149	EL	0.24
6				1		DOLOROSA				ARENAL	
16	101620070147	SAN MIGUEL	0.04	54	101620030227	LA	0.14	916	101620210177	EL	0.30
7				2		DOLOROSA				ARENAL	
16	101620070417	SAN MIGUEL	0.04	54	101620010166	LA	0.28	917	101620210128	EL	0.55
8				3		DOLOROSA				ARENAL	
16	101620060151	SAN MIGUEL	0.22	54	101620050068	LA	2.52	918	101620200195	EL	1.41
9				4		DOLOROSA				ARENAL	
17	101620070077	SAN MIGUEL	0.05	54	101620050085	LA	0.98	919	101620220016	EL	0.05
0				5		DOLOROSA				ARENAL	
17	101620060105	SAN MIGUEL	0.05	54	101620050330	LA	0.07	920	101620210067	EL	0.06
1				6		DOLOROSA				ARENAL	
17	101620070015	SAN MIGUEL	0.33	54	101620050394	LA	0.25	921	101620210072	EL	0.08
2				7		DOLOROSA				ARENAL	
17	101620070418	SAN MIGUEL	0.12	54	101620030269	LA	0.08	922	101620210175	EL	0.04
3				8		DOLOROSA				ARENAL	
17	101620070052	SAN MIGUEL	0.11	54	101620060007	LA	0.09	923	101620200028	EL	0.15
4				9		DOLOROSA				ARENAL	
17	101620070055	SAN MIGUEL	0.08	55	101620030257	LA	0.07	924	101620220039	EL	0.21
5				0		DOLOROSA				ARENAL	
17	101620070064	SAN MIGUEL	0.41	55	101620030265	LA	0.36	925	101620210153	EL	0.05
6				1		DOLOROSA				ARENAL	

N°	COD_CATASTRA L	MODULO	ÁREA (ha)	N°	COD_CATASTRA L	MODULO	ÁREA (ha)	N°	COD_CATASTRA L	MODULO	ÁREA (ha)
17	101620070092	SAN MIGUEL	0.13	55	101620050446	LA	0.34	926	101620200184	EL	0.11
7				2		DOLOROSA				ARENAL	
17	101620070005	SAN MIGUEL	0.16	55	101620050318	LA	0.29	927	101620210052	EL	0.09
8				3		DOLOROSA				ARENAL	
17	101620070002	SAN MIGUEL	0.06	55	101620050445	LA	0.19	928	101620220303	EL	0.08
9				4		DOLOROSA				ARENAL	
18	101620070081	SAN MIGUEL	0.05	55	101620050205	LA	0.04	929	101620210136	CORAZON	1.10
0				5		DOLOROSA				DE JESUS	
18	101620060067	SAN MIGUEL	0.12	55	101620030271	LA	0.19	930	101620220211	CORAZON	0.35
1				6		DOLOROSA				DE JESUS	
18	101620060075	SAN MIGUEL	0.23	55	101620030315	LA	0.50	931	101620220401	CORAZON	0.06
2				7		DOLOROSA				DE JESUS	
18	101620060104	SAN MIGUEL	0.03	55	101620010252	LA	0.15	932	101620210212	CORAZON	0.23
3				8		DOLOROSA				DE JESUS	
18	101620060140	SAN MIGUEL	0.04	55	101620010095	LA	0.31	933	101620210141	CORAZON	0.11
4				9		DOLOROSA				DE JESUS	
18	101620060153	SAN MIGUEL	0.23	56	101620010094	LA	0.09	934	101620220314	CORAZON	0.07
5				0		DOLOROSA				DE JESUS	
18	101620070019	SAN MIGUEL	0.04	56	101620080035	LA	0.15	935	101620230094	CORAZON	0.08
6				1		DOLOROSA				DE JESUS	
18	101620070037	SAN MIGUEL	0.38	56	101620060196	LA	17.7	936	101620230074	CORAZON	0.05
7				2		DOLOROSA	0			DE JESUS	
18	101620070057	SAN MIGUEL	0.04	56	101620010044	LA	0.14	937	101620200126	CORAZON	0.18
8				3		DOLOROSA				DE JESUS	
18	101620070059	SAN MIGUEL	0.26	56	101620010057	LA	0.35	938	101620220212	CORAZON	0.26
9				4		DOLOROSA				DE JESUS	
19	101620070061	SAN MIGUEL	0.52	56	101620010247	LA	0.26	939	101620230072	CORAZON	0.06
0				5		DOLOROSA				DE JESUS	
19	101620070073	SAN MIGUEL	0.13	56	101620030234	LA	0.17	940	101620200152	CORAZON	0.11
1				6		DOLOROSA				DE JESUS	
19	101620070076	SAN MIGUEL	0.12	56	101620050119	LA	0.06	941	101620210134	CORAZON	0.38
2				7		DOLOROSA				DE JESUS	
19	101620070085	SAN MIGUEL	0.13	56	101620030173	LA	3.90	942	101620210181	CORAZON	0.11
3				8		DOLOROSA				DE JESUS	

N°	COD_CATASTRA L	MODULO	ÁREA (ha)	N°	COD_CATASTRA L	MODULO	ÁREA (ha)	N°	COD_CATASTRA L	MODULO	ÁREA (ha)
19	101620060077	SAN MIGUEL	0.58	56	101620030376	LA	2.74	943	101620230071	CORAZON	0.06
4				9		DOLOROSA				DE JESUS	
19	101620070035	SAN MIGUEL	0.23	57	101620040062	LA	0.17	944	101620230073	CORAZON	0.09
5				0		DOLOROSA				DE JESUS	
19	101620070001	SAN MIGUEL	0.21	57	101620050278	LA	0.67	945	101620210152	CORAZON	0.06
6				1		DOLOROSA				DE JESUS	
19	101620070043	SAN MIGUEL	0.26	57	101620060046	LA	0.12	946	101620210135	CORAZON	0.01
7				2		DOLOROSA				DE JESUS	
19	101620070047	SAN MIGUEL	0.26	57	101620060051	LA	0.28	947	101620210180	CORAZON	0.32
8				3		DOLOROSA				DE JESUS	
19	101620060303	SAN MIGUEL	0.53	57	101620050029	LA	0.12	948	101620230082	CORAZON	0.26
9				4		DOLOROSA				DE JESUS	
20	101620060078	SAN MIGUEL	0.49	57	101620060048	LA	0.15	949	101620210142	CORAZON	0.08
0				5		DOLOROSA				DE JESUS	
20	101620060107	SAN MIGUEL	0.22	57	101620060047	LA	0.11	950	101620230076	CORAZON	1.66
1				6		DOLOROSA				DE JESUS	
20	101620070033	SAN MIGUEL	0.04	57	101620060050	LA	0.47	951	101620220449	CORAZON	0.06
2				7		DOLOROSA				DE JESUS	
20	101620060103	SAN MIGUEL	0.03	57	101620060215	LA	0.27	952	101620200128	CORAZON	0.04
3				8		DOLOROSA				DE JESUS	
20	101620070386	SAN MIGUEL	0.19	57	101620050103	LA	0.95	953	101620200182	CORAZON	0.08
4				9		DOLOROSA				DE JESUS	
20	101620070067	SAN MIGUEL	0.15	58	101620050473	LA	0.48	954	101620210140	CORAZON	0.06
5				0		DOLOROSA				DE JESUS	
20	101620070510	SAN MIGUEL	0.28	58	101620010045	LA	0.29	955	101620220414	CORAZON	0.14
6				1		DOLOROSA				DE JESUS	
20	101620070039	SAN MIGUEL	0.35	58	101620010037	LA	0.88	956	101620230003	CORAZON	0.14
7				2		DOLOROSA				DE JESUS	
20	101620070045	SAN MIGUEL	0.15	58	101620010076	LA	0.22	957	101620200105	CORAZON	0.11
8				3		DOLOROSA				DE JESUS	
20	101620070058	SAN MIGUEL	0.15	58	101620010050	LA	0.27	958	101620210139	CORAZON	0.18
9				4		DOLOROSA				DE JESUS	
21	101620070065	SAN MIGUEL	0.12	58	101620050249	LA	0.06	959	101620230086	CORAZON	0.06
0				5		DOLOROSA				DE JESUS	

N°	COD_CATASTRA L	MODULO	ÁREA (ha)	N°	COD_CATASTRA L	MODULO	ÁREA (ha)	N°	COD_CATASTRA L	MODULO	ÁREA (ha)
21	101620060125	SAN MIGUEL	0.15	58	101620050008	LA	0.12	960	101620230150	CORAZON	0.10
1				6		DOLOROSA				DE JESUS	
21	101620070003	SAN MIGUEL	0.06	58	101620050042	LA	0.11	961	101620230090	CORAZON	0.19
2				7		DOLOROSA				DE JESUS	
21	101620070086	SAN MIGUEL	0.05	58	101620050248	LA	0.07	962	101620220290	CORAZON	0.17
3				8		DOLOROSA				DE JESUS	
21	101620060076	SAN MIGUEL	0.52	58	101620050254	LA	0.16	963	101620220291	CORAZON	0.18
4				9		DOLOROSA				DE JESUS	
21	101620060141	SAN MIGUEL	0.04	59	101620050257	LA	0.27	964	101620210178	CORAZON	0.55
5				0		DOLOROSA				DE JESUS	
21	101620060137	SAN MIGUEL	0.05	59	101620050086	LA	0.07	965	101620210137	CORAZON	0.16
6				1		DOLOROSA				DE JESUS	
21	101620060154	SAN MIGUEL	0.23	59	101620050373	LA	0.27	966	101620230005	CORAZON	0.20
7				2		DOLOROSA				DE JESUS	
21	101620070004	SAN MIGUEL	0.06	59	101620050089	LA	0.21	967	101540070436	CHECA	1.05
8				3		DOLOROSA					
21	101620070006	SAN MIGUEL	0.16	59	101620030224	LA	0.60	968	101540080258	CHECA	0.27
9				4		DOLOROSA					
22	101620070016	SAN MIGUEL	0.23	59	101620010092	LA	0.08	969	101540080122	CHECA	0.25
0				5		DOLOROSA					
22	101620070066	SAN MIGUEL	0.05	59	101620010219	LA	0.15	970	101540080480	CHECA	0.17
1				6		DOLOROSA					
22	101620070069	SAN MIGUEL	0.03	59	101620050261	LA	0.29	971	101540080508	CHECA	0.26
2				7		DOLOROSA					
22	101620060102	SAN MIGUEL	0.22	59	101620050374	LA	0.04	972	101540080191	CHECA	0.03
3				8		DOLOROSA					
22	101620060302	SAN MIGUEL	0.21	59	101620050250	LA	0.10	973	101540400030	CHECA	0.02
4				9		DOLOROSA					
22	101620060108	SAN MIGUEL	0.07	60	101620050304	LA	0.03	974	101540340059	CHECA	0.24
5				0		DOLOROSA					
22	101620070034	SAN MIGUEL	0.08	60	101620030268	LA	0.10	975	101540080397	CHECA	0.53
6				1		DOLOROSA					
22	101620060124	SAN MIGUEL	0.13	60	101620050025	LA	0.38	976	101540080521	CHECA	0.45
7				2		DOLOROSA					

Nº	COD_CATASTRA L	MODULO	ÁREA (ha)	Nº	COD_CATASTRA L	MODULO	ÁREA (ha)	Nº	COD_CATASTRA L	MODULO	ÁREA (ha)
22 8	101620070046	SAN MIGUEL	0.15	60 3	101620030361	LA DOLOROSA	0.57	977	101540080542	CHECA	0.29
22 9	101620060101	SAN MIGUEL	0.49	60 4	101620050054	LA DOLOROSA	2.71	978	101540400045	CHECA	0.09
23 0	101620070053	SAN MIGUEL	0.11	60 5	101620030276	LA DOLOROSA	0.23	979	101540090393	CHECA	2.07
23 1	101620060140	SAN MIGUEL	0.02	60 6	101620050286	LA DOLOROSA	0.03	980	101540400053	CHECA	0.08
23 2	101620070037	SAN MIGUEL	0.09	60 7	101620010056	LA DOLOROSA	0.20	981	101540080234	CHECA	0.05
23 3	101620070037	SAN MIGUEL	0.08	60 8	101620040076	LA DOLOROSA	0.44	982	101540400048	CHECA	0.98
23 4	101620070037	SAN MIGUEL	0.07	60 9	101620050278	LA DOLOROSA	0.57	983	101540400064	CHECA	0.32
23 5	101620070043	SAN MIGUEL	0.23	61 0	101620050278	LA DOLOROSA	0.03	984	101540080037	CHECA	0.41
23 6	101620070415	SAN MIGUEL	0.02	61 1	101620060037	LA DOLOROSA	0.53	985	101540080326	CHECA	0.10
23 7	101620070386	SAN MIGUEL	0.15	61 2	101620050213	LA DOLOROSA	0.13	986	101540080238	CHECA	0.25
23 8	101620070386	SAN MIGUEL	0.12	61 3	101620050258	LA DOLOROSA	0.25	987	101540080500	CHECA	0.22
23 9	101620070386	SAN MIGUEL	0.09	61 4	101620030249	LA DOLOROSA	0.57	988	101540080127	CHECA	0.22
24 0	101620060139	SAN MIGUEL	0.17	61 5	101660160209	LA CALDERA	0.10	989	101540080202	CHECA	0.09
24 1	101620070038	SAN MIGUEL	0.32	61 6	101660160282	LA CALDERA	0.15	990	101540080241	CHECA	0.20
24 2	101620070051	SAN MIGUEL	0.30	61 7	101660170056	LA CALDERA	0.32	991	101540080204	CHECA	0.31
24 3	101620060100	SAN MIGUEL	0.65	61 8	101660160204	LA CALDERA	0.13	992	101540400020	CHECA	0.06
24 4	101660130245	SAN ANTONIO	0.02	61 9	101660160479	LA CALDERA	0.25	993	101540400027	CHECA	0.02

Nº	COD_CATASTRA L	MODULO	ÁREA (ha)	Nº	COD_CATASTRA L	MODULO	ÁREA (ha)	Nº	COD_CATASTRA L	MODULO	ÁREA A (ha)
24	101660130378	SAN	0.04	62	101660160323	LA CALDERA	0.39	994	101540080463	CHECA	0.18
5		ANTONIO		0							
24	101660130294	SAN	0.07	62	101660160291	LA CALDERA	0.19	995	101540400032	CHECA	0.07
6		ANTONIO		1							
24	101660130209	SAN	0.13	62	101660160367	LA CALDERA	0.16	996	101540400043	CHECA	0.10
7		ANTONIO		2							
24	101660130352	SAN	0.06	62	101660160289	LA CALDERA	0.18	997	101540080087	CHECA	0.11
8		ANTONIO		3							
24	101660130362	SAN	0.14	62	101660160228	LA CALDERA	0.11	998	101540080478	CHECA	0.16
9		ANTONIO		4							
25	101660131014	SAN	0.41	62	101660160208	LA CALDERA	0.07	999	101540080425	CHECA	0.51
0		ANTONIO		5							
25	101660131025	SAN	0.06	62	101660160247	LA CALDERA	0.54	100	101540080041	CHECA	0.10
1		ANTONIO		6				0			
25	101660130330	SAN	0.05	62	101660160233	LA CALDERA	0.16	100	101540070110	CHECA	0.14
2		ANTONIO		7				1			
25	101660110162	SAN	0.05	62	101660160440	LA CALDERA	0.12	100	101540070462	CHECA	0.04
3		ANTONIO		8				2			
25	101660130254	SAN	0.16	62	101660160313	LA CALDERA	0.15	100	101540080176	CHECA	0.46
4		ANTONIO		9				3			
25	101660130302	SAN	0.07	63	101660220389	LA CALDERA	0.98	100	101540080209	CHECA	0.25
5		ANTONIO		0				4			
25	101660130261	SAN	0.03	63	101660160299	LA CALDERA	0.17	100	101540080203	CHECA	0.19
6		ANTONIO		1				5			
25	101660110087	SAN	0.11	63	101660160411	LA CALDERA	0.07	100	101540080437	CHECA	0.08
7		ANTONIO		2				6			
25	101660100326	SAN	0.39	63	101660160013	LA CALDERA	0.77	100	101540080217	CHECA	0.10
8		ANTONIO		3				7			
25	101540070476	SAN	0.13	63	101660160353	LA CALDERA	0.80	100	101540080268	CHECA	0.03
9		ANTONIO		4				8			
26	101660130208	SAN	0.18	63	101660160463	LA CALDERA	0.37	100	101540080190	CHECA	0.03
0		ANTONIO		5				9			
26	101660130350	SAN	0.05	63	101660160223	LA CALDERA	0.07	101	101540080245	CHECA	0.81
1		ANTONIO		6				0			

N°	COD_CATASTRA L	MODULO	ÁREA (ha)	N°	COD_CATASTRA L	MODULO	ÁREA (ha)	N°	COD_CATASTRA L	MODULO	ÁREA (ha)
26	101660130251	SAN	0.03	63	101660160372	LA CALDERA	0.18	101	101540400041	CHECA	0.11
2		ANTONIO		7				1			
26	101660130262	SAN	0.03	63	101660170052	LA CALDERA	0.49	101	101540400029	CHECA	0.07
3		ANTONIO		8				2			
26	101660130263	SAN	0.03	63	101660160473	LA CALDERA	0.43	101	101540080069	CHECA	0.70
4		ANTONIO		9				3			
26	101660130308	SAN	0.54	64	101660160320	LA CALDERA	0.37	101	101540080205	CHECA	0.15
5		ANTONIO		0				4			
26	101660130317	SAN	0.04	64	101660170041	LA CALDERA	2.07	101	101540080110	CHECA	0.37
6		ANTONIO		1				5			
26	101660130349	SAN	0.32	64	101660160248	LA CALDERA	0.06	101	101540080260	CHECA	0.81
7		ANTONIO		2				6			
26	101660110030	SAN	0.14	64	101660160238	LA CALDERA	0.17	101	101540400044	CHECA	0.03
8		ANTONIO		3				7			
26	101660130401	SAN	0.23	64	101660230042	LA CALDERA	0.17	101	101540090456	CHECA	0.04
9		ANTONIO		4				8			
27	101660130435	SAN	0.32	64	101660170331	LA CALDERA	1.13	101	101540400017	CHECA	0.26
0		ANTONIO		5				9			
27	101660110137	SAN	0.23	64	101660160288	LA CALDERA	0.27	102	101540080042	CHECA	0.35
1		ANTONIO		6				0			
27	101660110069	SAN	0.27	64	101660160357	LA CALDERA	0.10	102	101540070115	CHECA	0.12
2		ANTONIO		7				1			
27	101660110086	SAN	0.12	64	101660160400	LA CALDERA	0.20	102	101540080411	CHECA	0.23
3		ANTONIO		8				2			
27	101660130292	SAN	0.13	64	101660170225	LA CALDERA	0.35	102	101540080485	CHECA	0.22
4		ANTONIO		9				3			
27	101660110059	SAN	0.39	65	101660160204	LA CALDERA	0.09	102	101540080471	CHECA	0.72
5		ANTONIO		0				4			
27	101660130288	SAN	0.26	65	101620310003	LA MERCED	0.14	102	101540080292	CHECA	0.02
6		ANTONIO		1				5			
27	101660130315	SAN	0.22	65	101620310348	LA MERCED	0.29	102	101540080388	CHECA	0.35
7		ANTONIO		2				6			
27	101660130318	SAN	0.04	65	101620310289	LA MERCED	0.16	102	101540400059	CHECA	0.31
8		ANTONIO		3				7			

Nº	COD_CATASTRA L	MODULO	ÁREA (ha)	Nº	COD_CATASTRA L	MODULO	ÁREA (ha)	Nº	COD_CATASTRA L	MODULO	ÁREA (ha)
27	101660130325	SAN	0.10	65	101620310340	LA MERCED	0.36	102	101540080239	CHECA	0.17
9		ANTONIO		4				8			
28	101660130331	SAN	0.27	65	101620310431	LA MERCED	0.27	102	101540080227	CHECA	0.11
0		ANTONIO		5				9			
28	101660130426	SAN	0.19	65	101620290469	LA MERCED	0.03	103	101540400004	CHECA	0.22
1		ANTONIO		6				0			
28	101660130240	SAN	0.25	65	101620310015	LA MERCED	0.34	103	101540080237	CHECA	0.12
2		ANTONIO		7				1			
28	101660130227	SAN	0.14	65	101620290023	LA MERCED	0.02	103	101540400024	CHECA	0.70
3		ANTONIO		8				2			
28	101660110049	SAN	0.26	65	101620290060	LA MERCED	0.11	103	101540080084	CHECA	0.11
4		ANTONIO		9				3			
28	101660110070	SAN	0.10	66	101620310460	LA MERCED	0.80	103	101540080235	CHECA	0.43
5		ANTONIO		0				4			
28	101660110098	SAN	0.41	66	101620290632	LA MERCED	0.22	103	101540400055	CHECA	0.28
6		ANTONIO		1				5			
28	101660130303	SAN	0.07	66	101620290049	LA MERCED	0.36	103	101540080331	CHECA	0.23
7		ANTONIO		2				6			
28	101660130383	SAN	0.06	66	101620290378	LA MERCED	0.35	103	101540080356	CHECA	0.29
8		ANTONIO		3				7			
28	101660110109	SAN	0.19	66	101620290003	LA MERCED	0.13	103	101540080112	CHECA	0.27
9		ANTONIO		4				8			
29	101660110132	SAN	0.40	66	101620290006	LA MERCED	0.19	103	101540080264	CHECA	0.03
0		ANTONIO		5				9			
29	101660130342	SAN	0.37	66	101620290649	LA MERCED	0.04	104	101540070114	CHECA	0.24
1		ANTONIO		6				0			
29	101660110071	SAN	0.18	66	101620290016	LA MERCED	0.68	104	101540080035	CHECA	0.63
2		ANTONIO		7				1			
29	101660110234	SAN	0.24	66	101620290042	LA MERCED	0.19	104	101540080048	CHECA	0.26
3		ANTONIO		8				2			
29	101660110236	SAN	0.20	66	101620290043	LA MERCED	0.05	104	101540070068	CHECA	0.51
4		ANTONIO		9				3			
29	101660110031	SAN	0.12	67	101620290373	LA MERCED	0.24	104	101540070109	CHECA	0.18
5		ANTONIO		0				4			

N°	COD_CATASTRA L	MODULO	ÁREA (ha)	N°	COD_CATASTRA L	MODULO	ÁREA (ha)	N°	COD_CATASTRA L	MODULO	ÁREA A (ha)
29	101660130253	SAN	0.08	67	101620290233	LA MERCED	0.27	104		CHECA	0.47
6		ANTONIO		1				5			
29	101660130301	SAN	0.86	67	101620290429	LA MERCED	0.04	104		CHECA	0.14
7		ANTONIO		2				6			
29	101660130310	SAN	0.11	67	101620290490	LA MERCED	0.10	104		CHECA	0.02
8		ANTONIO		3				7			
29	101660130323	SAN	0.29	67	101620290494	LA MERCED	0.09	104		CHECA	0.03
9		ANTONIO		4				8			
30	101660130341	SAN	0.12	67	101620310205	LA MERCED	0.49	104		CHECA	0.05
0		ANTONIO		5				9			
30	101660130351	SAN	0.06	67	101620290416	LA MERCED	0.08	105	101540080122	CHECA	0.19
1		ANTONIO		6				0			
30	101660130389	SAN	0.13	67	101620290212	LA MERCED	0.05	105	101540080538	CHECA	0.59
2		ANTONIO		7				1			
30	101660110135	SAN	0.18	67	101620290584	LA MERCED	0.03	105	101540080319	CHECA	0.51
3		ANTONIO		8				2			
30	101660110118	SAN	0.08	67	101620310435	LA MERCED	0.35	105	101540080214	CHECA	0.06
4		ANTONIO		9				3			
30	101660110133	SAN	0.50	68	101620290237	LA MERCED	0.19	105	101540080214	CHECA	0.03
5		ANTONIO		0				4			
30	101660110136	SAN	0.12	68	101620310193	LA MERCED	0.54	105	101540090488	CHECA	0.04
6		ANTONIO		1				5			
30	101660110084	SAN	0.25	68	101620290050	LA MERCED	0.33	105	101540090488	CHECA	0.10
7		ANTONIO		2				6			
30	101660110076	SAN	0.05	68	101620310349	LA MERCED	0.37	105		CHECA	0.47
8		ANTONIO		3				7			
30	101660110087	SAN	0.07	68	101620290471	LA MERCED	0.13	105		CHECA	0.09
9		ANTONIO		4				8			
31	101660110131	SAN	0.92	68	101620290468	LA MERCED	0.02	105		CHECA	0.02
0		ANTONIO		5				9			
31	101660110076	SAN	0.04	68	101620290518	LA MERCED	0.53	106		CHECA	0.12
1		ANTONIO		6				0			
31	101660220218	PLAYA DEL	1.25	68	101620310290	LA MERCED	0.13	106		CHECA	0.21
2		CALVARIO		7				1			

N°	COD_CATASTRA L	MODULO	ÁREA (ha)	N°	COD_CATASTRA L	MODULO	ÁREA (ha)	N°	COD_CATASTRA L	MODULO	ÁREA (ha)
31	101660170256	PLAYA DEL	0.11	68	101620290026	LA MERCED	0.58	106		CHECA	0.14
3		CALVARIO		8				2			
31	101660220041	PLAYA DEL	0.26	68	101620290025	LA MERCED	0.20	106		CHECA	0.11
4		CALVARIO		9				3			
31	101660220431	PLAYA DEL	1.06	69	101620300082	LA MERCED	0.52	106		CHECA	0.24
5		CALVARIO		0				4			
31	101660220035	PLAYA DEL	0.18	69	101620290350	LA MERCED	0.10	106		CHECA	0.13
6		CALVARIO		1				5			
31	101660220016	PLAYA DEL	0.20	69	101620290577	LA MERCED	0.11	106		CHECA	0.74
7		CALVARIO		2				6			
31	101660220378	PLAYA DEL	0.95	69	101620310001	LA MERCED	0.09	106		CHECA	0.16
8		CALVARIO		3				7			
31	101660220023	PLAYA DEL	0.86	69	101620290010	LA MERCED	0.13	106		CHECA	0.14
9		CALVARIO		4				8			
32	101660220353	PLAYA DEL	0.67	69	101620290057	LA MERCED	0.05	106	101540080497	CHECA	0.18
0		CALVARIO		5				9			
32	101660220350	PLAYA DEL	0.44	69	101620290058	LA MERCED	0.03	107		CHECA	0.13
1		CALVARIO		6				0			
32	101620020297	PLAYA DEL	0.76	69	101620290064	LA MERCED	0.03	107		CHECA	1.14
2		CALVARIO		7				1			
32	101660220380	PLAYA DEL	0.39	69	101620290065	LA MERCED	0.11	107		CHECA	0.40
3		CALVARIO		8				2			
32	101660220281	PLAYA DEL	0.20	69	101620290609	LA MERCED	0.22	107	101540080205	CHECA	0.09
4		CALVARIO		9				3			
32	101660220317	PLAYA DEL	0.63	70	101620290186	LA MERCED	0.38	107	101540080388	CHECA	0.32
5		CALVARIO		0				4			
32	101660220048	PLAYA DEL	0.19	70	101620290011	LA MERCED	0.17	107	101540080331	CHECA	0.08
6		CALVARIO		1				5			
32	101620200017	MIGUEL	0.31	70	101620290059	LA MERCED	0.10	107		CHECA	0.09
7		CORDERO		2				6			
32	101620190040	MIGUEL	0.14	70	101620290258	LA MERCED	0.29	107		CHECA	0.15
8		CORDERO		3				7			
32	101620220489	MIGUEL	0.15	70	101620290031	LA MERCED	0.04	107		Checa	0.01
9		CORDERO		4				8			

Nº	COD_CATASTRA L	MODULO	ÁREA (ha)	Nº	COD_CATASTRA L	MODULO	ÁREA (ha)	Nº	COD_CATASTRA L	MODULO	ÁREA (ha)
33	101620220500	MIGUEL	0.11	70	101620290040	LA MERCED	0.05	107		CHECA	0.19
0		CORDERO		5				9			
33	101620190027	MIGUEL	0.03	70	101620290045	LA MERCED	0.13	108		CHECA	0.93
1		CORDERO		6				0			
33	101620190020	MIGUEL	0.07	70	101620290044	LA MERCED	0.09	108		CHECA	0.13
2		CORDERO		7				1			
33	101620190024	MIGUEL	0.18	70	101620290377	LA MERCED	0.05	108		CHECA	0.27
3		CORDERO		8				2			
33	101620190016	MIGUEL	0.09	70	101620290430	LA MERCED	0.07	108		CHECA	0.20
4		CORDERO		9				3			
33	101620190271	MIGUEL	0.40	71	101620290019	LA MERCED	0.30	108		CHECA	0.03
5		CORDERO		0				4			
33	101620200024	MIGUEL	0.17	71	101620290219	LA MERCED	0.04	108		CHECA	0.06
6		CORDERO		1				5			
33	101620220075	MIGUEL	0.21	71	101620290218	LA MERCED	0.05	108		CHECA	0.19
7		CORDERO		2				6			
33	101620220079	MIGUEL	0.32	71	101660230218	GRAN PODER	0.38	108		CHECA	0.06
8		CORDERO		3				7			
33	101620220153	MIGUEL	0.14	71	101660130136	GRAN PODER	0.31	108	101620010161	CALVARI	0.29
9		CORDERO		4				8		O	
34	101620220159	MIGUEL	0.09	71	101660230206	GRAN PODER	0.10	108	101620010163	CALVARI	0.20
0		CORDERO		5				9		O	
34	101620220163	MIGUEL	0.09	71	101660230254	GRAN PODER	0.05	109	101660230001	CALVARI	0.11
1		CORDERO		6				0		O	
34	101620190132	MIGUEL	0.13	71	101660230223	GRAN PODER	0.05	109	101660220357	CALVARI	1.14
2		CORDERO		7				1		O	
34	101620220144	MIGUEL	0.15	71	101660230390	GRAN PODER	0.17	109	101620010178	CALVARI	0.67
3		CORDERO		8				2		O	
34	101620200052	MIGUEL	0.15	71	101660230409	GRAN PODER	0.54	109	101660230580	CALVARI	2.80
4		CORDERO		9				3		O	
34	101620190121	MIGUEL	0.34	72	101660130153	GRAN PODER	0.10	109	101660220368	CALVARI	0.81
5		CORDERO		0				4		O	
34	101620220046	MIGUEL	1.25	72	101620080050	GRAN PODER	0.59	109	101660220367	CALVARI	0.23
6		CORDERO		1				5		O	

Nº	COD_CATASTRA L	MODULO	ÁREA (ha)	Nº	COD_CATASTRA L	MODULO	ÁREA (ha)	Nº	COD_CATASTRA L	MODULO	ÁREA A (ha)
34	101620190126	MIGUEL	0.16	72	101620080133	GRAN PODER	0.02	109	101660220427	CALVARI	0.89
7		CORDERO		2				6		O	
34	101620190145	MIGUEL	0.15	72	101660230261	GRAN PODER	0.29	109	101660220324	CALVARI	0.19
8		CORDERO		3				7		O	
34	101620190001	MIGUEL	0.10	72	101660130033	GRAN PODER	0.03	109	101660220323	CALVARI	0.59
9		CORDERO		4				8		O	
35	101620190152	MIGUEL	0.20	72	101660230259	GRAN PODER	0.17	109	101660220074	CALVARI	1.28
0		CORDERO		5				9		O	
35	101620190147	MIGUEL	0.04	72	101660230365	GRAN PODER	0.05	110	101660220297	CALVARI	0.76
1		CORDERO		6				0		O	
35	101620190119	MIGUEL	0.48	72	101660131020	GRAN PODER	0.53	110	101660220304	CALVARI	0.06
2		CORDERO		7				1		O	
35	101620190002	MIGUEL	0.19	72	101620080040	GRAN PODER	0.21	110	101660220301	CALVARI	0.79
3		CORDERO		8				2		O	
35	101620190142	MIGUEL	0.15	72	101660230278	GRAN PODER	0.03	110	101660220333	CALVARI	0.11
4		CORDERO		9				3		O	
35	101620190283	MIGUEL	0.07	73	101660230319	GRAN PODER	0.28	110	101660220360	CALVARI	0.10
5		CORDERO		0				4		O	
35	101620190010	MIGUEL	0.03	73	101660230411	GRAN PODER	0.29	110	101660220336	CALVARI	0.02
6		CORDERO		1				5		O	
35	101620190013	MIGUEL	0.12	73	101660230222	GRAN PODER	0.09	110	101660220298	CALVARI	0.36
7		CORDERO		2				6		O	
35	101620190109	MIGUEL	0.28	73	101660230262	GRAN PODER	0.13	110	101660220098	CALVARI	0.49
8		CORDERO		3				7		O	
35	101620190127	MIGUEL	0.16	73	101660230268	GRAN PODER	1.33	110	101660220307	CALVARI	0.11
9		CORDERO		4				8		O	
36	101620190172	MIGUEL	0.11	73	101660130081	GRAN PODER	0.06	110	101660220306	CALVARI	0.14
0		CORDERO		5				9		O	
36	101620190134	MIGUEL	0.44	73	101660130421	GRAN PODER	0.11	111	101660220330	CALVARI	0.45
1		CORDERO		6				0		O	
36	101620220027	MIGUEL	0.10	73	101620080038	GRAN PODER	0.31	111	101660220373	CALVARI	0.39
2		CORDERO		7				1		O	
36	101620220047	MIGUEL	0.23	73	101620080049	GRAN PODER	0.08	111	101660220236	CALVARI	0.76
3		CORDERO		8				2		O	


N°	COD_CATASTRA L	MODULO	ÁREA (ha)	N°	COD_CATASTRA L	MODULO	ÁREA (ha)	N°	COD_CATASTRA L	MODULO	ÁREA (ha)
36	101620220160	MIGUEL	0.13	73	101620080076	GRAN PODER	0.18	111	101660220303	CALVARI	0.03
4		CORDERO		9				3		O	
36	101620190120	MIGUEL	0.28	74	101660230401	GRAN PODER	0.04	111	101660220337	CALVARI	0.04
5		CORDERO		0				4		O	
36	101620220187	MIGUEL	0.09	74	101620080136	GRAN PODER	0.04	111	101660220365	CALVARI	0.30
6		CORDERO		1				5		O	
36	101620190101	MIGUEL	0.10	74	101660230436	GRAN PODER	0.36	111	101660220079	CALVARI	0.98
7		CORDERO		2				6		O	
36	101620190154	MIGUEL	0.04	74	101660230398	GRAN PODER	0.06	111	101660220340	CALVARI	0.21
8		CORDERO		3				7		O	
36	101620190157	MIGUEL	0.20	74	101620080035	GRAN PODER	0.15	111	101660220290	CALVARI	0.53
9		CORDERO		4				8		O	
37	101620190194	MIGUEL	0.13	74	101620080058	GRAN PODER	0.31	111	101660220346	CALVARI	0.27
0		CORDERO		5				9		O	
37	101620220017	MIGUEL	0.08	74	101660130168	GRAN PODER	0.30	112	101660220361	CALVARI	0.03
1		CORDERO		6				0		O	
37	101620020047	MARIA	0.34	74	101660130418	GRAN PODER	0.21	112	101660220302	CALVARI	0.18
2		AUXILIADOR		7				1		O	
		A									
37	101620020146	MARIA	0.18	74	101660130013	GRAN PODER	0.08	112	101660220295	CALVARI	4.28
3		AUXILIADOR		8				2		O	
		A									
37	101560010079	MARIA	8.20	74	101660130071	GRAN PODER	0.25	112	101660220298	CALVARI	0.29
4		AUXILIADOR		9				3		O	
		A									
37	101620010008	MARIA	0.16								
5		AUXILIADOR									
		A									

Nota: Elaboración propia.

AUTORIZACION DE PUBLICACION EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Nosotros, Juan Rosendo Pastuizaca Chillogalli y Jeyson Javier Molina Carreño portadore(a)s de las cédulas de ciudadanía N.º 0107517690 y 1401328008. En calidad de autore(a)s y titulares de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación "Reevaluación del caudal de diseño en el Sistema de Riego Checa, Sidcay, Ricaurte a partir del levantamiento catastral de áreas regables actuales" de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconocemos a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos, Así mismo; autorizamos a la Universidad para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 20 de octubre de 2025

F: 
Juan Rosendo Pastuizaca Chillogalli
0107517690

F: 
Jeyson Javier Molina Carreño
1401328008