



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

1 de 1

Neiva, 12 de septiembre de 2022

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad

El suscrito:

Jefferson Andrés Salgado Merchán, con C.C. No. 1.075.287.120 de Neiva, autor de la tesis y/o trabajo de grado de pasantía titulado **Actualización De Las Características Físicas Del Área De Influencia Del Proyecto “Construcción Distrito De Riego De Pequeña Escala En La Vereda San Antonio Bajo Del Municipio De Aipe - Departamento Del Huila”** presentado y aprobado en el año 2022 como requisito para optar al título de Ingeniero Agrícola; Autorizo al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que, con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales “open access” y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.
- Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.
- Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.

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

EL AUTOR/ESTUDIANTE: JEFFERSON ANDRES SALGADO MERCHÁN

Firma: *Jefferson Andrés Salgado Merchán*

Vigilada Mineducación



TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO: Actualización De Las Características Físicas Del Área De Influencia Del Proyecto "Construcción Distrito De Riego De Pequeña Escala En La Vereda San Antonio Bajo Del Municipio De Aipe - Departamento Del Huila"

AUTOR O AUTORES:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Salgado Merchán	Jefferson Andrés

DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Director: Izquierdo Bautista	Jaime
Codirector: Martínez Rojas	Diana Carolina

ASESOR (ES):

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre

PARA OPTAR AL TÍTULO DE: Ingeniero Agrícola

FACULTAD: Ingeniería

PROGRAMA O POSGRADO: Agrícola

CIUDAD: Neiva **AÑO DE PRESENTACIÓN:** 2022 **NÚMERO DE PÁGINAS:** 98 Páginas

TIPO DE ILUSTRACIONES (Marcar con una X):

Diagramas___ Fotografías **X** Grabaciones en discos___ Ilustraciones en general **X** Grabados___ Láminas___
Litografías___ Mapas **X** Música impresa___ Planos___ Retratos___ Sin ilustraciones___ Tablas o Cuadros **X**

SOFTWARE requerido y/o especializado para la lectura del documento:

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



MATERIAL ANEXO: carpeta con anexo 1: mapas

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

PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:

Nº	ESPAÑOL	INGLÉS
1	Esquema de Ordenamiento Territorial	Land Use Scheme
2	Distrito de Riego	Irrigation District
3	Balance Hídrico Agrícola	Agricultural Water Balance
4	Uso Potencial del Suelo	Potential Land Use
5	Conflicto de Uso de Suelo	Land Use Conflict

RESUMEN DEL CONTENIDO: (Máximo 250 palabras)

En el documento se encontrará la actualización de las características físicas de la zona de influencia del proyecto denominado "Construcción Distrito De Riego De Pequeña Escala En La Vereda San Antonio Bajo Del Municipio De Aipe - Departamento Del Huila" con relación a lo establecido en el Esquema de Ordenamiento Territorial del Municipio para el uso de suelo y las aptitudes del suelo, donde por medio del conflicto de uso del suelo presente en la zona, determinar si se está presentando un uso adecuado, inadecuado, subutilizado o sobreutilizado del suelo. Además de realizar el análisis climatológico de la zona y determinar la capacidad de abastecimiento de la fuente hídrica seleccionada para el proyecto y el uso consuntivo para el proyecto. Siguiendo la metodología establecida por el IGAC y el IDEAM para Colombia, se llevó a cabo el desarrollo del trabajo de actualización de las características físicas.



ABSTRACT: (Máximo 250 palabras)

Colombia, el sector agropecuario tiene un papel fundamental para la economía, sin embargo, este ha tenido un desarrollo lento en la inclusión de nuevas tecnologías. El país cuenta con un gran potencial hídrico y con grandes extensiones de superficies irrigables improductivas debido a las características climáticas, al conflicto armado, etc.

La inclusión de la ingeniería ha llevado a un aumento en la producción y productividad del agricultor. Con obras rurales como los distritos de riego, ha conseguido llevar el recurso hídrico a zonas donde solo se dependía de la precipitación.

El Huila es una de las regiones con mayor producción agropecuaria, con producción de arroz, maíz, café, cítricos, entre otros; esto se traduce en una alta demanda hídrica para suplir los requerimientos de cada cultivo. No obstante, existen zonas productoras donde el recurso aún no está disponible, teniendo una producción baja con respecto a zonas donde hay distritos de riego.

San Antonio Bajo es una zona productora correspondiente al municipio de Aipe con variedad de cultivos, no cuenta con un distrito de riego que ayude a suplir las necesidades hídricas de la agricultura. No obstante, está en el plan de desarrollo municipal la construcción de la obra. Para eso es importante realizar la actualización las características físicas del área de influencia del proyecto "Construcción de distrito de riego a pequeña escala en la vereda San Antonio Bajo del municipio de Aipe - Huila.", con la intención de dar una estimación de la demanda hídrica que garantice suplir las necesidades de cada beneficiario del proyecto.

APROBACION DE LA TESIS

Nombre Jurado: DIANA CAROLINA POLANIA MONTIEL

Firma:

Nombre Jurado: ARMANDO TORRENTE TRUJILLO

Firma:

**Actualización De Las Características Físicas Del Área De Influencia Del Proyecto
“Construcción Distrito De Riego De Pequeña Escala En La Vereda San Antonio Bajo Del
Municipio De Aipe - Departamento Del Huila”**

Jefferson Andrés Salgado Merchán

Dr. Jaime Izquierdo Bautista

Director

Trabajo de Pasantía

Diana Carolina Martínez Rojas

Secretaria de Desarrollo Económico Sostenible

Alcaldía Municipal De Aipe

Universidad Surcolombiana

2022

Actualización De Las Características Físicas Del Área De Influencia Del
Proyecto “Construcción Distrito De Riego De Pequeña Escala En La Vereda San
Antonio Bajo Del Municipio De Aipe - Departamento Del Huila”

Pasantía Asistida Como Modalidad De Grado

Presentado A La Facultad De Ingeniería Y Programa De Ingeniería Agrícola Por

Jefferson Andrés Salgado Merchán

Jurados

Msc. Diana Carolina Polania Montiel

Dr. Armando Torrente Trujillo

2022

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	6
INDICE DE ECUACIONES.....	7
INDICE DE FIGURAS Y GRAFICAS	8
RESUMEN	9
ABSTRACT.....	10
OBJETIVOS.....	11
OBJETIVO GENERAL.....	11
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
1. MARCO TEÓRICO.....	14
2. MATERIALES Y MÉTODOS	20
2.1. SISTEMA DE COORDENADAS	20
2.2. LOCALIZACIÓN.....	20
2.3. DEFINICIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	22
2.4. RECOLECCIÓN DE DATOS	23
2.5. INFORMACIÓN PRIMARIA.....	23
2.5.1. <i>Información levantada en campo</i>	23
2.6. INFORMACIÓN SECUNDARIA.....	23
2.6.1. <i>Entidades territoriales</i>	23
2.6.2. <i>Entidades gubernamentales</i>	24
2.7. CONFLICTO DE USO DEL SUELO	26
2.7.1. <i>Capacidad de uso del suelo</i>	26
2.7.1.1 Capacidad de uso EOT	26
2.7.1.2 Actualización capacidad de uso actual.....	27

2.7.1.3 Análisis de la capacidad de uso de suelo actual frente al EOT	27
2.7.2. <i>Cobertura y uso actual del suelo</i>	27
2.7.2.1 Cobertura y uso actual EOT	27
2.7.2.2 Actualización de la cobertura y uso actual	28
2.7.2.3 Análisis de la cobertura y uso actual de suelo frente al EOT	28
2.7.3. <i>Conflicto de uso del suelo</i>	28
2.7.3.1 Conflicto de uso del suelo EOT	28
2.7.3.2 Conflicto de uso del suelo actualizado	30
2.7.3.3 Análisis del conflicto de uso de suelo actual frente al EOT.....	30
2.8. METODOLOGÍA PARA EL DIAGNÓSTICO SOCIAL.....	31
2.8.1. <i>Demografía</i>	31
2.8.2. <i>Censo por muestreo directo</i>	31
2.8.3. <i>Encuesta socioeconómica y agropecuaria</i>	31
2.8.3.1 Determinación de la muestra.....	32
2.8.3.2 Agrupación de datos	33
2.9. DISPONIBILIDAD HÍDRICA DEL DISTRITO	33
2.9.1. <i>Recopilación y análisis de información:</i>	33
2.9.2. <i>Probabilidad de ocurrencia de lluvias del 50% y 75%</i>	33
2.9.3. <i>Cálculo de la evapotranspiración potencial</i>	34
2.9.4. <i>Régimen de humedad de Thornthwaite</i>	34
2.9.5. <i>Módulo de riego</i>	35
2.10. CAPACIDAD DE ABASTECIMIENTO FUENTE HÍDRICA	36
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	37
3.1. CAPACIDAD DE USO DEL SUELO	37
3.1.1. <i>Capacidad de uso del EOT</i>	37
3.1.2. <i>Capacidad de uso actual del suelo</i>	40
3.1.3. <i>Análisis de la capacidad de uso del suelo actual frente al EOT</i>	42

3.2. COBERTURA Y USO ACTUAL DEL SUELO	45
3.2.1. Cobertura y uso actual del suelo del EOT.....	45
3.2.2. Actualización cobertura y uso actual del suelo.....	47
3.2.3. Análisis de la cobertura y uso actual del suelo frente al EOT	53
3.3. CONFLICTO DE USO DEL SUELO	53
3.3.1. Conflicto de uso del suelo del área del proyecto EOT	53
3.3.2. Conflicto de uso del suelo actualizado	55
3.3.3. Análisis del conflicto de uso actual del suelo frente al esquema de ordenamiento territorial (EOT).....	57
3.4. ESTUDIO DEMOGRÁFICO	58
3.4.1. Aplicación de encuestas	58
3.4.2. Situación agropecuaria	59
3.4.3. Limitantes para la producción	61
3.5. DEMANDA DE AGUA PARA RIEGO	61
3.5.1. Análisis climatológico.....	61
3.5.1.1 Precipitación.....	62
3.5.1.2 Probabilidad de lluvia	64
3.5.1.3 Temperatura.....	65
3.5.1.4 Clasificación climatológica de Thornthwaite	66
3.6. BALANCE HÍDRICO.....	67
3.6.1. Cálculo de la evapotranspiración potencial.....	67
3.7. FUENTE HÍDRICA DEL PROYECTO.....	73
3.7.1. Uso del agua para riego.....	74
3.7.2. Caudales.....	74
3.7.2.1 Caudal medio.....	74
3.7.2.2 Caudales mínimos	75
3.7.2.3 Caudales máximos.....	76

3.7.2.4 Estimación de caudales para diferentes periodos de retorno.....	78
4. CONCLUSIONES.....	80
RECOMENDACIONES.....	82
REFERENCIAS.....	83
ANEXOS.....	88

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. GENERALIDADES CARTOGRÁFICAS.....	20
TABLA 2. CLASIFICACIÓN TIPO DE CONFLICTO DE USO DEL SUELO.....	29
TABLA 3. CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA PARA DIFERENTES TIPOS DE CLIMAS SEGÚN EL ÍNDICE DE HUMEDAD DE THORNTHWAITE.....	35
TABLA 4. CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS SEGÚN SU CAPACIDAD DE USO EN EL EOT.	38
TABLA 5. CAPACIDAD DE USO ACTUAL DEL SUELO CON SU USO POTENCIAL.....	40
TABLA 6. COBERTURAS PRESENTES ÁREA DE ESTUDIO EN EL EOT.	45
TABLA 7. DISTRIBUCIÓN DEL USO DE SUELO ACTUAL SEGÚN EL EOT PARA EL ÁREA DE ESTUDIO.....	45
TABLA 8. COBERTURAS PRESENTES EN EL ÁREA DE ESTUDIO.....	47
TABLA 9. DISTRIBUCIÓN DEL USO ACTUAL DEL SUELO PARA EL ÁREA DE ESTUDIO	50
TABLA 10. TIPOS DE CONFLICTO DE USO DEL SUELO SEGÚN EL EOT PARA EL ÁREA DE ESTUDIO.	53
TABLA 11. TIPOS DE CONFLICTO DE USO ACTUAL DEL SUELO PARA EL ÁREA DE ESTUDIO.	55
TABLA 12. TABLA DE FRECUENCIAS PARA DETERMINAR LA MUESTRA.	58
TABLA 13. DESCRIPCIÓN AGROPECUARIA ACTUAL Y PROYECTADA EN LA ZONA DE ESTUDIO.....	61
TABLA 14. ESTACIONES METEOROLÓGICAS PLUVIOMÉTRICAS SELECCIONADAS PARA LA DETERMINACIÓN DEL ANÁLISIS CLIMÁTICO DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.....	62
TABLA 15. REGISTRO HISTÓRICO DE PRECIPITACIÓN TOTAL (MM) DE LA ESTACIÓN HDA PÉREZ - PROBABILIDAD DEL 50% Y 75%.	64
TABLA 16. VALORES OBTENIDOS PARA LA CLASIFICACIÓN CLIMATOLÓGICA DE THORNTHWAITE.....	66
TABLA 17. REPORTE DE CÁLCULO DE LA ETO POR ETO CALCULATOR. ESTACIÓN SAN JOSÉ.	67

TABLA 18. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS (DENSIDAD APARENTE, CAPACIDAD DE CAMPO Y PUNTO DE MARCHITEZ PERMANENTE) DEL SUELO PARA EL ÁREA DE ESTUDIO.	68
TABLA 19. VALORES DE K _C PARA LOS CULTIVOS DEL PROYECTO.....	69
TABLA 20. COEFICIENTE K _C PONDERADO PARA EL PROYECTO.	70
TABLA 21. BALANCE HÍDRICO AGRÍCOLA ESTACIÓN HDA PÉREZ.	71
TABLA 22. CAUDALES MÍNIMOS Y MÁXIMOS (M ³ /s) CALCULADOS PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO.	79
ANEXO 3. TABLA 23. REGISTRO HISTÓRICO DE PRECIPITACIÓN TOTAL (MM) DE LA ESTACIÓN HDA PÉREZ (1990-2020).	95
ANEXO 4. TABLA 24. REGISTRO HISTÓRICO DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES (M ³ /s) MULTIANUAL DE LA ESTACIÓN PTE. CARRETERA (1990-2020).	96
ANEXO 5. TABLA 25. REGISTRO HISTÓRICO DE CAUDALES MÍNIMOS MENSUALES (M ³ /s) MULTIANUAL DE LA ESTACIÓN PTE. CARRETERA (1990-2020).	97
ANEXO 6. TABLA 26. REGISTRO HISTÓRICO DE CAUDALES MÁXIMOS MENSUALES (M ³ /s) MULTIANUAL DE LA ESTACIÓN PTE. CARRETERA (1990-2020).	98

INDICE DE ECUACIONES

EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL CULTIVO (ECUACIÓN 1)	16
COEFICIENTE PLUVIOMETRICO (ECUACIÓN 2).....	17
PRECIPITACIÓN EFECTIVA (ECUACIÓN 3)	17
DISTRIBUCIÓN DE GUMBEL (ECUACIÓN 4).....	18
FACTOR DE FRECUENCIA (ECUACIÓN 5).....	18
VARIABLE REDUCIDA (ECUACIÓN 6).....	19
DETERMINACIÓN DE MUESTRA FINITA (ECUACIÓN 7).....	32
PROBABILIDAD DE OCURRENCIA (WEIBULL) (ECUACIÓN 8).....	33
RÉGIMEN DE HUMEDAD DE THORNTHWAITE (ECUACIÓN 9).....	34
MÓDULO DE RIEGO (ECUACIÓN 10).....	35

INDICE DE FIGURAS Y GRAFICAS

FIGURA 1. LOCALIZACIÓN MUNICIPIO DE AIPE.	22
FIGURA 2. LOCALIZACIÓN DE ESTACIONES DEL IDEAM DISPONIBLES PARA EL ESTUDIO.	25
FIGURA 3. MAPA DE CAPACIDAD DE USO DEL EOT.	39
FIGURA 4. MAPA DE CAPACIDAD DE USO ACTUAL.	44
FIGURA 5. COBERTURA DEL SUELO SEGÚN EL EOT.	46
FIGURA 6. USO ACTUAL DEL SUELO EOT	48
FIGURA 7. COBERTURA ACTUAL DEL SUELO.	49
FIGURA 8. USO ACTUAL DEL SUELO DENTRO DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL DISTRITO.	52
FIGURA 9. CONFLICTO DE USO DEL SUELO DEL EOT PARA LA ZONA DE ESTUDIO.	54
FIGURA 10. CONFLICTO DE USO ACTUAL EN EL ÁREA DE ESTUDIO.	56
GRÁFICA 1. NÚMERO DE INTEGRANTES POR FAMILIA	59
GRÁFICA 2. DISTRIBUCIÓN MEDIA MENSUAL DE PRECIPITACIÓN (MM) Y COEFICIENTE PLUVIOMÉTRICO LA ESTACIÓN HDA. PÉREZ.	63
GRÁFICA 3. VALORES MEDIOS MENSUALES HISTÓRICOS EN °C DE TEMPERATURA DE LA ESTACIÓN SAN JOSÉ (2000-2020).....	66
GRÁFICA 4. BALANCE HÍDRICO CLIMÁTICO POTENCIAL - ESTACIÓN HDA. PÉREZ.....	72
GRÁFICA 5. BALANCE HÍDRICO AGRÍCOLA PROYECTO - ESTACIÓN HDA. PÉREZ.....	73
GRÁFICA 6. DISTRIBUCIÓN MENSUAL CAUDALES MEDIOS (M ³ /S) DEL RÍO AIPE - ESTACIÓN PTE. CARRETERA.	75
GRÁFICA 7. DISTRIBUCIÓN MENSUAL CAUDALES MÍNIMOS (M ³ /S) DEL RÍO AIPE - ESTACIÓN PTE. CARRETERA.	76
GRÁFICA 8. DISTRIBUCIÓN MENSUAL CAUDALES MÁXIMOS (M ³ /S) DEL RÍO AIPE - ESTACIÓN PTE. CARRETERA.	78

RESUMEN

En Colombia, el sector agropecuario tiene un papel fundamental para la economía, sin embargo, este ha tenido un desarrollo lento en la inclusión de nuevas tecnologías. El país cuenta con un gran potencial hídrico y con grandes extensiones de superficies irrigables improductivas debido a las características climáticas, al conflicto armado, etc.

La inclusión de la ingeniería en este sector ha llevado a un aumento en la producción y productividad del agricultor. Con obras rurales como los distritos de riego, han conseguido llevar el recurso hídrico a zonas donde solo se dependía de la precipitación.

Actualmente, el Huila es una de las regiones con mayor producción agropecuaria, con producción de arroz, maíz, café, cítricos, entre otros; esto se traduce en una alta demanda hídrica para suplir los requerimientos de cada cultivo. No obstante, existen zonas productoras donde el recurso aún no está disponible, teniendo una producción baja con respecto a zonas donde se ha incluido distritos de riego.

San Antonio Bajo es una zona productora correspondiente al municipio de Aipe con variedad de cultivos, a la fecha no cuenta con un distrito de riego que ayude a suplir las necesidades hídricas de la agricultura. No obstante, está en el plan de desarrollo municipal la construcción de la obra. Para eso es importante realizar la actualización las características físicas del área de influencia del proyecto “Construcción de distrito de riego a pequeña escala en la vereda San Antonio Bajo del municipio de Aipe - Huila.”, con la intención de dar una estimación de la demanda hídrica que garantice suplir las necesidades de cada beneficiario del proyecto.

Palabras Clave: *Esquema de Ordenamiento Territorial, Distrito de Riego, Balance Hídrico Agrícola, Uso Potencial del Suelo, Conflicto de Uso del Suelo.*

ABSTRACT

In Colombia, the agricultural sector has a fundamental role for the economy, nevertheless, it has had a slow development in the inclusion of new technologies. The country has a great water potential and large extensions of unproductive irrigable surfaces due to climatic characteristics, the armed conflict, etc.

The inclusion of engineering in this sector has led to an increase in the production and productivity of the farmer. With rural works such as irrigation districts, they have managed to bring water resources to areas where only precipitation depended.

Currently, Huila is one of the regions with the highest agricultural production, with production of rice, corn, coffee, citrus, among others. This translates into a high-water demand to meet the requirements of each crop. However, there are producing areas where the resource is not available yet, with low production compared to areas where irrigation districts have been included.

San Antonio Bajo is a producing area corresponding to the municipality of Aipe with a variety of crops, to date it does not have an irrigation district that helps meet the water needs of agriculture. However, it is in the municipal development plan its construction. For this, it is important to update the physical characteristics of the area of influence of the project "Construction of a small-scale irrigation district in the village of San Antonio Bajo in the municipality of Aipe - Huila.", with the intention of giving an estimate of the water demand that guarantees meeting the needs of each beneficiary of the project.

Keywords: *Land Use Scheme, Irrigation District, Agricultural Water Balance, Potential Land Use, Land Use Conflict.*

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Actualizar las características físicas del área de influencia del proyecto

“Construcción de distrito de riego a pequeña escala en la vereda San Antonio Bajo del municipio de Aipe - Huila.”

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar el área de influencia del proyecto entorno al uso adecuado del suelo con relación al Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT).
- Caracterizar de forma social, productiva y qué demanda hídrica incide en el área de estudio.
- Evaluar la capacidad de abastecimiento de la fuente hídrica río Aipe de acuerdo con la demanda hídrica del proyecto.

Actualización De Las Características Físicas Del Área De Influencia Del Proyecto “Construcción Distrito De Riego De Pequeña Escala En La Vereda San Antonio Bajo Del Municipio De Aipe - Departamento Del Huila”

Colombia es un país que cuenta con abundancia hídrica que lo posiciona como el cuarto país con mayor potencial hídrico, sin embargo, aunque cuente con abundancia, mucha de ésta no está disponible en algunas zonas (Materón Muñoz, 1997). Además, con una superficie superior a los cien millones de hectáreas se destacan montañas, piedemonte, lomerío, altiplanicie, superficies de aplanamiento residual, planicies y valles, con un alto potencial de uso agrícola. La actividad agrícola representa cerca del 7,0 % del Producto Interno Bruto (PIB) del país, cobrando así un interés vital para el desarrollo del país, pero el sector agrícola ha sido foco de conflictos sociales y el limitado acceso a la tecnología agrícola (Díaz Ortiz, 2006).

En Colombia, anteriormente el Instituto Colombiano de Reforma Agraria (INCORA) hoy Agencia Nacional de Tierras (ANT), fue el encargado de las obras de adecuación de tierras en el país desde 1961, incrementando la inversión pública en el sector, en el que se construyeron 14 distritos de riego, drenaje y control de inundaciones. La superficie bajo riego en Colombia en 1998 se estimaba en 900.000 ha, los cuales se podían clasificar en medianas y grandes áreas, con superficies totales variables entre las 762 y 44.100 ha, y de riego a pequeña escala (FAO, 2000).

Actualmente, el Sistema Para la Planificación Rural Agropecuaria (SIPRA) de la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA), reporta que existe un área potencial irrigable de 18.456.749 hectáreas y actualmente se encuentra adecuado con riego el 6% (1.100.000 ha) del área potencial en el país (Moreira Silva, et al., 2020). Según indica el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), en Colombia existen 731 distritos de riego, de los cuales 18 son a gran escala (Mahecha Vanegas, 2017), por lo tanto, el 95.1% del área irrigable son distritos de pequeña escala, el 2,5% de mediana escala y finalmente el

2,5% restante son distritos de grande escala (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2020).

El Huila es un departamento con alto nivel competitivo en el sector agropecuario, ha ido abriendo caminos en el desarrollo e inclusión de nuevas tecnologías para mejorar la producción y productividad del agricultor. Existen alrededor de 60 distritos de riego de pequeña escala construidos, y tres de mediana escala, que son importantes para llevar el recurso a zonas donde este escasea (Gobernación del Huila, 2011). El departamento de Huila presenta condiciones climáticas que son favorables para muchos cultivos técnicamente bien implementados, entre los que destacan arroz, maíz, sorgo, algodón, cítricos, etc., alimentos que tienen alta demanda dentro de la población y obliga al productor a querer mantener mejores rendimientos por hectárea. Es indispensable satisfacer el requerimiento hídrico de cada cultivo, para conseguirlo es indispensable contar con obras hidráulicas que permitan el transporte del recurso hídrico a los predios que lo requieran. La caracterización inicial permitirá identificar el uso de suelo actual, para así poder estimar la necesidad de agua requerida por los beneficiarios (Pizarro, Salcedo et al., 2005 citado por Tun Dzul et al., 2011), cuantificando los diferentes tipos de explotación al suelo en la zona de incidencia del proyecto y determinar la superficie presenta uso adecuado frente al esquema de ordenamiento territorial.

1. MARCO TEÓRICO

La disponibilidad hídrica en zonas de producción agrícola es indispensable para el correcto desarrollo de los cultivos, por lo tanto, se han desarrollado algunas alternativas como los sistemas de irrigación que permiten el uso eficiente del recurso, sin embargo depende directamente de una disponibilidad de agua confiable y permanente.

Para ello, la construcción de un distrito de riego en zonas de escasez hídrica se convierte en una alternativa viable, sin embargo, se debe tener presente que la construcción de una obra de adecuación de tierras va más allá de los estudios, diseños y construcción de las mismas, ya que involucran las relaciones entre los diferentes componentes de los sistemas sociales, ambientales, políticos, económicos y culturales del lugar (Moreira Silva, et al., 2020). Por tanto, este tipo de obras no solo favorecen la producción agrícola sino también, la preservación de los recursos, la apertura de mercados, y el mejoramiento de la calidad de vida de la región.

Este estudio se centra en tres ejes temáticos principalmente, la evaluación del uso suelo, caracterización social general y la evaluación de la capacidad de abastecimiento del río Aipe frente al proyecto, para ello es fundamental conocer los siguientes conceptos:

Distrito de riego. Según la Ley 41 de 1993, un distrito de riego se define como la delimitación del área de influencia de las obras de infraestructura destinadas para dotar a la misma con riego, drenaje o protección contra inundaciones, con el propósito de elevar la productividad agropecuaria.

Caudal. El caudal se puede definir como la cantidad de fluido que se mueve a través de una sección (tubería, caño, ducto, canal) por unidad de tiempo. Usualmente se reconoce con el flujo volumétrico o volumen que pasa por un área determinada en una unidad de tiempo específica (Lamprea Zona, 2019). Se debe tener en cuenta que el caudal de un río puede variar (aumentar o disminuir) dependiendo de la época del año.

Climatología. La climatología estudia el clima, sus variaciones y extremos y su influencia en diferentes actividades (WMO, 2011). En este estudio, se centrará en el análisis de la temperatura y precipitación para así determinar el régimen climático presente en la zona y establecer las épocas secas y de lluvia.

Balance Hídrico

Según el glosario hidrológico de la OMM (2012), el balance hídrico se define como “ La ecuación que expresa el balance entre aportes, salidas y cambios en el almacenamiento en una masa de agua a lo largo de un periodo de tiempo”

Evapotranspiración

La evapotranspiración se puede definir como la combinación de dos procesos individuales, por los que el agua se pierde a través del suelo por evaporación y por otra parte mediante la transpiración. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2006)

Evaporación. Es el proceso por el cual el agua líquida se convierte en vapor de agua (vaporización) y se retira de la superficie evaporante (remoción de vapor). El agua se evapora de múltiples superficies, tales como lagos, ríos, caminos, suelos y la

vegetación mojada. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2006)

Transpiración. Consiste en la vaporización del agua líquida contenida en los tejidos de la planta y su posterior remoción hacia la atmósfera. (Velazquez Perez & Peña Peña, 2019)

Para el cálculo de la evapotranspiración máxima de un cultivo determinado en una zona y tiempo dado, sin restricción alguna al recurso hídrico se conoce como ETc, para lo cual se enfrenta la evapotranspiración potencial (ETP) con el coeficiente del cultivo (Kc), este último representando las características del cultivo y efectos de evaporación promedio del suelo dependiendo de la fase fisiológica del cultivo y esta se puede estimar mediante la siguiente expresión (Cleves L. et al., 2016):

$$ETc = Kc \times ETP \quad \text{(Ecuación 1)}$$

Donde:

ETc: Evapotranspiración Máxima del Cultivo (mm)

Kc: Coeficiente de Cultivo

ETP: Evapotranspiración Potencial (mm)

Método Penman-Monteith FAO 98. Este método desarrollado y estandarizado por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), permite la estimación de la evapotranspiración de referencia, ETo, basada en los elementos meteorológicos como la radiación solar neta, la temperatura del aire, la velocidad del viento y la tensión de vapor del agua, arrojando valores que son conscientes con datos reales del uso del agua en los cultivos obtenidos mundialmente. Este valor es esencial para el manejo de los recursos hídricos en las diferentes actividades agrícolas. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2006).

Coefficiente Pluviométrico. Este coeficiente se le llama al comportamiento pluvial a lo largo de un año y se puede calcular mediante la siguiente expresión en la ecuación N°2 (Villacis Rivadeneira & Marrero de Leon, 2017):

$$Cp = \frac{P_i}{P} \quad (\text{Ecuación 2})$$

Cp: Índice pluviométrico para el mes "i"

P_i: Precipitación observada para el mes "i" (mm)

P: Precipitación promedio mensual

Precipitación efectiva. Es el porcentaje aprovechable de la lluvia total, ya que no toda la lámina de agua precipitada está disponible para la planta debido a pérdidas por intercepción de follaje, percolación profunda, evaporación y escorrentía rápida, se puede determinar por medio de la ecuación N°3 (Cleves L., Toro C., & Martinez B., 2016):

$$Pe = f(D) \times (1,25247 \times P^{0,82416} - 2,93522) \times (10^{0,00095 \times ETc}) \quad (\text{Ecuación 3})$$

Donde:

Pe: Precipitación efectiva (mm)

f(D): Función correctora para un déficit de humedad en el suelo diferente de 75

mm (Para D igual a 78 mm, f(D) es 1,0024)

P: Precipitación media con 75% de probabilidad de ocurrencia

ETc: Evapotranspiración del cultivo (mm)

Encuesta. La encuesta es una técnica utilizada para la investigación, ya que permite obtener y elaborar datos de modo rápido y eficaz (Casas Anguita, et al., 2002). Generalmente es usada como técnica que utiliza procedimientos estandarizados para la recolección y análisis de datos de una muestra representativa de una población mayor donde se pretende describir y/o explicar sus características a interés de la investigación.

Distribución de Gumbel. Este método estadístico es principalmente usado para analizar datos hidrológicos. La ocurrencia de un evento de igual o mayores dimensiones se puede expresar como la ecuación N°4 (Okonofua & Ogbeifun, 2013):

$$X = \bar{X} + K * S \quad \text{(Ecuación 4)}$$

Donde:

\bar{X} : Media de la muestra de valores de precipitación.

K: Factor de frecuencia, depende del periodo de retorno.

S: Desviación estándar de la muestra.

El valor de K se puede determinar por medio de la ecuación N°5:

$$K = \frac{Y_t - Y_n}{S_n} \quad \text{(Ecuación 5)}$$

Donde:

Y_t : Variable reducida, está en función del periodo de retorno y tamaño de la muestra.

Y_n : Media de la variable reducida.

S_n : Desviación de la variable reducida.

El valor de la variable reducida Y se calcula por medio de la ecuación N°6:

$$(Y)t = -\ln \left(\ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right) \quad (\text{Ecuación 6})$$

Donde:

T : Periodo de retorno

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Sistema de coordenadas

Debido a la Resolución 471 de 2020 [IGAC], en el artículo 4 establece: “La proyección cartográfica será definida en un único origen de coordenadas”, en la Tabla 1 se muestran los parámetros establecidos para este Origen Único (CTM12) y utilizados en este estudio.

Tabla 1. Generalidades Cartográficas

Parámetro	Valor
Proyección	Transversa de Mercator
Elipsoide	GRS 1980
Origen: Latitud	4°Norte
Origen: Longitud	73° Oeste
Falso Este	5.000.000
Falso Norte	2.000.000
Unidades	Metros
Factor de Escala	0.9992

2.2. Localización

El municipio de Aipe está ubicado al noroccidente del Departamento del Huila, inscrito sobre el Valle del Río Magdalena, limitado al norte y occidente con el Departamento del Tolima (Municipios de Natagaima, Ataco y Planadas) al oriente con los municipios de Villavieja y Tello, y al sur con el municipio de Neiva.

El municipio ocupa un área total de 801.04 Km² (3.8% total del departamento). Su cota mínima se localiza sobre la desembocadura del Río Patá al Río Magdalena a una altura de 350 metros sobre el nivel de mar, con temperatura promedio anual de 28.4°C y el punto más alto a 2.300 metros sobre el nivel del mar, localizada en la vereda La Unión

(al occidente del municipio con límites con el Departamento del Tolima), y con una temperatura promedio de 13.67°C., Aipe cuenta con varias fuentes hídricas, Aipe, Baché y el Patá (ver Figura 1).

En los estudios previos realizados por el grupo consultor CODESIA LTDA en 2008 y suministrados para realizar éste estudio, indica que el distrito de riego de pequeña escala se encuentra ubicado en la vereda San Antonio Bajo del municipio de Aipe y se diseñó para un área que comprende aproximadamente 4.373 hectáreas, como se muestra en la Figura 1 (*ver en detalle Anexo 1-A-Localización*), con una localización geográfica en un punto medio en Oeste 4.744.859 y Norte 1.912.646. Ellos identificaron y clasificaron como aptas para riego 500 hectáreas netas.

Este trabajo se centró en tres ejes temáticos principales; el primero se enfoca en determinar si existe un uso adecuado del suelo y los tipos de conflictos en el distrito de riego, el segundo en realizar la caracterización social, productiva y demanda hídrica del área de incidencia del proyecto y por último, evaluar la capacidad de abastecimiento de la fuente hídrica río Aipe de acuerdo con la demanda del proyecto.

La información disponible en el banco de proyecto de la alcaldía de Aipe fue realizada por el grupo consultor CODESIA LTDA y se tomó de esta la siguiente información: Línea conducción, cantidad de usuarios, información de estudios de suelos, fuente de abastecimiento.

A continuación, se relaciona la metodología utilizada en el presente estudio, como es un proyecto de pequeña escala se tomó como guía los lineamientos pertinentes plasmados en el “Manual para la preinversión en proyectos de riego en pequeña escala” realizado por la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA) en el año 2019 (Forero Quiñones y Gamboa Pérez, 2019)

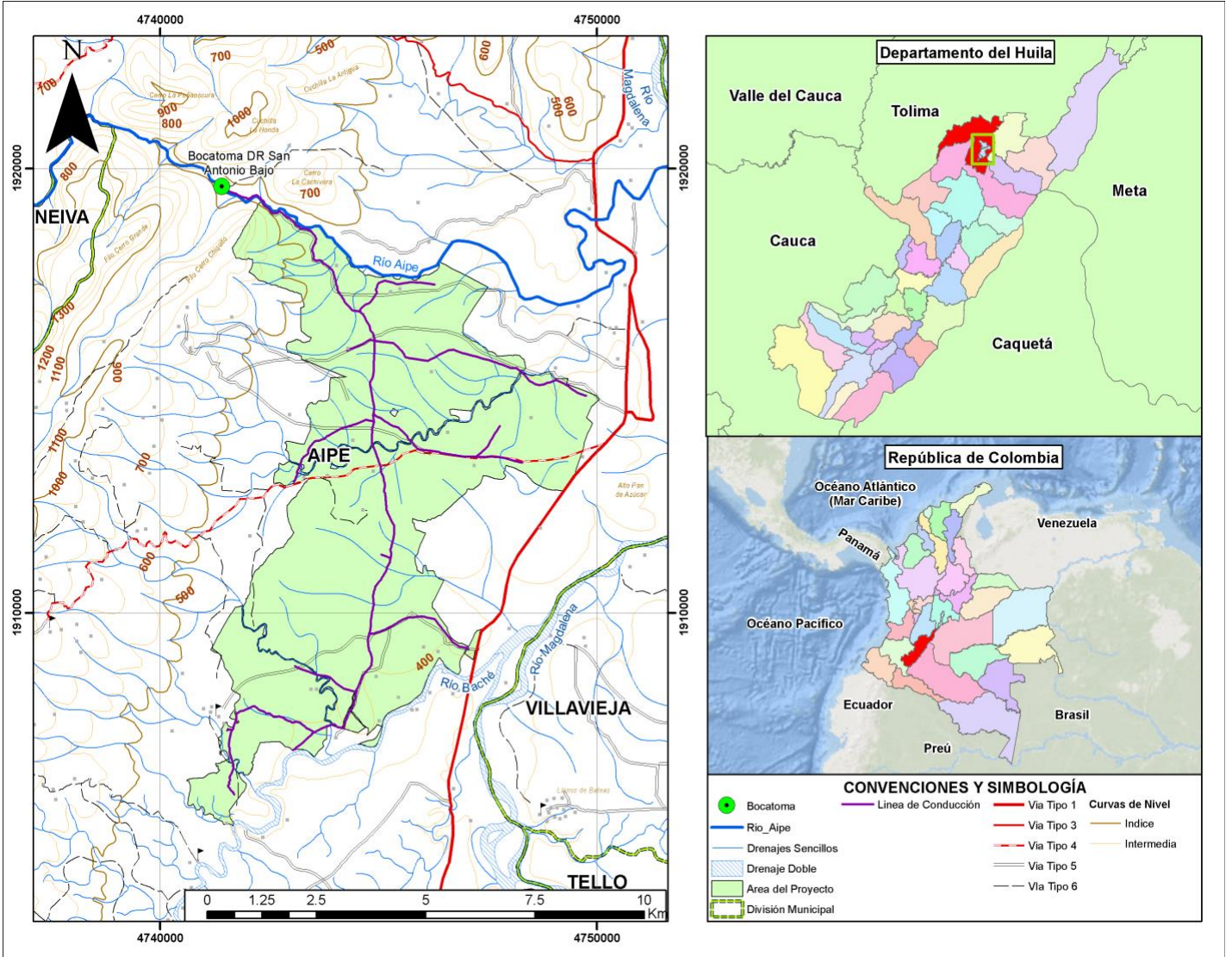


Figura 1. Localización municipio de Aipe.

2.3. Definición del área de estudio

Con el fin de delimitar el área de estudio del proyecto y poder realizar la recolección de información en campo, se trabajó con la línea de conducción y la cantidad de usuarios beneficiados por el distrito, información entregada por el grupo consultor CODESIA LTDA.

Al no contar con una distribución predial suministrada por el grupo consultor, se acude a información catastral oficial del IGAC, obtenida a través del geoportal de Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales (ICDE, 2021).

Para definir el área beneficiada se realizó la superposición de la línea de conducción sobre la información catastral obtenida, partiendo de los 103 usuarios que son mencionados por el grupo consultor, se selecciona esta cantidad de predios tomando los que se encuentran sobre la línea de conducción y/o aledaños a la misma hasta alcanzar el número de beneficiarios.

2.4. Recolección de datos

La información utilizada para el desarrollo de este estudio se divide en dos tipos de información: primaria y secundaria, donde la información primaria es la información levantada en campo y la generada en este estudio. La información secundaria, es la información suministrada por terceros, para esto, se consultaron diferentes fuentes, las cuales fueron entidades territoriales, gubernamentales, con el fin de poder trabajar con la información oficial disponible.

2.5. Información primaria

2.5.1. Información levantada en campo

Para obtener información del uso actual del suelo, lo social y económico en el área del proyecto, se formuló una encuesta de tipo agropecuaria y socioeconómica (Anexo 2), mediante el método estadístico de Muestreo Aleatorio Simple (M.A.S) y un nivel de confianza del 95%, se determinó la muestra significativa de la población objetivo. Con la ayuda de la aleatorización, se seleccionó los usuarios de la muestra a los cuales aplicar la encuesta para una mayor homogeneidad en la información del sitio del proyecto.

2.6. Información secundaria.

2.6.1. Entidades territoriales.

Se solicitó a la Alcaldía del municipio de Aipe los estudios anteriores realizados por la empresa CODESIA LTDA en el año 2008 del Distrito de Riego de Pequeña Escala en la Vereda San Antonio Bajo, con el propósito de extraer información del proyecto, como estudios de suelos, hidroclimatológicos, sociales, línea de conducción, etc.

También fue solicitado el Esquema de Ordenamiento Territorial vigente en el municipio de Aipe aprobado a través del decreto Acuerdo 009 de 2000, con el fin de poder obtener información del uso de la tierra, de mercado, socioeconómica y demás aspectos para el desarrollo del presente estudio.

2.6.2. Entidades gubernamentales

Desde los geoportales de diferentes entidades gubernamentales, fue consultada información para el desarrollo de este estudio. Del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), fue descargada la capa de uso potencial del suelo (IGAC, 2021) y la cartografía básica fue obtenida a través del geoportal de la ICDE, información realizada por el IGAC (ICDE,2021); se descargaron las planchas cartográficas 302 y 323 que se encuentran a una escala 1:100.000

Del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), fue solicitada información climatológica disponible de los últimos 30 años para las diferentes estaciones de monitoreo que se muestran en la Figura 2.

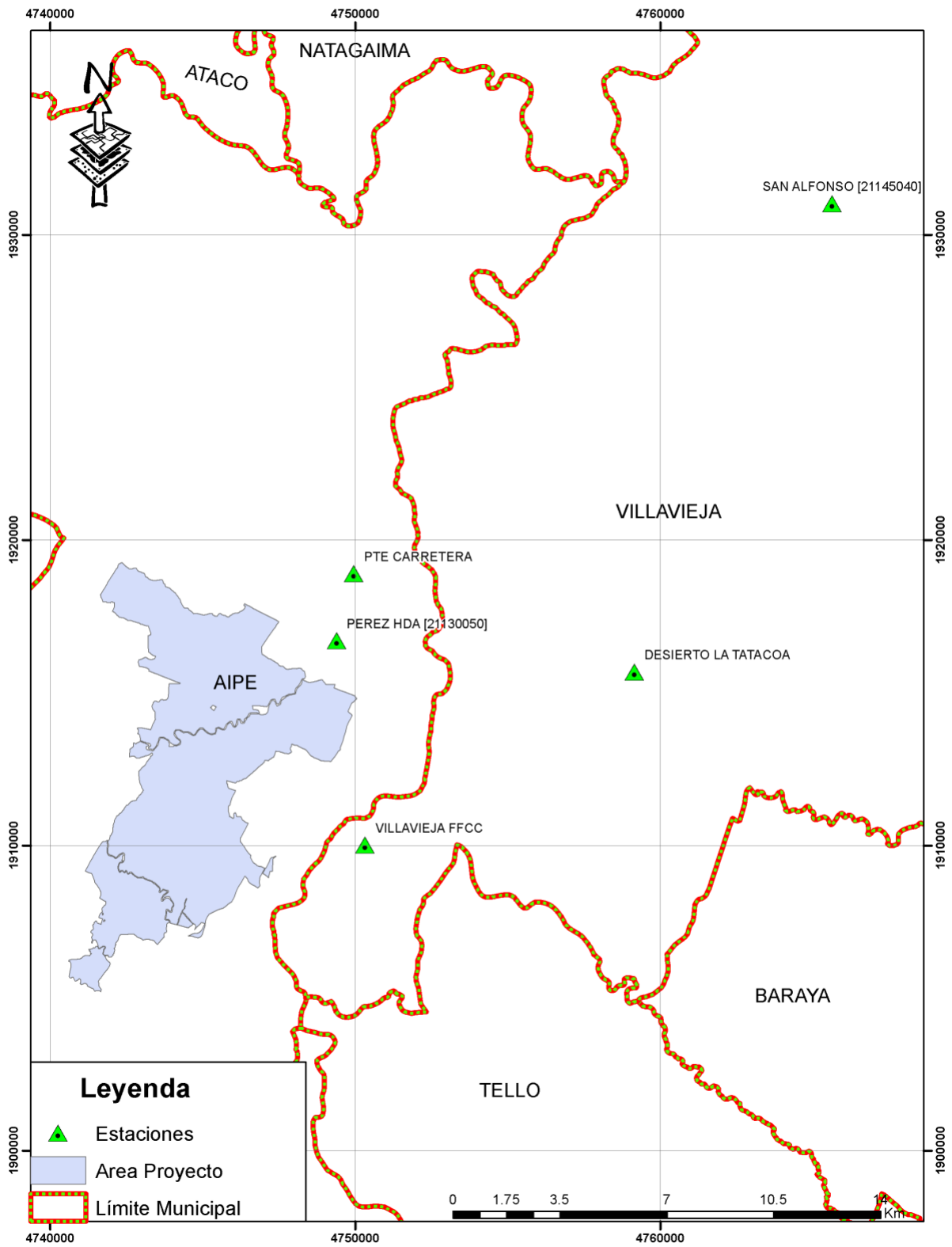


Figura 2. Localización de estaciones del IDEAM disponibles para el estudio.

2.7. Conflicto de uso del suelo

Para el desarrollo de este capítulo se utilizó de la información del EOT los mapas de capacidad de uso, cobertura y uso actual y conflicto de uso del suelo. Para este estudio, a estos mapas se le realizaron actualizaciones al área de influencia del distrito por medio de imágenes satelitales disponibles en el software ArcGIS versión 10.8 de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Surcolombiana, en la Ilustración 1 se muestra la información de la misma. Para corroborar la información obtenida, se realizaron visitas a campo para un ajuste y corrección; el mapa de capacidad de uso se actualizó usando datos abiertos del IGAC, subdirección de Agrología. Hecho esto, se generó un nuevo mapa de conflicto de uso del suelo, a continuación se describe la metodología para poder realizar la actualización y un posterior análisis comparativo.

Location: -8.383.954,949 362.546,311 Meters	
Field	Value
OBJECTID	1959082
Shape	Polygon
DATE (YYYYMMDD)	20210114
RESOLUTION (M)	0.46
ACCURACY (M)	5
DESCRIPTION	GE01
MinMapLevel	12
MaxMapLevel	17
SOURCE_INFO	Vivid
DrawOrder	80
SRC_DATE2	1/14/2021
SOURCE	Maxar
BlockName	Null
ReleaseName	Null

Ilustración 1. Información de la imagen del software ArcGIS.

2.7.1. Capacidad de uso del suelo

2.7.1.1 Capacidad de uso EOT

Se extrajo la información de la capacidad de uso establecida en el EOT del municipio de Aipe, posteriormente se identificaron y se describieron las diferentes clases

y subclases presentes en el área del distrito siguiendo la metodología para la clasificación de las tierras por su capacidad de uso adaptada y presentada por el IGAC, siendo el principal factor para esta categorización, las limitantes permanentes existentes para su uso (IGAC, 2014); se realizó una nueva clasificación de las clases encontradas según el uso potencial del suelo y se cuantificó para cada una.

2.7.1.2 Actualización capacidad de uso actual

A través de la información disponible en el GEOPORTAL del IGAC, en la sección de Agrología se descargó el mapa de Capacidad De Uso De Tierras Del Territorio Colombiano a una escala 1:100.000, Departamento: Huila. Se extrajo del mapa el área de influencia del distrito, identificando y describiendo las diferentes clases de capacidad de uso según lo establecido por el IGAC, 2014. Se realizó una nueva clasificación a las clases encontradas según el uso potencial de los suelos y se cuantificó para cada una.

2.7.1.3 Análisis de la capacidad de uso de suelo actual frente al EOT

Al identificar las clases y subclases según sus limitantes para el uso y realizada la nueva clasificación según el uso potencial asignado para el área de estudio, se compararon y analizaron los distintos cambios identificados frente a los usos potenciales del suelo y el área disponible para cada uno entre el EOT y lo identificado actualmente.

2.7.2. Cobertura y uso actual del suelo

2.7.2.1 Cobertura y uso actual EOT

Se extrajo la información del mapa de Cobertura y Uso Actual del suelo establecida en el EOT para el área de estudio, clasificada por medio de la metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia y presentada por el IDEAM (IDEAM,2010). Posteriormente se realizó una nueva clasificación donde se identificaron los tipos de usos presentes asociando un uso del suelo de acuerdo a la cobertura identificada según la

Leyenda De Usos Agropecuarios Del Suelo y cuantificando el área de cada una. (IGAC, 2015)

2.7.2.2 Actualización de la cobertura y uso actual

A partir del mapa de cobertura y uso del suelo del EOT y teniendo como base la imagen satelital utilizada del software ArcGIS de características presentadas en la Ilustración 1, se hizo un contraste y una actualización de la cobertura establecida por el municipio para el área de estudio. Se realizó la extracción de la cobertura actual clasificadas según la metodología CORINE Land Cover (IDEAM,2010); fueron identificadas, cuantificadas y verificadas en campo las nuevas coberturas durante la aplicación de la encuesta agropecuaria (Anexo N° 2), para contrastar la certeza de la interpretación y delineación correcta de la cobertura y poder al final obtener calidad de información. Posteriormente, se clasificaron nuevamente según la leyenda de uso agropecuario del suelo del IGAC, asociando el uso del suelo según la cobertura identificada y cuantificando el área de cada una.

2.7.2.3 Análisis de la cobertura y uso actual de suelo frente al EOT

Realizada la nueva clasificación para las dos capas (EOT y Actualizada) según la Leyenda De Usos Agropecuarios Del Suelo identificada en el área de estudio, se realizó el análisis comparativo entre lo encontrado en el EOT y en la cobertura actualizada, identificando los cambios en los usos dados al suelo y áreas de cada una.

2.7.3. Conflicto de uso del suelo

2.7.3.1 Conflicto de uso del suelo EOT

Para realizar este mapa de conflicto de uso se tuvo como base la información de los mapas de capacidad de uso y uso del suelo para el área de estudio identificados en el EOT. Por medio de la herramienta dispuesta en el software ArcGIS, *Intersect*, se llevó a cabo una superposición de las dos capas permitiendo analizar la magnitud entre el uso actual del suelo y el uso potencial del mismo, clasificando y cuantificando el tipo de

conflicto presente en los niveles de adecuado, inadecuado, sobreutilizado y subutilizado como se evidencia en la Tabla 2. Para establecer las áreas que presenten un uso adecuado y un uso inadecuado de la tierra, se utilizó el software ArcGIS, en donde se estableció que cuando la utilización del suelo se encuentre por encima de la vocación natural para la producción, este suelo tendrá un conflicto de uso por sobreexplotación o sobreutilización, cuando la utilización del suelo se encuentre por debajo de la vocación natural del suelo, este tendrá un conflicto de uso por subutilización, cuando el suelo esté siendo utilizado con vocaciones agropecuarias y su uso potencial sea para protección y/o recuperación, este presentará un uso inadecuado, por lo tanto, cuando el uso del suelo concuerda con la vocación natural para producir, no hay conflicto de uso, se califica como uso adecuado.

Tabla 2. Clasificación tipo de conflicto de uso del suelo.

USO ACTUAL	USO POTENCIAL	CONFLICTO
Cultivos Permanentes	Cultivos Permanentes	Adecuado
	Cultivos Semipermanentes o transitorios	Subutilizado
	Pastos intensivos y semintensivos	Sobreutilizado
	Protección y/o Recuperación	Inadecuado
Cultivos Semipermanentes o Transitorios	Cultivos Permanentes	Subutilizado
	Cultivos Semipermanentes o transitorios	Adecuado
	Pastos intensivos y semintensivos	Sobreutilizado
	Protección y/o Recuperación	Inadecuado
Pastos intensivos y semintensivos	Cultivos Permanentes	Subutilizado

	Cultivos Semipermanentes o transitorios	Subutilizado
	Pastos intensivos y semintensivos	Adecuado
	Protección y/o Recuperación	Inadecuado
Bosques	Cultivos Permanentes	Subutilizado
	Cultivos Semipermanentes o transitorios	Subutilizado
	Pastos intensivos y semintensivos	Subutilizado
	Protección y/o Recuperación	Adecuado
Tierras Inactivas	Protección y/o Recuperación	Adecuado

2.7.3.2 Conflicto de uso del suelo actualizado

Para obtener este mapa de conflicto de uso, se tuvo como información base el mapa de capacidad de uso de suelo de la sección de Agrología del IGAC y el mapa de uso del suelo actualizado de la cobertura identificada a partir de la fotografía satelital del software ArcGIS para el área de estudio, mediante la herramienta *Intersect*, se obtuvieron las áreas de conflicto entre el uso actual del suelo y el uso potencial, clasificando y cuantificando los niveles mencionados anteriormente en la Tabla 2.

2.7.3.3 Análisis del conflicto de uso de suelo actual frente al EOT

Se realizó la identificación y análisis en los cambios encontrados para el conflicto de uso en el EOT y el conflicto de uso actualizado, cuantificando los niveles de conflicto encontrados para cada uso del suelo y analizando los posibles cambios.

2.8. Metodología para el diagnóstico social

2.8.1. Demografía

Para la caracterización social de la zona, se realizó de dos formas, la primera es por medio de la recolección de toda la información consignada en:

- El Esquema de Ordenamiento Territorial vigente del municipio.
- Planes de desarrollo municipal.
- Sisbén del municipio.

En segundo lugar, se obtuvo la información sobre el estado actual del área de influencia del distrito de riego, se adoptó el censo por muestreo directo aplicando la Encuesta Censo De Usuarios, Agropecuario Y Socioeconómico (Anexo N°2).

2.8.2. Censo por muestreo directo

El censo por muestreo directo se fundamenta en la recolección de información directamente en campo, dicho censo se realizó por medio de la encuesta establecida. Para obtener una mejor visión del estado en que actualmente se encuentran los pobladores de la zona de influencia directa del área de riego, esta encuesta se aplicó a los beneficiados del distrito.

La información recolectada se utilizó para caracterizar la población en las diferentes zonas; para ello se obtuvo una muestra de 45 usuarios de los 103 beneficiados con el proyecto

2.8.3. Encuesta socioeconómica y agropecuaria

Se elaboró un formato de encuesta con el fin de recopilar la información directamente de la fuente (usuarios del distrito de riego) y así poder conocer la situación actual de la zona donde se ejecutará el proyecto (Anexo N°2).

Esta encuesta contiene cuatro temáticas principales, las cuales se enuncian a continuación:

- Estudio demográfico

- Situación agropecuaria
- Producción de cultivos
- Limitantes de la producción.

La aplicación de la encuesta elaborada para este estudio se hizo principalmente en las veredas San Antonio Bajo y Ventanas, pertenecientes al área de influencia del distrito de riego, para la estimación del número de encuestas a aplicar se realizó un muestreo aleatorio simple.

2.8.3.1 Determinación de la muestra

Para calcular el número de muestra de la población finita a encuestar, se utilizó la metodología planteada por (Martínez Bencardino, 2012) y se evidencia el método matemático en la ecuación N°7, para este cálculo se tomó un nivel de confianza significativo (95%) y se obtuvo una muestra de 45 de 103 beneficiarios, seleccionados por medio de la aleatorización en Excel.

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q} \quad (\text{Ecuación 7})$$

Donde:

N = Total de la población

Z_{α} = 1.96 al cuadrado (este caso el N.C es del 95%)

P = proporción esperada (en este caso 5% = 0.05)

q = 1 – p (en este caso 1-0.05 = 0.95)

d = precisión (en esta investigación se usó un 5%).

2.8.3.2 Agrupación de datos

La información recolectada de los beneficiarios del proyecto para que presentara una distribución adecuada, se optó usar la tabla de frecuencias agrupada por rangos según el área de tierra beneficiada con el proyecto.

2.9. Disponibilidad hídrica del distrito

2.9.1. Recopilación y análisis de información:

Una vez se reconoció e identificó el área de estudio, se recolectó toda la información relacionada con el distrito de riego, esta fue utilizada para el análisis hidroclimatológico del mismo, como:

- Esquema de Ordenamiento Territorial del Municipio de Aipe. Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena CAM, 2000.
- Información cartográfica IGAC.
- Registros de Estaciones Meteorológicas e Hidrológicas – IDEAM.
- Estudios realizados para el distrito de riego.

2.9.2. Probabilidad de ocurrencia de lluvias del 50% y 75%

Se utilizó la metodología descrita por Gutiérrez Lozano et al., 2011, además se solicitó la información de estaciones meteorológicas del IDEAM, que proporcionan información de temperatura, pluviometría, humedad relativa y caudales del área de estudio con el fin de analizar y obtener valores de series históricas. Para la obtención de la probabilidad de ocurrencia se utilizó el método matemático empírico de Weibull descrito en la ecuación N°8.

$$P = \frac{m(100)}{n+1} \quad (\text{Ecuación 8})$$

donde:

P: probabilidad de ocurrencia

m: el número de orden

n: el número total de datos

2.9.3. Cálculo de la evapotranspiración potencial

Para obtener el valor de la evapotranspiración potencial (ETP), se usó el software libre dispuesto por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura- FAO, ETO CALCULATOR. Este programa de computación permite el cálculo de la evapotranspiración potencial con base a datos climáticos (diarios, decadales y mensuales) de temperatura del aire, humedad del aire, velocidad del viento, brillo y radiación solar; calculado por el método de Penman – Monteith, que dio a conocer la FAO en la serie Riego y Drenaje N°56 como el procedimiento con valores consistentes y reales del uso del agua en los cultivos mundiales, también la limitada disponibilidad de información meteorológica en las estaciones (FAO, 2006). Para la alimentación de datos del software se utilizaron datos de la estación ordinaria del IDEAM cercana seleccionada, estación San José, además de otros estudios realizados anteriormente en la zona.

2.9.4. Régimen de humedad de Thornthwaite

El régimen de humedad de Thornthwaite, es una alternativa para expresar la disponibilidad hídrica, este es una relación o combinación del índice de humedad y del índice de aridez.

El índice de humedad se expresa como porcentaje respecto a la ETP anual y representa los excesos de agua en el suelo, lo contrario ocurre con el índice de aridez, que relaciona la precipitación y la ETP en un periodo determinado, se puede determinar con la ecuación N°9 y según el resultado obtenido se puede clasificar como en la Tabla 3 (Ávila et al., 2015-2016).

$$I_m = I_h + (0,6 * I_a) \quad \text{(Ecuación 9)}$$

Donde:

I_m : Régimen de humedad

I_h : Índice de humedad

I_a : Índice de aridez.

Tabla 3. Clasificación climática para diferentes tipos de climas según el índice de humedad de Thornthwaite.

CLIMAS HUMEDOS		
SIMBOLO	TIPO DE CLIMA	INDICE HUMEDAD
A	Súper húmedo	> 100
B4	Muy húmedo	80 a 100
B3	Húmedo	60 a 80
B2	Moderadamente húmedo	40 a 60
B1	Ligeramente húmedo	20 a 40
C2	Sub húmedo húmedo	0 a 20
CLIMAS SECOS		
C1	Subhúmedo seco	0 a -20
D	Semiárido seco	-20 a -40
E	Árido	-40 a -60

FUENTE: (DEB consulting, s.f.)

2.9.5. Módulo de riego

Determina el flujo continuo de agua requerido por una hectárea de cultivo, se puede calcular este valor por medio de la ecuación N° 10:

$$MR = LN * \left(\frac{1000}{3600 * N^{\circ} \text{ días mes} * N^{\circ} \text{ horas riego}} \right) \quad (\text{Ecuación 10})$$

Donde:

MR: Módulo de riego (L/s).

LN: Lámina Neta (m³/s).

N° días mes: Número de días del mes a calcular.

N° horas riego: Cantidad de horas de riego.

2.10. Capacidad de abastecimiento fuente hídrica

Para determinar la oferta hídrica, que es el volumen disponible de agua para poder satisfacer la demanda generada por las actividades socioeconómicas del ser humano. Contar con información del caudal del río, la confiabilidad y la extensión de las series históricas, son parámetros que influyen en la estimación de la oferta hídrica. Según el IDEAM, 2004 citado por Pérez Gordo, 2014, cuando las series históricas de los caudales son confiables y extensas, la oferta hídrica de esa cuenca es el caudal medio anual del río.

Este parámetro en el proyecto está dado para la corriente principal del río Aipe, que mediante el análisis de información de caudales (medios, mínimos y máximos) registrados por la estación del IDEAM, PTE. CARRETERA para serie de 30 años (1990-2020), se puede hacer una planificación para el uso del recurso hídrico.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Capacidad de uso del suelo

3.1.1. Capacidad de uso del EOT

En la Tabla 4 y en la Figura 3 (*ver en detalle Anexo 1-B-CapacidadUsoEOT*), se presentan las clases de la Capacidad De Uso del suelo y su distribución establecido en el EOT, evidenciando que la mayor parte de los suelos son de clase 8, estos representan un 72,88% del área de influencia del proyecto, siendo no aptos para la explotación agropecuaria ante su condición de conservación por sus suelos mayormente escarpados teniendo un uso potencial asociado para la protección y/o recuperación, el 26,61% del área es de clase 5 con limitaciones en el suelo (s) para el desarrollo de la agricultura y/o ganadería intensiva y con déficit de humedad (h) por las condiciones climáticas presentes. Esta clase de capacidad presenta algunas limitantes para el uso que son posibles adecuar o eliminar con cierto grado de dificultad y con altos costos económicos haciendo que el uso potencial asociado del suelo sea para pastoreo semintensivo, además, habiendo modificado estas limitaciones en el suelo éste puede ser clasificado en una clase 2 a 4 (IGAC,2014). Por último, se evidencia que solo el 0,51% del área es de la clase 4 con limitantes en el suelo (s) que restringen el desarrollo agrícola a cultivos específicos y siendo aptos para la ganadería manejada con cultivos de pastos tecnificados pero con labores cuidadosas de manejo y conservación, también limitantes por erosión (e) y de clima (c) en el déficit de abastecimiento de agua, asociando el uso potencial de esta clase para pastoreo intensivo.

Tabla 4. Clasificación de los suelos según su capacidad de uso en el EOT.

SÍMBOLO	CLASE	SUBCLASE	DESCRIPCIÓN	USO POTENCIAL	ZONA DEL PROYECTO	
					ÁREA (ha)	%
8	8	-	Son tierras generalmente escarpadas, localizadas en el paisaje de piedemonte de clima cálido seco a muy seco. Las limitaciones de uso son muy severas tanto climáticas como de erosión y edáficas, son tierras marginales, que no se pueden aprovechar en cultivos comerciales, sino que se dedican a zonas de protección forestal, reforestaciones y parques naturales.	Protección y/o recuperación	3.862,34	72,88
5sh	5	sh	Son tierras moderadas a ligeramente quebradas en un clima cálido seco a muy seco. Presentan como limitantes en los suelos un déficit de humedad y una alta susceptibilidad a la erosión, presentando una profundidad efectiva superficial y en algunos moderadamente profundos.	Pastoreo semintensivo	1.405,14	26,61
4sec	4	sec	Son tierras ligeramente inclinadas a moderadamente quebradas, localizadas en clima cálido seco a muy seco en el paisaje de piedemonte. Tiene como limitante la pendiente, la susceptibilidad a la erosión, limitaciones por suelo y clima.	Pastoreo Intensivo	26,87	0,51
TOTAL					5.294,35	100

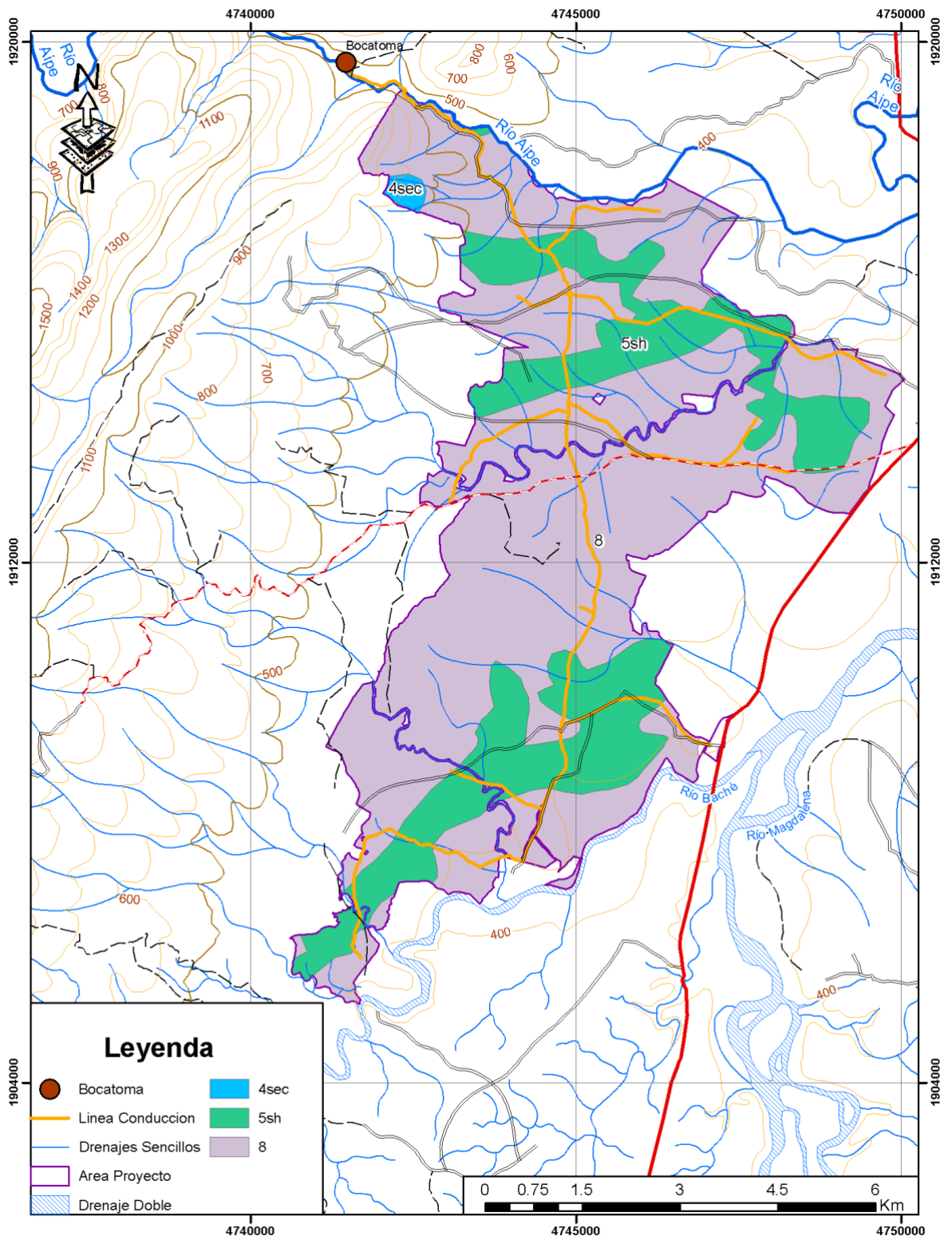


Figura 3. Mapa de Capacidad de Uso del EOT.

3.1.2. Capacidad de uso actual del suelo

A partir de la información suministrada por del grupo consultor CODESIA, dentro del área de influencia se identificaron cinco (5) diferentes clases de capacidades de uso del suelo, en la Tabla 5 se presenta cada clase identificada y en la Figura 4 (*ver en detalle Anexo 1-C-CapacidadUso*) la distribución de cada una, con sus respectivos usos potenciales asociados y sus limitantes.

Tabla 5. Capacidad de uso actual del suelo con su uso potencial.

SÍMBOLO	CLASE	SUBCLASE	DESCRIPCIÓN	USO POTENCIAL	ZONA DEL PROYECTO	
					ÁREA (ha)	%
3s	3	s	Son tierras de mayor aptitud para agricultura con riego, pueden producir rendimientos progresivos en un grupo numeroso de cultivos, adaptados a las condiciones climáticas, presentan algunas limitaciones edáficas.	Cultivos permanentes o transitorios semintensivos.	813,07	15,36
4sec	4	sec	Son tierras ligeramente inclinadas a moderadamente quebradas, localizadas en clima cálido seco a muy seco en el paisaje de piedemonte. Tiene como limitante la pendiente, la susceptibilidad a la erosión, limitaciones por suelo y clima.	Pastoreo Intensivo	3.106,47	58,67
6s	6	s	Tierras fuertemente onduladas a quebradas, en clima cálido seco a muy seco, tienen como limitante susceptibilidad al deterioro y moderado de erosión, limitaciones por suelo condicionando a cultivos que puedan adaptarse.	Pastoreo Semintensivo	367,84	6,95
7sc	7	sc	Tierras moderadamente quebradas a moderadamente escarpadas, en climas cálidos y muy secos. Tienen como limitantes de uso las pendientes, alta susceptibilidad a la erosión y baja precipitación.	Protección	1.001,63	18,92

8	8	-	Son tierras generalmente escarpadas, localizadas en el paisaje de piedemonte de clima cálido seco a muy seco. Las limitaciones de uso son muy severas tanto climáticas como de erosión y edáficas, son tierras marginales, que no se pueden aprovechar en cultivos comerciales, sino que se dedican a zonas de protección forestal, reforestaciones y parques naturales.	Protección y/o recuperación	5,37	0,10
TOTAL					5.294,35	100

Actualmente en la zona se encuentran el 15,36% de suelos con capacidad de uso de clase 3, estos presentan limitaciones moderadas y restricciones de uso en el suelo (s), reduciendo las posibilidades en la selección de cultivos agronómicos e intensificando y dificultando las labores de conservación y manejo; asociando el uso potencial del suelo para algunos cultivos permanentes o transitorios de explotación semintensiva. Las principales áreas con estas limitaciones también pueden utilizarse en ganadería intensiva manejadas con pastos de buen rendimiento.(IGAC, 2014). El 58,67% en presencia de la clase 4, presentando limitaciones en el suelo (s), por erosión (e) y clima (c); siendo tierras marginales para la agricultura intensiva y presentando uso potencial asociado al pastoreo intensivo, requiriendo labores cuidadosas a intensivas de mantenimiento y conservación para poder conseguir producciones óptimas de forma continua. La clase 6 representa el 6,95% con limitaciones en el suelo (s), permitiendo el desarrollo de algunos cultivos permanentes o semipermanentes bajo la práctica de actividades culturales y mecánicas para la conservación del suelo. Un uso alternativo y potencial para las tierras de esta clase es el pastoreo semintensivo, dando un uso adecuado de potreros y evitando el sobre pastoreo. Los suelos clase 7 con 18,82%, presentan limitaciones severas en el suelo (s), siendo inapropiadas para el libre desarrollo de cultivos y de la ganadería. Las áreas enmarcadas dentro de esta clase de capacidad presentan también limitación de

clima (c) por sus distribución y bajas precipitaciones, un uso potencial asociado para estas tierras es de protección y desarrollo forestal. Finalmente, el 0,10% del área presenta suelos de clase 8 que se encuentran con limitaciones severas para el desarrollo de actividades agrícolas y pecuarias, el uso potencial asociado para estas tierras son para protección y/o recuperación.

3.1.3. Análisis de la capacidad de uso del suelo actual frente al EOT

Posteriormente a la identificación de las clases de capacidad de uso y sus limitantes presentes en la zona de influencia del distrito y realizada la nueva clasificación de estas clases por su uso potencial asociado, se encontraron diferentes tipos de usos potencial del suelo con respecto a lo establecido en el EOT en el año 2000, evidenciando la aparición de nuevas clases de capacidad de uso.

Para el EOT se identificaron tres (3) clases y usos potencial del suelo, donde la mayor extensión con 3.862,34 ha (72,88%) tenía uso potencial para protección y/o recuperación, seguido de 1.405,14 ha (26,61%) que su uso potencial era para realizar labores de pastoreo semintensivo y finalmente 26,87 ha (0,51%) estaban potencialmente para labores de pastoreo intensivo. Para el año 2021, con la información usada en este estudio, se identificaron cinco (5) clases de capacidad y usos potencial del suelo evidenciando el cambios en el área con respecto al EOT de uso potencial para labores de pastoreo intensivo con 3.106,47 ha (58,67%), 1.001,63 ha (18,92%) están potencialmente para uso en protección y 5,37 ha (0,10%) para protección y/o recuperación disminuyendo el porcentaje del suelo destinado para labores de cuidado y conservación, 813,07 ha (15,36%) aparecen y presentan un uso potencial para el desarrollo de la agricultura en cultivos permanentes o transitorios semintensivos, 367,84 ha (6,95%) permiten el desarrollo del pastoreo semintensivo pero con restricciones en el uso del suelo, disminuyendo las tierras aptas en la zona del distrito para el desarrollo de esta práctica.

Finalmente, para el área de influencia se muestran nuevos usos potenciales a través de cambios transicionales que se pudieron dar en el paso de los años, sin embargo la reducción de áreas destinadas para la protección y conservación son resultado de la necesidad del aprovechamiento del recurso suelo.

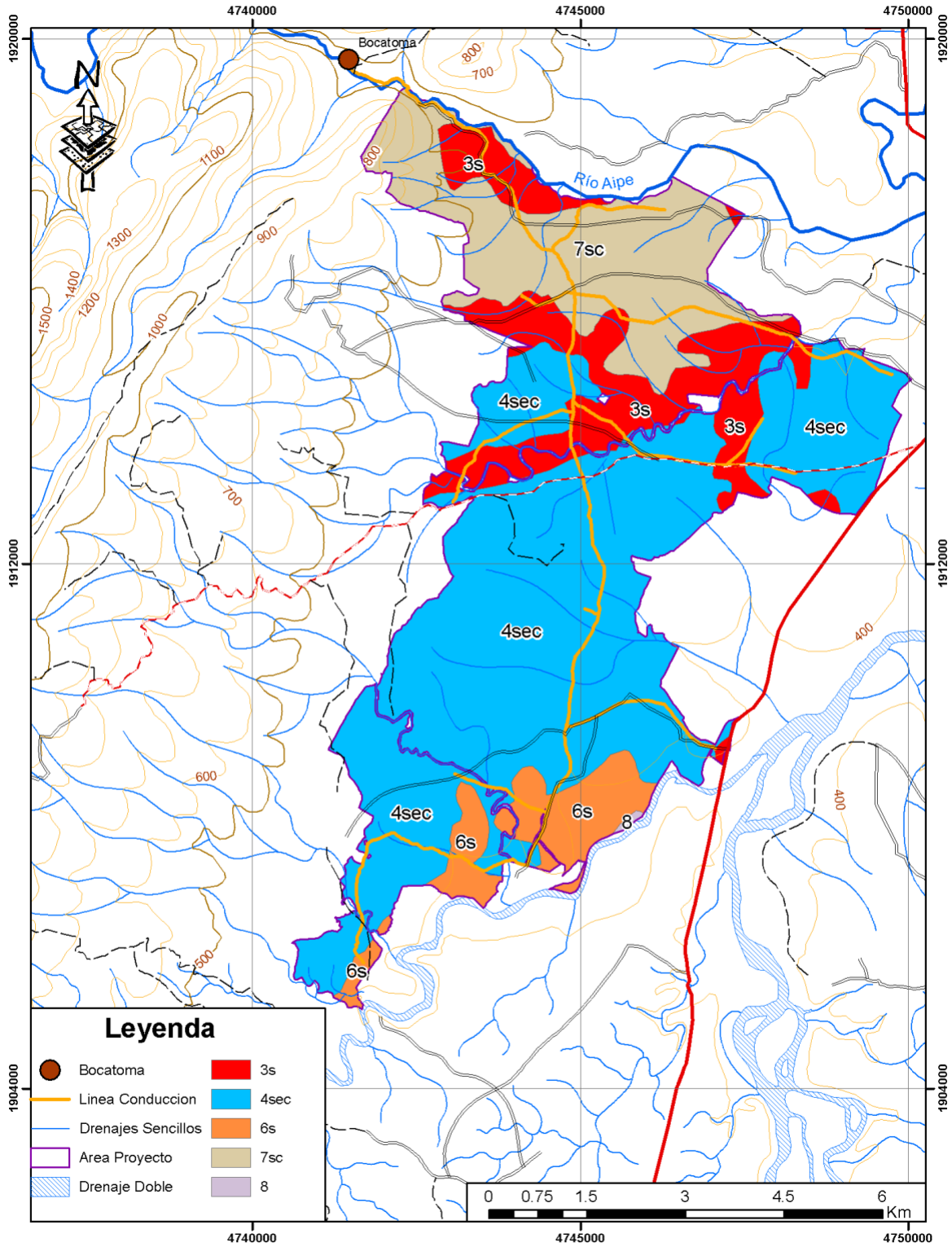


Figura 4. Mapa de Capacidad de Uso Actual.

3.2. Cobertura y uso actual del suelo

3.2.1. Cobertura y uso actual del suelo del EOT.

En la Figura 5 (*ver en detalle Anexo 1-D-CoberturaEOT*) y en la Tabla 6 se presenta la distribución de las coberturas identificadas en la zona de estudio, se clasificó nuevamente la información obtenida en la Tabla 7, donde se tuvo como principal objetivo el uso del suelo ligado a la cobertura presente.

Tabla 6. Coberturas presentes área de estudio en el EOT.

COBERTURA DEL SUELO	ÁREA (ha)	%
Cultivo de Arroz	295,16	5,6
Cacao	160,72	3,0
Pastos Manejados	192,23	3,6
Pastos con Rastrojos	4.022,24	76,0
Pasto naturales	527,32	10,0
Bosque Fragmentado	96,69	1,8
TOTAL	5.294,36	100,00

Tabla 7. Distribución del uso de suelo actual según el EOT para el área de estudio.

USO DEL SUELO EOT	ÁREA (ha)	%
Cultivos Permanentes (cacao)	160,72	3,04
Cultivos Transitorios (arroz)	295,16	5,57
Pastos Intensivos y semintensivos (con rastrojo, naturales, manejados)	4.741,79	89,56
Bosques (B. Fragmentado)	96,69	1,83
TOTAL	5.294,36	100,00

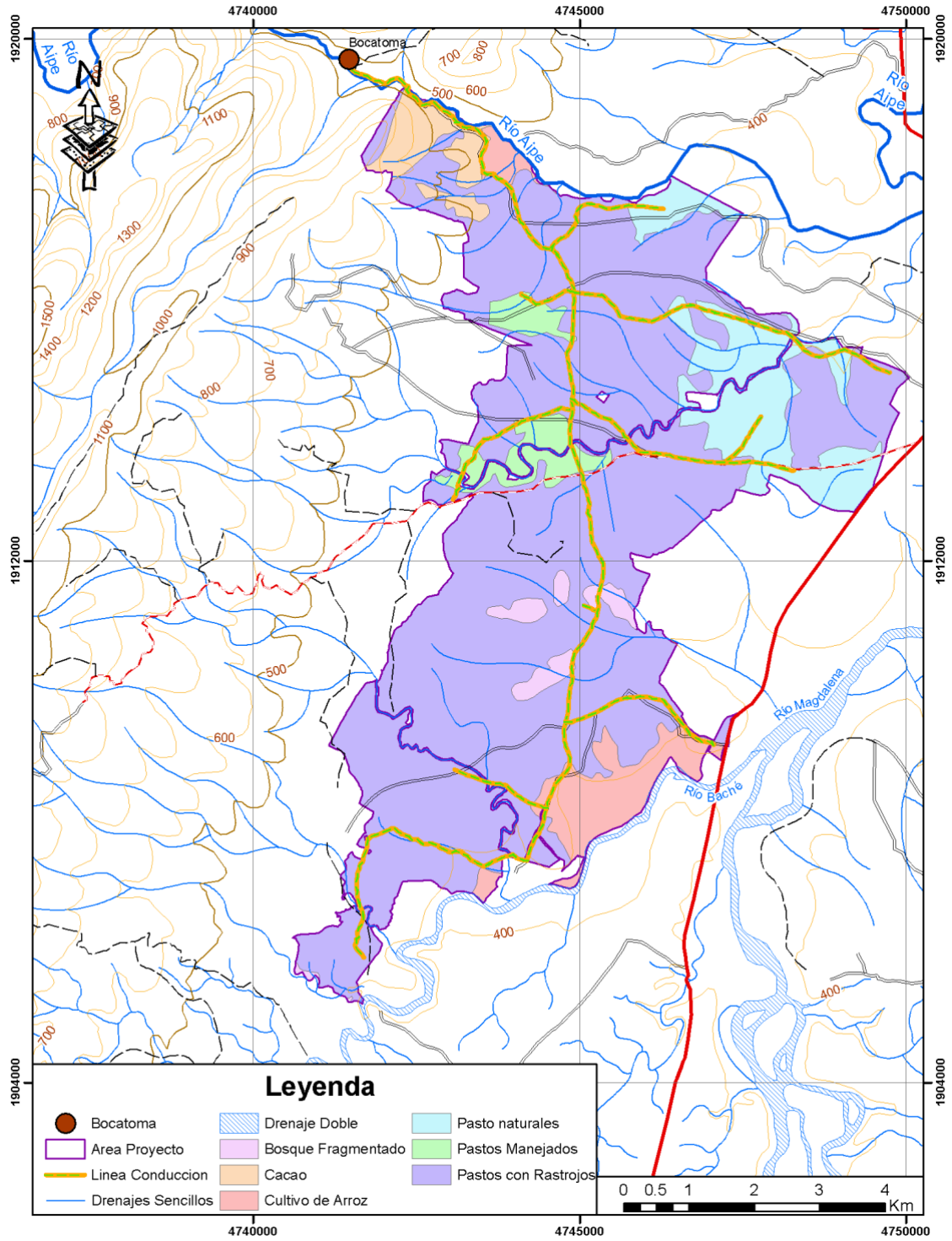


Figura 5. Cobertura del suelo según el EOT.

En la Figura 6 (*ver detalle Anexo 1-E-UsosActualEOT*) se muestra la distribución en zona de estudio de seis (6) tipos de coberturas identificadas donde asociadas a un uso del suelo se clasificó que el 89,56% (4.741,79 ha) del área, existe presencia de pastos pudiendo encontrar una mezcla con rastrojo, naturales y manejados; el 8,61% (455,88 ha) se encuentran en uso agrícola para el desarrollo de cultivos permanentes y transitorios, al mismo tiempo el 1,83% (96,69 ha) en la zona se encuentra en uso de bosques como bosque fragmentado.

3.2.2. Actualización cobertura y uso actual del suelo.

Para realizar la actualización de la cobertura se tuvo como base la imagen satelital disponible en el software ArcGIS (Ilustración 1), identificando ocho (8) diferentes tipos de coberturas en la zona de estudio y su distribución se muestra en la Figura 7 (*ver en detalle Anexo 1-F-CoberturaActual*). Se clasificó la cobertura nuevamente según el uso actual del suelo y en la Tabla 8 se presenta la información obtenida.

Tabla 8. Coberturas presentes en el área de estudio.

COBERTURA DEL SUELO	AREA (ha)	%
Cultivo de Arroz	295,04	5,57
Pastos Con Rastrojo	3.656,32	69,04
Pastos Manejados	308,12	5,82
Pastos Naturales	527,32	9,96
Bosque Fragmentado	269,58	5,09
Rastrojo	83,93	1,59
Bosque Galería	149,47	2,82
Cultivo Arbóreo	4,58	0,11
TOTAL	5.294,36	100,00

Durante el trabajo de campo, fue posible evidenciar algunos usos actuales del suelo en la cobertura presente (Imagen 1), clasificadas nuevamente y presentadas en la Tabla 9, siguiendo criterio de generalización usado por CORNARE, 2017 en cuanto a unidades menores a cinco hectáreas (<5 ha) rodeadas por una unidad mayor a 25 ha, se agrega la unidad menor a la de mayor extensión, para este caso, el cultivo arbóreo

encontrado (0,11%) está rodeado de una mayor extensión en presencia de pastos con rastrojo que corresponde al 69,04% de la cobertura identificada.

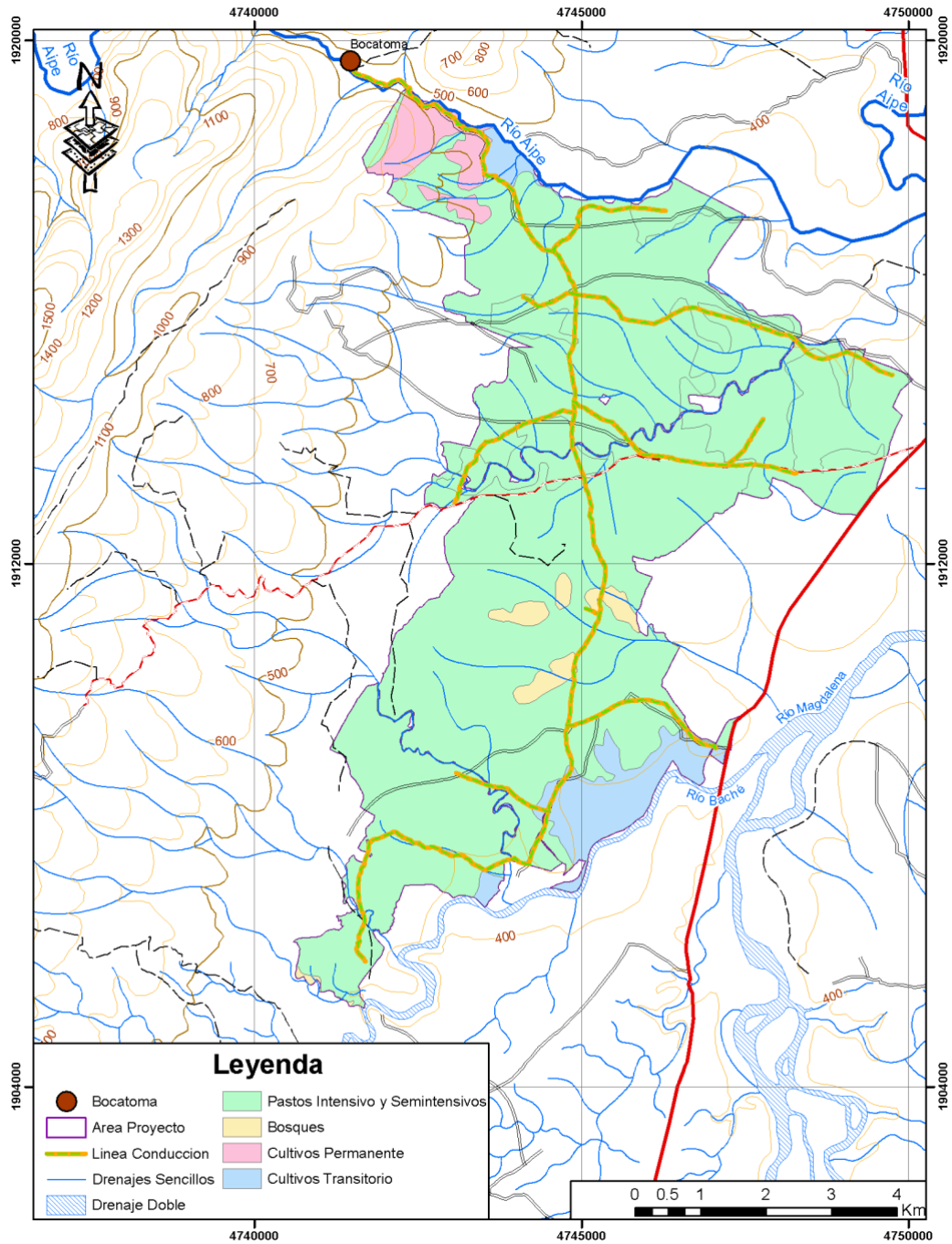


Figura 6. Uso actual del suelo EOT

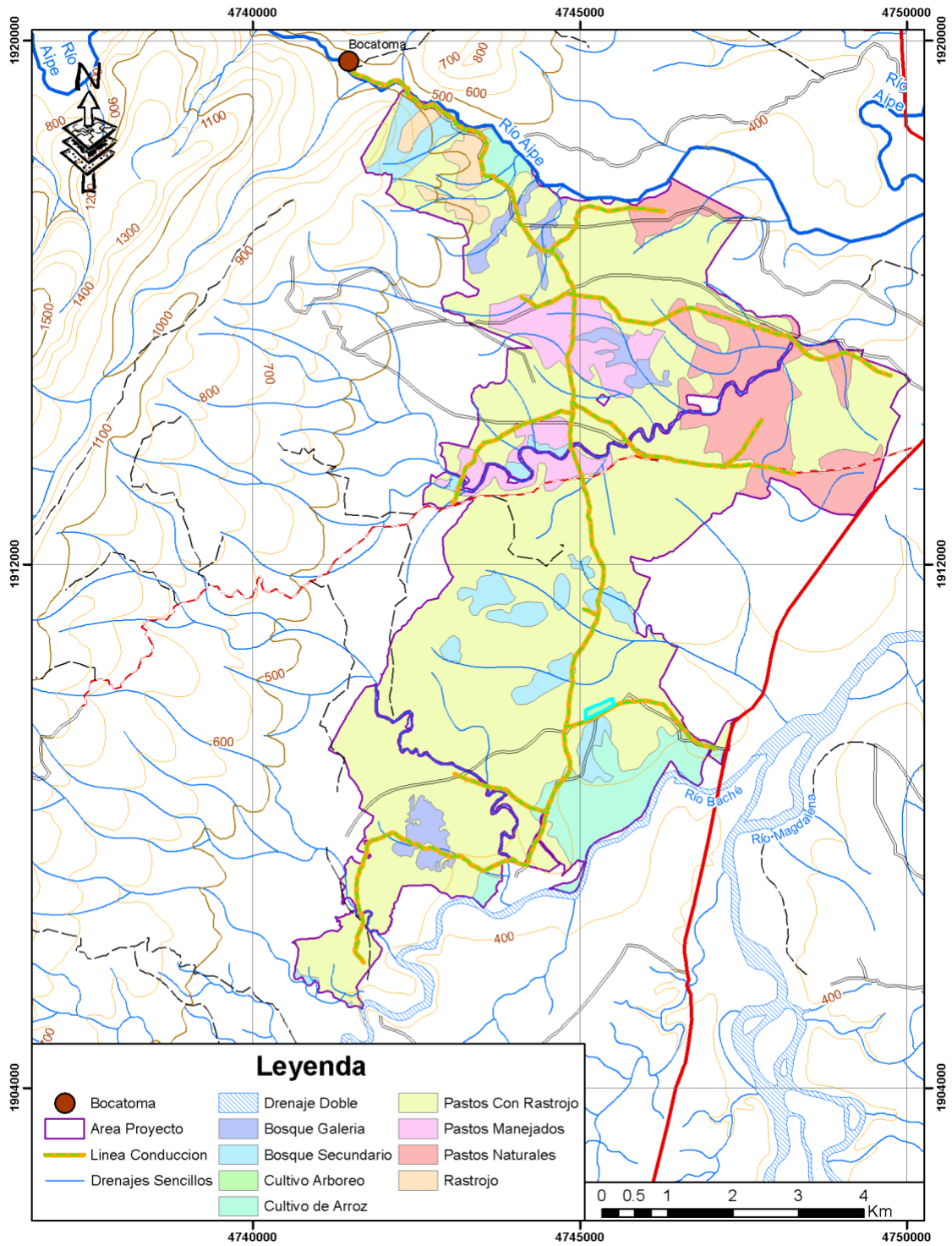


Figura 7. Cobertura actual del suelo.



Imagen 1. Coberturas evidenciadas en la zona

Tabla 9. Distribución del uso actual del suelo para el área de estudio

Uso del Suelo Actual	Área (ha)	%
Cultivos Transitorios (arroz)	295,04	5,57
Pastos Intensivos y Semintensivos (con rastrojo, naturales, manejados)	4.490,76	84,82
Bosques (B. Fragmentado, B. Galería)	424,63	8,02
Tierras Inactivas	83,93	1,59
TOTAL	5.294,36	100,00

En la Figura 8 (*ver en detalle Anexo 1-G-UsosActuales*) se muestra la ocupación de cada una de los usos actuales del suelo dentro del área de influencia del proyecto. Se evidencia que el principal uso del 84,82% (4.490,76 ha) del suelo es de pastos intensivos y semintensivos, destacando que los pastos de buen manejo o asistidos presentan una menor extensión. El área dedicada al desarrollo de cultivos agrícolas es baja con tan solo

el 5,57% en cultivos transitorios, destacando que principalmente se encuentran cerca a algún afluyente hídrico, por otro lado, la presencia de bosques es del 8,02%, encontrando bosque fragmentado y bosque de galería; el 1,59% no se encuentra con alguna actividad actual diferente al desarrollo vegetativo.

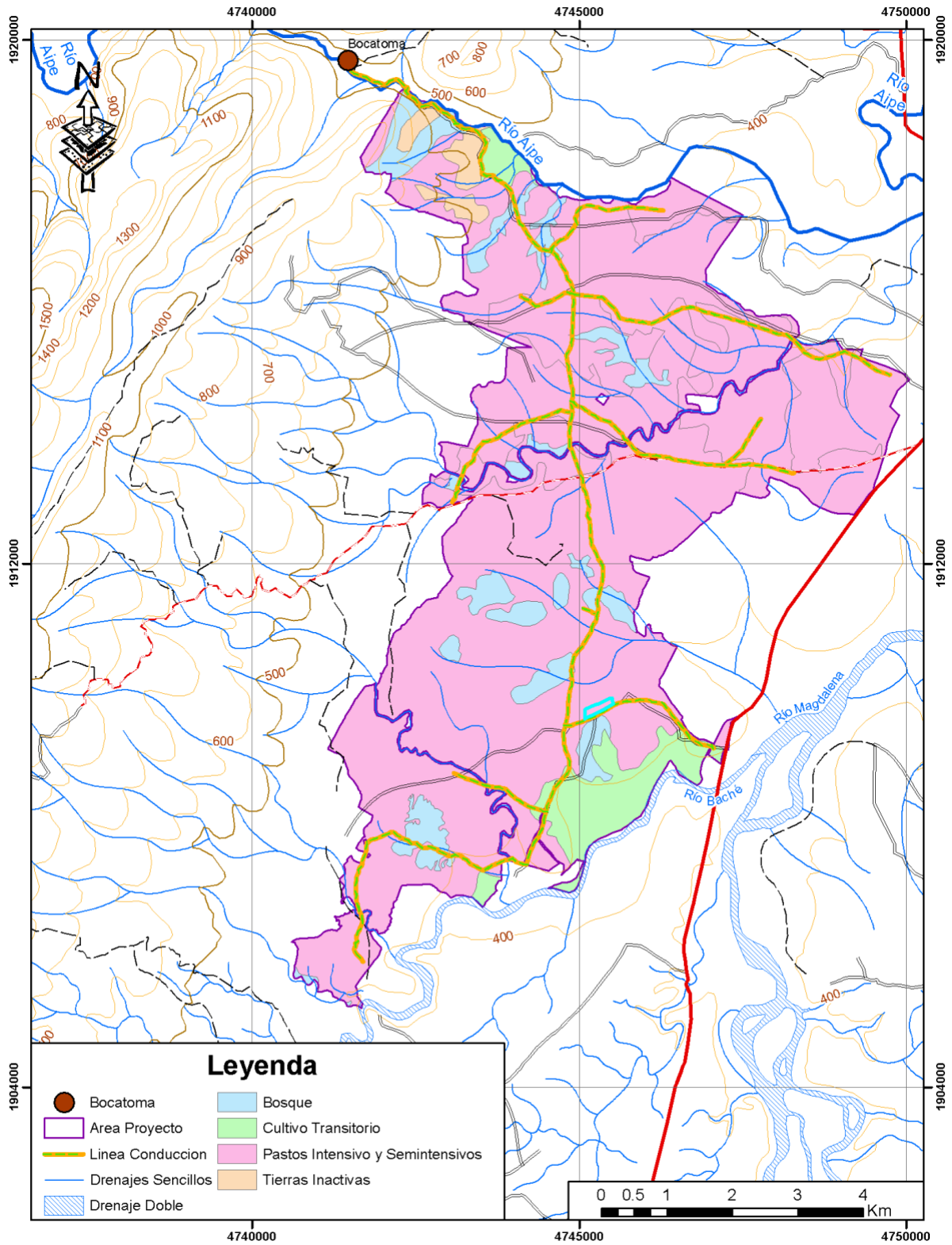


Figura 8. Uso actual del suelo dentro del área de influencia del distrito.

3.2.3. Análisis de la cobertura y uso actual del suelo frente al EOT

Al comparar los tipos de coberturas identificadas a través de la clasificación dada en área de interés con respecto al EOT, se muestra que existen cambios acentuados en la presencia del uso en pasturas, con una reducción de 4,74%, el suelo usado para la agricultura tuvo pérdidas en el 3,04%, encontrando actualmente el desarrollo de cultivos transitorios. En contraste a esto, la extensión en bosque tuvo un incremento del 6,2% distribuido en bosque fragmentado y bosque de galería en la zona del proyecto. Finalmente, la aparición de una extensión mínima (83,93 ha) de tierras inactivas o en descanso para el uso en alguna actividad, establece que hay un libre desarrollo de la vegetación natural.

3.3. Conflicto de uso del suelo

3.3.1. Conflicto de uso del suelo del área del proyecto EOT

Identificados los usos actuales del suelo dentro del área de influencia del proyecto y conociendo la capacidad de uso potencial del suelo, se realizó el mapa de conflicto de uso por medio del software ArcGIS, en la Figura 9 (*ver en detalle Anexo 1-H-ConflictoUsoEOT*) se presenta la distribución espacial y en la Tabla 10 los tipos de conflicto presentes según la información del EOT.

Tabla 10. Tipos de conflicto de uso del suelo según el EOT para el área de estudio.

CONFLICTO DE USO	ÁREA (ha)	%
Adecuado	1.414,17	26,71
Sobreutilizado	76,78	1,45
Subutilizado	23,84	0,45
Inadecuado	3.779,57	71,39
TOTAL	5.294,36	100,00

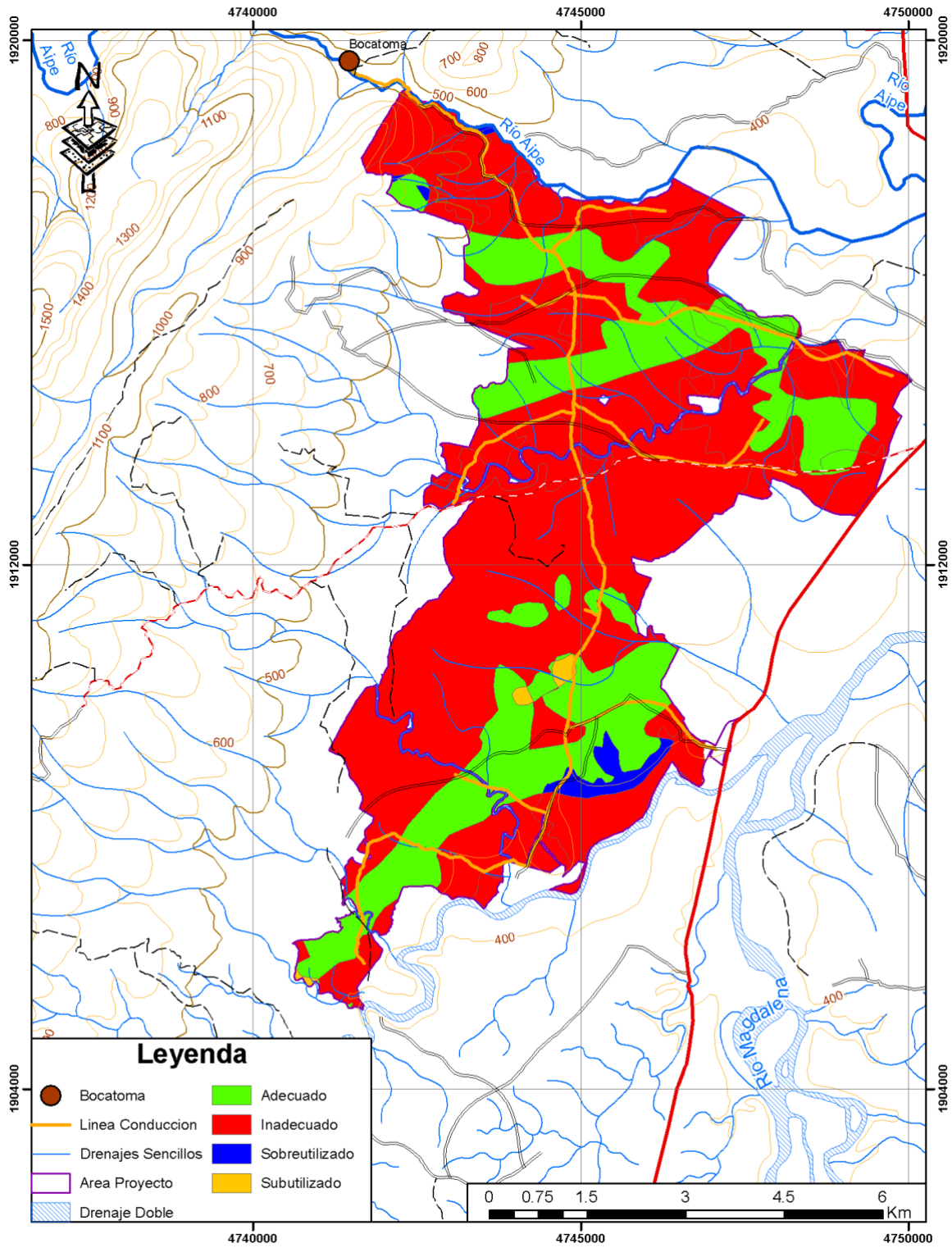


Figura 9. Conflicto de uso del suelo del EOT para la zona de estudio.

En la Tabla 10 se muestra que la mayor parte del uso del suelo con el 71,39% está siendo inadecuado, resaltando que el mayor área para este tipo de conflicto, presenta un uso potencial para protección y/o recuperación y que el uso del suelo está siendo para el desarrollo de pastos intensivos o semintensivos, como se evidencia en el mapa de uso actual (Figura 6), los pastos son quienes representan el mayor porcentaje del uso del suelo en el área de influencia del distrito. Mientras tanto, el 0,45% del área presenta un conflicto por subutilización, teniendo un uso potencial para el pastoreo semintensivo y se encuentra en presencia de bosques; el 1,45% del suelo presenta un conflicto por sobreutilización, por el desarrollo de actividades agrícolas en suelos que tienen un uso potencial para labores de pastoreo intensivo o semintensivo y para terminar, el 26,71% del suelo tiene un uso adecuado o concorde al uso potencial del mismo.

3.3.2. Conflicto de uso del suelo actualizado

A partir de los mapas obtenidos de capacidad de uso y uso actual del suelo, se realizó el mapa de conflicto de uso actual, por medio del software ArcGIS, presentando la distribución espacial en la Figura 10 (*ver en detalle Anexo 1-I-ConflictoUsoActual*) y los tipos de conflictos clasificados en la Tabla 11.

Tabla 11. Tipos de conflicto de uso actual del suelo para el área de estudio.

CONFLICTO	ÁREA (ha)	%
Adecuado	3.217,83	60,78
Sobreutilizado	245,94	4,65
Subutilizado	1.009,43	19,07
Inadecuado	821,16	15,51
TOTAL	5.294,36	100,00

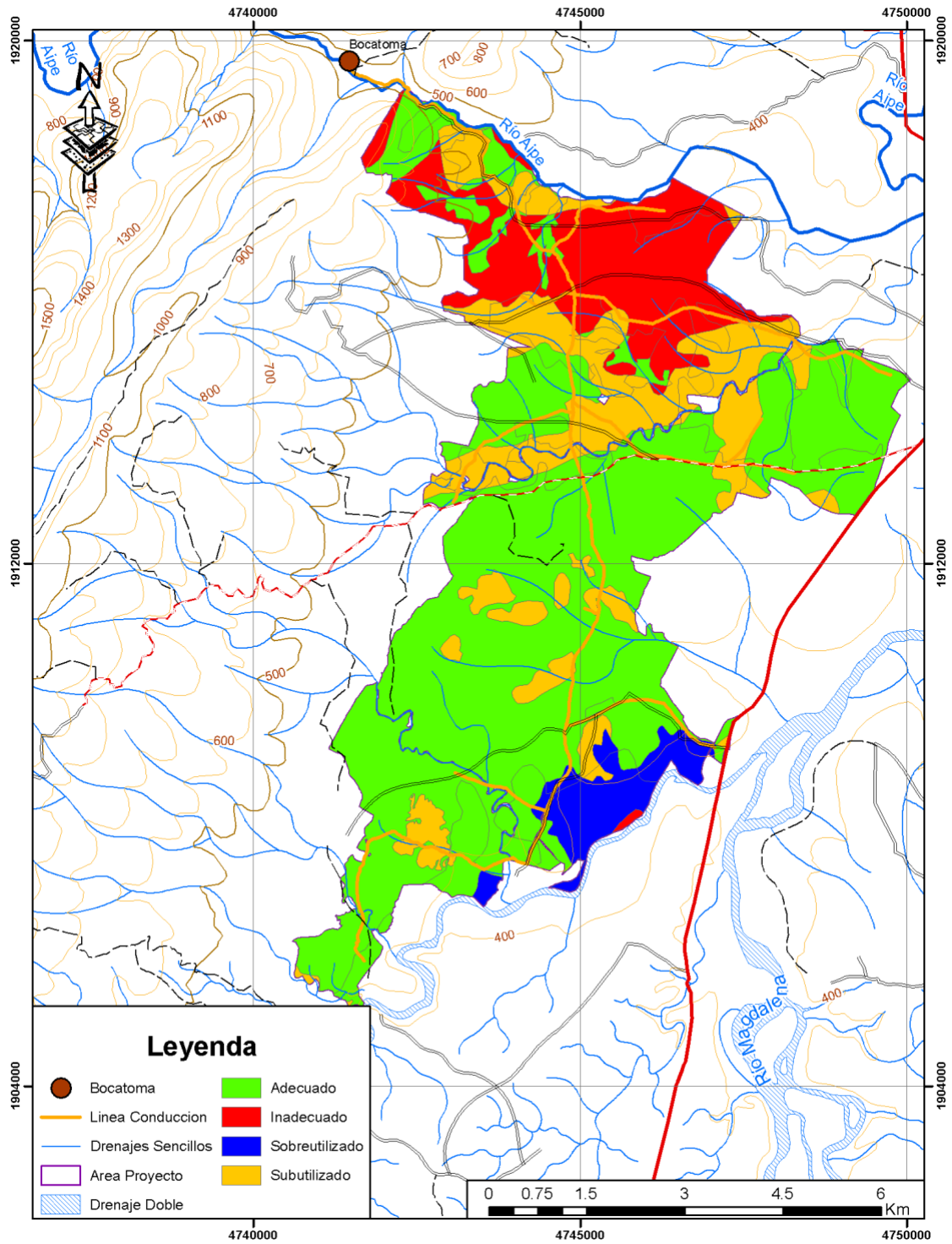


Figura 10. Conflicto De Uso Actual en el área de estudio.

Para la zona de estudio se encuentra que actualmente el 60,78% del suelo presenta un uso adecuado con respecto al uso potencial del mismo, siendo la mayor extensión en uso de pastos intensivos o semintensivos con 2.491,10 ha en tierras potencialmente destinadas para labores de pastoreo intensivo. El 19,07% del área tiene conflicto de nivel subutilizado, desaprovechando las aptitudes potenciales de producción del suelo para el establecimientos de cultivos agrícolas permanentes o transitorios semintensivos por el uso en pasturas. Por otro lado, 245,94 ha (4,65%) tienen un nivel de conflicto sobreutilizado del suelo, en desarrollo de actividades agrícolas, evidenciando un nivel de explotación del recurso por encima del recomendado (pastoreo intensivo o semintensivo). Para terminar, el 15,51% tiene un nivel de conflicto de uso inadecuado del suelo, resaltando que 644,27 ha, potencialmente destinadas para protección se encuentran en uso actual de pastos intensivos o semintensivos.

3.3.3. Análisis del conflicto de uso actual del suelo frente al esquema de ordenamiento territorial (EOT).

Para el año de aprobación del Esquema de Ordenamiento Territorial planteado para el municipio de Aipe, se pudo evidenciar que en la zona de influencia del distrito de riego existía un uso adecuado del suelo del 26,71%, uso que actualmente tiene un incremento del 34,1% en el área, realizando una explotación acorde a las aptitudes del suelo mayormente de clase agrológica IV, en contraste, el 71,39% del suelo que tiene un uso inadecuado presente en el EOT se ve contrarrestado por lo anteriormente mencionado, ubicando actualmente este tipo de conflicto en un 15.51% en suelos de clase agrológica VII que presentan aptitudes de conservación. Sin embargo, algo diferente ocurre con el aumento en 3,2% de un uso sobreutilizado del suelo, denotando que esto causa un deterioro del recurso en relación al uso potencial, no obstante, existe

un aumento del 18,62% en las áreas explotadas en actividades por debajo de la vocación potencial que éstas pueden tener.

3.4. Estudio demográfico

3.4.1. Aplicación de encuestas

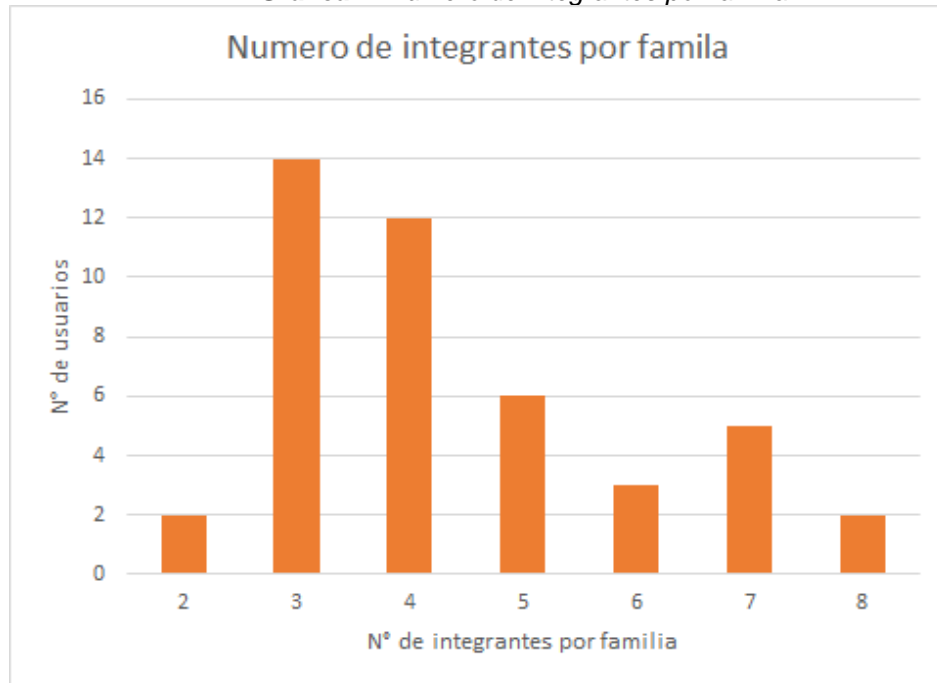
Para el determinar el número de encuestas a realizar, con un nivel de confianza del 95% se aplicó la metodología planteada por (Martínez Bencardino, 2012), tal como se muestra en la Tabla 12:

Tabla 12. Tabla de frecuencias para determinar la muestra.

INTERVALOS (ha)							
Li	Ls	FRECUENCIA	MARCA CLASE	h	H	%	MUESTRA
0.25	8.25	91	4.25	0.8835	0.8835	88.35	38.0
8.25	16.25	5	12.25	0.0485	0.9320	4.85	3.0
16.25	24.25	4	20.25	0.0388	0.9709	3.88	2.0
24.25	32.25	2	28.25	0.0194	0.9903	1.94	1.0
32.25	40.25	0	36.25	0.0000	0.9903	0.00	0.0
40.25	48.25	0	44.25	0.0000	0.9903	0.00	0.0
48.25	55	1	51.625	0.0097	1.0000	0.97	1.0
TOTAL		103		1.0000		100	45.0

Con el proyecto se beneficiarán con riego áreas desde los 0,25 ha y hasta de 55 ha en la zona de influencia (CODESIA LTDA, 2008). En la Tabla 12 se presenta la distribución de los 103 predios beneficiados se clasificó por el área, 91 predios (88.3%) el área a irrigar está entre los 0,25 y 8,25 ha, 5 predios (4,9%) entre 8,25 y 16,25 ha, y 7 predios (6.8%) entre 16,25 y 55 ha.

Se observa en la Gráfica 1, que la mayoría de los usuarios encuestados aseguran que su hogar lo conforman entre 3 y 4 personas con un porcentaje equivalente al 55,5%, mientras que el 31,11% su grupo familiar está integrado entre 5 a 7 personas.

Gráfica 1. Número de integrantes por familia.

El 91% de los usuarios entrevistados en el distrito de riego, manifiestan que tiene acceso a las escuelas y colegios cerca de su vereda. Con respecto al medio de transporte que utilizan el 77,8% tiene moto, el 6,7% se movilizan en carro o camionetas y el 15,5% restante se transportan en otros medios o no poseen ninguno. Con respecto al estado de las vías el 51,1% se encuentran en estado regular y el 48,9% en buen estado de acuerdo a la apreciación de los habitantes.

3.4.2. Situación agropecuaria

La actualización de la información agropecuaria del distrito de Aipe, se centró principalmente en conocer si contaba o no con el recurso hídrico, la fuente hídrica de abastecimiento de los predios, nivel tecnológico de captación del recurso, el tipo de explotación agropecuaria actual y las áreas productivas proyectadas con la implementación del distrito de riego.

Con la aplicación de la encuesta se determinó que el 53,3% de los usuarios han optado por aljibes como fuente de abastecimiento, el 22,2% cuenta con el recurso disponible suministrado por el acueducto municipal, con una menor proporción del 17,7%

se encuentran los que se abastecen del recurso de fuentes como ríos y quebradas; el 6,7 % no cuenta con disponibilidad de agua en su predio.

En este sentido, el 66,7% utilizan el bombeo como método de captación del agua, un 4,4% lo realizan por gravedad y el 29% restante no cuentan con el recurso o lo obtienen en su predio.

Con respecto a la explotación agropecuaria actual, en la zona no se observan usos específicos de explotación intensiva o extensiva en el sector agrícola, que genere una vocación en especial en el territorio, no obstante, se encuentran actividades agrícolas y principalmente ganaderas con doble propósito. Se determinó que el 53,3% se dedica solo a la explotación ganadera para carne o doble propósito, el 28,9% a la ganadería acompañada de otras explotaciones como piscicultura, avicultura y cultivos como cacao, arroz, plátano, pastos de corte. El 11,1% se dedica exclusivamente a la agricultura y el 4,4% tiene explotación avícola.

En la Tabla 13, se expone la comparación entre situación actual con la situación proyectada en la zona con el distrito de riego, según la información obtenida de estudios previos del proyecto realizados por el grupo consultor CODESIA LTDA en 2008, aproximadamente son 500 ha las que serán beneficiadas, donde actualmente están dedicadas a la producción de frutales (49 ha) y para la producción de ganadería múltiple propósito se ocupa un área del 87 % del total de área aprovechable del proyecto.

Como estrategia para la diversificación de cultivos, el proyecto propone establecer el 100% del área beneficiada con riego en cultivos de tardío rendimiento y cultivos anuales que permitan salvaguardar en un momento dado, problemas de orden económico derivados de los precios con que se tengan que comercializar los productos.

Tabla 13. Descripción agropecuaria actual y proyectada en la zona de estudio.

CULTIVO	SITUACIÓN ACTUAL (ha)	CON PROYECTO (ha)
CACAO- PLÁTANO	14	200
CÍTRICOS	24	50
MANGO	8	150
PAPAYA	3	100
TOTAL	49	500

Fuente: Secretaría de Desarrollo Económico Sostenible de Aipe, 2021.

3.4.3. Limitantes para la producción

Entre los usuarios encuestados se encontró como principales limitantes la imposibilidad de acceder a recursos materiales y financieros, como créditos, baja capacidad empresarial o asociativa, con muy pocos canales de comercialización por falta capacitación y/o asistencia técnica.

No disponer de una infraestructura vial adecuada ni de una base hídrica suficiente para los animales y cultivos constituye la principal limitante en la productividad de las fincas campesinas.

3.5. Demanda de agua para riego

3.5.1. Análisis climatológico

Para el análisis climatológico se determinó inicialmente el área de estudio, se realizó una búsqueda de información, como otros tipos de estudios realizados en la zona y con la información suministrada por la red de estaciones establecidas por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM, donde se seleccionaron aquellas que se consideraron de utilidad para los propósitos y el alcance del estudio.

Es importante aclarar que se tuvo en cuenta otras estaciones como apoyo en el análisis climático, en la Tabla 14 se relacionan las estaciones seleccionadas donde son de tipo pluviométrico, estas están dotadas solamente de un pluviómetro para medir la cantidad de agua caída en un día y no poseen información de las demás variables

atmosféricas que proporcionan las estaciones ordinarias como de temperatura del aire y humedad relativa del aire, por lo cual fueron tenidas en cuenta bajo el método de regionalización otras estaciones con la información necesaria bajo los parámetros de similitud física-climática (ubicación, elevación, hidrología, etc.) (Vélez et al., 1995). Considerando que las anteriores características de las estaciones se asemejan a la del área en estudio y además en razón de sus cercanías con ésta, se trabajó con información disponible de dos estaciones representativas localizadas en el municipio aledaño de Villavieja, una climatológica principal (San Alfonso) y una climatológica ordinaria (San José.)

Tabla 14. Estaciones meteorológicas pluviométricas seleccionadas para la determinación del análisis climático del área de influencia del proyecto.

Nº	ESTACIÓN	MUNICIPIO	TIPO	DPTO.	COORDENADAS	ELEV. (m.s.n.m.)	PRECIP. ANUAL (mm)	Nº AÑOS DE REGISTRO
1	HDA. PÉREZ	AIPE	PM	HUILA	3°16' N - 75°17' W	450	1131.6	1990-2020
2	POTRERITO	AIPE	PM	HUILA	3°10' N - 75°20' W	850	1783.0	1990-2020

Para el análisis climatológico del área de influencia del proyecto con la información disponible, se tuvo en cuenta en la selección de la estación pluviométrica la vecindad geográfica y la localización altitudinal al área de estudio. Que no estuviese a más de 50 Km de la zona y que no presentara diferencias significativas en precipitación y altitud al área de estudio, por lo tanto, se escogió la Estación Hda. Pérez para el análisis de la pluviometría del área.

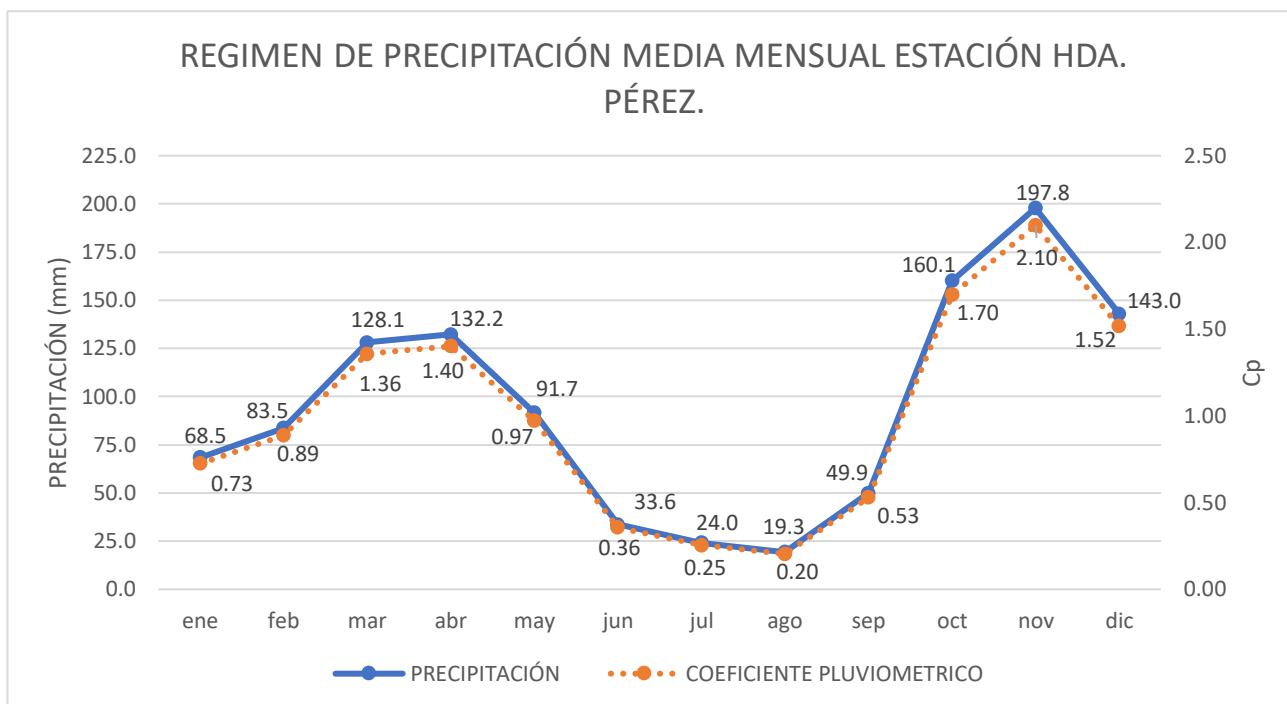
3.5.1.1 Precipitación

En la zona de estudio se determinó la distribución temporal de las lluvias con el coeficiente pluviométrico de la estación Hda. Pérez, relacionando lo que llueve realmente cada mes con lo que debería llover si se presentara un régimen de precipitaciones uniforme a lo largo del año.

Según Galindo (citado por Villacis Rivadeneira y Marrero De León, 2017), cuando $C_p < 1$ el período es seco o más propiamente de menos lluvia, si $C_p > 1$ el período es húmedo, y cuando $C_p = 1$ el período es indiferente o de transición.

En la Gráfica 2, se presentan los valores de precipitaciones media mensuales multianuales de serie histórica de 1990-2020 en la estación seleccionada.

Gráfica 2. Distribución media mensual multianual de precipitación (mm) y coeficiente pluviométrico la estación Hda. Pérez.



Con los resultados obtenidos y graficados, en el área de estudio es posible determinar que a lo largo del año el periodo de precipitaciones presenta un comportamiento de tipo bimodal, por lo cual se observan dos periodos de lluvias y dos periodos de bajas lluvias y cada periodo diferente al otro. La estación Hda. Pérez presenta un registro de precipitación multianual total de 1131,6 mm.

La primera época lluviosa del año se presenta en los meses de marzo hasta mayo con una pluviosidad menor a la segunda época, siendo esta más homogénea y prolongada con valores promedios mensuales entre los 91,7 mm y 128,1 mm. La segunda

época de lluvias se presenta entre los meses de octubre y diciembre, siendo más intensa con valores promedios mensuales que están entre los 143 mm y 197,8 mm.

El primer periodo de baja precipitación se inicia a finales del mes de diciembre hasta finales del mes de febrero, con valores promedio de precipitación entre 68,5 mm y 83,5 mm, siendo ese de menor intensidad que el segundo periodo, comenzando desde junio hasta septiembre, con valores promedio mensuales de precipitación que están entre 19,3 mm y 49,9 mm.

De lo anterior, se puede concluir que en los periodos de lluvias durante un año están distribuidos en un 24,6% durante los seis meses del periodo de bajas precipitaciones y el 75,4% se encuentra distribuido en los seis meses del periodo de intensas lluvias anteriormente mencionados.

3.5.1.2 Probabilidad de lluvia

Al ordenar de mayor a menor los datos mensuales de la estación pluviométrica, se realizó el cálculo de los valores mensuales de precipitación con probabilidad de ocurrencia del 50% y 75%, usando la ecuación de Weibull se pudo realizar el cálculo y su resultado se observa en la Tabla 15.

Tabla 15. Registro histórico de precipitación total (mm) de la estación Hda Pérez - probabilidad del 50% y 75%.

PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
50%	58,0	60,0	136,0	100,0	79,0	18,0	15,0	6,0	42,0	148,0	171,0	144,0
75%	19,0	31,0	79,0	69,0	46,0	10,0	2,0	2,0	11,0	96,0	142,0	95,0

3.5.1.3 Temperatura

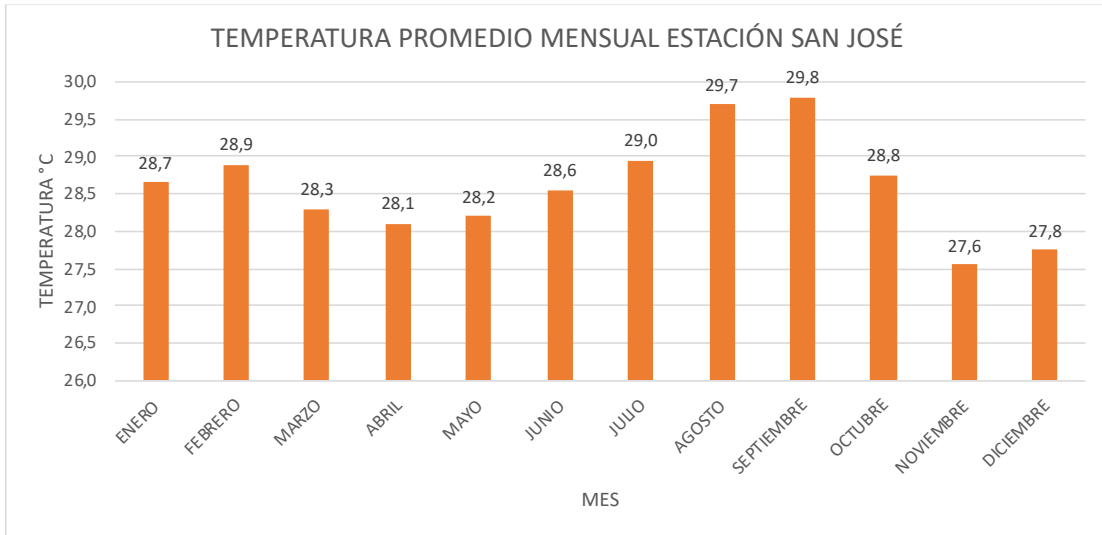
Con la información obtenida de los registros de temperatura de la estación San José (Gráfica 3), se observa un comportamiento en la temperatura relativamente homogéneo a lo largo del ciclo del año en el área del proyecto, de tipo bimodal asociados a los periodos de precipitación anteriormente descritos, resaltando que los meses de temperaturas bajas coinciden con los periodos donde se presentan mayores precipitaciones.

A nivel mensual la temperatura presenta una variación con un gradiente bajo, aproximadamente dos (2°C) grados Celsius, acorde con las características en las regiones subtropicales. En los meses de mayor temperatura estas oscilan entre los 29°C hasta los $29,8^{\circ}\text{C}$ que corresponde de julio a septiembre; los meses con menor temperatura corresponden a valores que oscilan entre $27,6^{\circ}\text{C}$ hasta $27,8^{\circ}\text{C}$ de noviembre y diciembre.

La temperatura al igual que las variables ya mencionadas, presentan una dinámica muy ligada con la variación altitudinal en las características topográficas del área, lo que describe que en zonas con mayor altitud con respecto al nivel del mar, la temperatura es menor, lo contrario pasa a medida que la altitud descende, la temperatura es mayor.

Finalmente, para el área del proyecto estas condiciones no presentan relevancia teniendo en cuenta que la diferencia de altitud no supera 100 m.s.n.m., lo que no permite establecer rangos climáticos en función de los registros de temperatura obtenidos.

Gráfica 3. Valores medios mensuales históricos en °C de temperatura de la estación San José (2000-2020).



3.5.1.4 Clasificación climatológica de Thornthwaite

Según Thornthwaite, el clima se puede clasificar por medio de la evapotranspiración potencial como un parámetro importante para los distintos tipos climáticos (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM). En la Tabla 16 se presentan los valores para el índice de humedad, índice de aridez y la clasificación según Thornthwaite de la zona de estudio.

Tabla 16. Valores obtenidos para la clasificación climatológica de Thornthwaite.

Im	-28.5
Índice humedad (I_h)	6.0
Índice aridez (I_a)	57.5

El índice hídrico anual calculado es -28,5 (Estación Hda. Pérez), la cual clasifica según Thornthwaite la zona del proyecto como Semiárido con un exceso de agua pequeño o nulo (Dd).

3.6. Balance hídrico

Para conocer la oferta y demanda hídrica del proyecto, se realizó el balance hídrico a nivel mensual con el fin de establecer las épocas donde es necesario el riego. Este balance hídrico muestra las condiciones hídricas promedio de la zona de estudio.

Para realizar este balance se realizó con información registrada por la estación Hda. Pérez, la cual tiene registros completos de información y cercanía al área de estudio. En el Anexo N° Anexo 3. Tabla 23, se presentan los resultados de precipitación total de la estación seleccionada. Se utilizó la información de precipitación media con la probabilidad de ocurrencia del 50% y 75% para determinar que existe un déficit en el área de estudio al año de 1062,3 mm, encontrando que el mes donde existe mayor necesidad es agosto y el mes con menor necesidad hídrica es noviembre.

3.6.1. Cálculo de la evapotranspiración potencial

Tabla 17. Reporte de cálculo de la ETO por ETO Calculator. Estación San José.

VALORES DE ETO ESTACIÓN SAN JOSE - VILLAVIEJA					
MES	ETo (mm/día)	ETo (mm/mes)	MES	ETo (mm/día)	ETo (mm/mes)
ENERO	4,2	130,2	JULIO	4,5	139,5
FEBRERO	4,5	126,0	AGOSTO	4,9	151,9
MARZO	4,4	136,4	SEPTIEMBRE	5,2	156,0
ABRIL	4,2	126,0	OCTUBRE	4,6	142,5
MAYO	4,0	124,0	NOVIEMBRE	3,7	111,0
JUNIO	4,1	123,0	DICIEMBRE	3,7	114,7
ETo promedio (mm/día)					4,3
ETo acumulada (mm/año)					1.581,3

La evapotranspiración potencial media mensual, obtenida a través de los valores medios mensuales históricos de temperaturas máximas y mínimas, humedad relativa y

velocidad del viento (Tabla 17), para el área del proyecto, permiten ver que presentan un comportamiento característico para la zona y el comportamiento de lluvias.

Para los meses de agosto y septiembre se presentan los mayores valores de evapotranspiración que se encuentran entre 151,9 mm/mes y 156,0 mm/mes correspondiente a los meses más secos en la zona, presentando el mayor déficit durante el año en el mes de septiembre (156,0 mm/mes).

De igual manera se presenta para los periodos de mayor precipitación, en los meses de noviembre a diciembre valores medios de evapotranspiración de 111,0 mm/mes a 114,7 mm/mes, coincidiendo con los meses más húmedos del año; presentando el menor déficit durante el año en el mes de noviembre (111,0 mm/mes).

Finalmente, en el área del proyecto se presenta una evapotranspiración potencial promedio (ETP) de alrededor de los 1.581,3 mm/año, lo que representa un déficit con respecto a la cantidad de precipitación a lo largo del año, requiriendo ayuda complementaria para suplir la necesidad del recurso hídrico en los cultivos como se puede evidenciar en la cuenca del río Aipe de bosque seco tropical. (Hernández-Jaramillo et. al, 2018)

Para las propiedades físicas e hidrodinámicas del suelo, se realizaron los análisis de cada tipo de suelo con influencia en el área del proyecto. En la Tabla 18 se presenta la información determinada en estudios de suelo anteriormente realizado por el grupo consultor CODESIA para el área del proyecto.

Tabla 18. Características físicas (densidad aparente, capacidad de campo y punto de marchitez permanente) del suelo para el área de estudio.

Densidad Aparente (gr/cm ³)	Capacidad de Campo (%)	Punto de Marchitez Permanente (%)
1,53	25,77	17,26

Fuente: Estudio de suelos grupo consultor CODESIA LTDA., 2008.

Partiendo de estos datos tomados del análisis de suelos realizados en la zona por la entidad CODESIA, se estimó para el área de proyecto una profundidad radicular media de 60 cm y una capacidad de almacenamiento del suelo de 78,0 mm. (CODESIA,2008).

La ETP presenta los efectos del clima en el consumo hídrico sobre los cultivos y es un valor de referencia para todos los cultivos en la zona de estudio.

Para este proyecto se realizó un promedio ponderado del coeficiente del cultivo (Kc) para todos los cultivos a implementar (Tabla 19) de acuerdo con las áreas de cada uno, a continuación se muestran los resultados obtenidos en la Tabla 20.

La precipitación para el diseño corresponde a la del 75% de probabilidades de excedencia, es decir, que no presente ocurrencia igual o excedida una vez en menos de cinco años. Para el balance hídrico agrícola en la Tabla 21, se presenta la precipitación efectiva correspondiente a la lluvia útil o disponible para la planta, siendo una fracción de la precipitación que suple las necesidades hídricas de los cultivos estimada por el método propuesto por el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA).(Cleves L. et al., 2016)

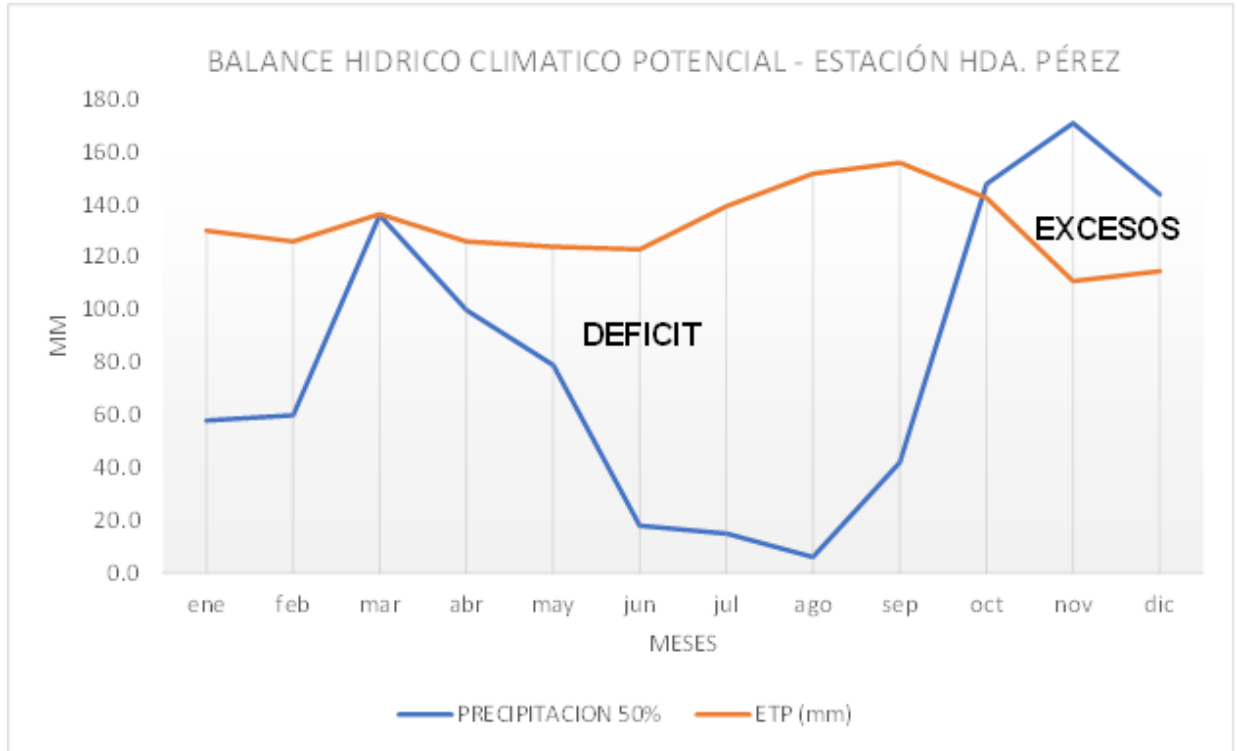
Tabla 19. Valores de Kc para los cultivos del proyecto.

CULTIVO	Kc
Cítricos	0.85
Cacao	1.05
Mango	0.8
Papaya	1.1

FUENTE: FAO, 2006.

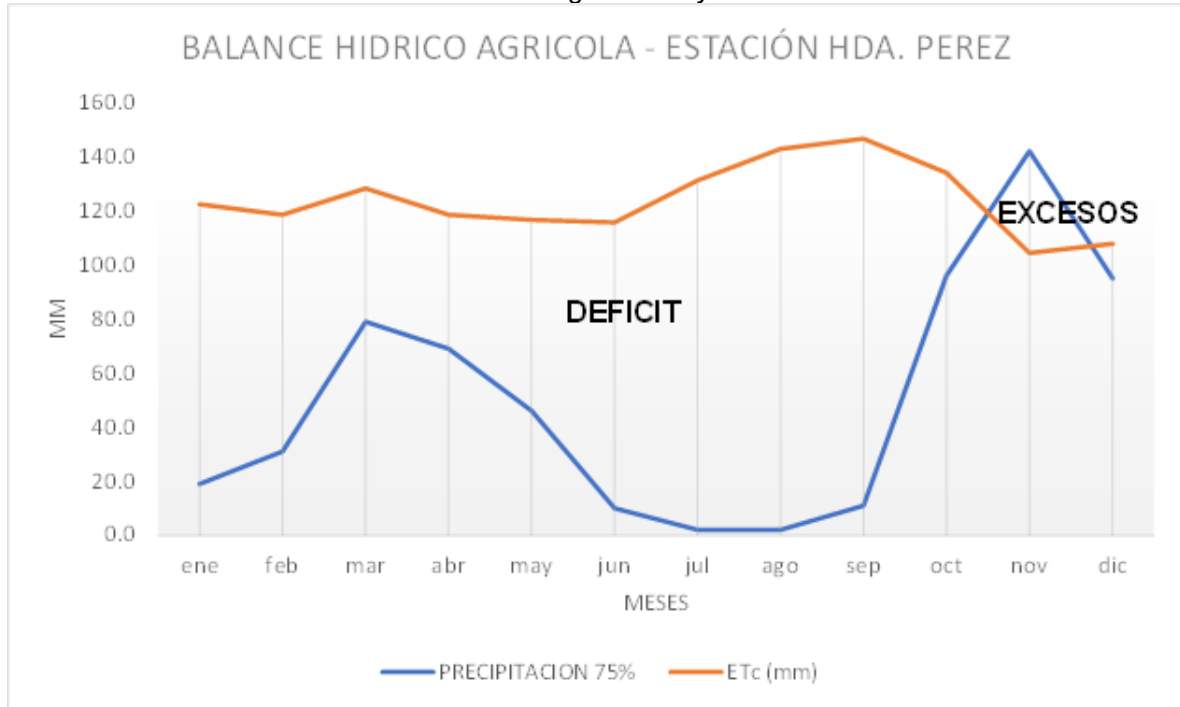
Tabla 21. Balance Hídrico Agrícola Estación Hda Pérez.

PROBABILIDAD PRECIPITACIÓN (mm)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL (mm)
P 75%	19.0	31.0	79.0	69.0	46.0	10.0	2.0	2.0	11.0	96.0	142.0	95.0	602.0
ETP (mm)	130.2	126.0	136.4	126.0	124.0	123.0	139.5	151.9	156.0	142.6	111.0	114.7	1581.3
Kc PONDERADO	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	
ETc (mm)	122.4	118.4	128.2	118.4	116.6	115.6	131.1	142.8	146.6	134.0	104.3	107.8	1486.4
Precipitación efectiva (mm)	15.0	24.2	58.0	50.3	34.8	7.1	0.0	0.0	8.6	69.8	91.3	65.0	424.1
Déficit	7.8	7.6	8.2	7.6	7.4	7.4	8.4	9.1	9.4	8.6	6.7	6.9	94.9
Excesos	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	P<ETP
Necesidad de riego (mm)	107.4	94.3	70.2	68.1	81.8	108.5	131.1	142.8	138.0	64.3	13.0	42.8	1062.3
Necesidad de riego (mm/día)	3.5	3.4	2.3	2.3	2.6	3.6	4.4	4.6	4.6	2.1	0.4	1.4	35.1
Volumen de agua por hectárea (m³/ha)	1074,0	942,9	701,9	681,1	817,8	1085,1	1311,3	1427,9	1380,4	642,8	130,1	427,8	
Eficiencia riego	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	
Lamina Neta por hectárea (m³/ha)	1263,6	1109,2	825,8	801,3	962,2	1276,6	1542,7	1679,8	1623,9	756,2	153,1	503,3	
Módulo de Riego (L/s/ha)	0,49	0,43	0,32	0,31	0,37	0,49	0,60	0,65	0,63	0,29	0,06	0,19	
Caudal para el proyecto (Q) (L/s)	243,74	213,97	159,29	154,58	185,60	246,26	297,59	324,04	313,26	145,87	29,53	97,08	
Caudal para el proyecto (Q) (m³/s)	0,24	0,21	0,16	0,15	0,19	0,25	0,30	0,32	0,31	0,15	0,03	0,10	

Gráfica 4. Balance Hídrico Climático Potencial - Estación Hda. Pérez.

De la Gráfica 4, el balance hídrico climático muestra las condiciones hídricas promedio en la zona y es posible obtener que existe un déficit hídrico anual de 908,8 mm, se evidencia un periodo de excesos por precipitaciones iniciando en el mes de octubre y atenuando su intensidad de noviembre hasta diciembre. En la zona la evapotranspiración potencial es mayor que el valor de precipitación anual.

Presentándose en la zona un déficit del recurso hídrico durante un periodo de nueve meses (diciembre a marzo - mayo a septiembre), comenzando a mediados del mes de abril y culminando hasta finales de septiembre, en donde para los meses de la segunda mitad del año se presentan los mayores déficits, siendo mayor la ETP con respecto a la precipitación. Para el segundo periodo de lluvias en el año (octubre), se presenta una reposición y almacenamiento de humedad en el suelo precedido de un periodo de exceso de agua en el mes de noviembre, para lo que finalmente el recurso hídrico estará disponible para las plantas durante los primeros meses del año (primera época estiaje), allí presenta el periodo de consumo o utilización de la humedad del suelo.

Gráfica 5. Balance Hídrico Agrícola Proyecto - Estación Hda. Pérez.

De la Gráfica 5 y el Balance Hídrico Agrícola en la Tabla 21 se puede determinar que existe un déficit de agua durante la totalidad del año, con un valor de 1062,3 mm y un periodo de excesos corto a finales del año. El mes de mayor necesidad de agua es agosto con un valor de 142,8 mm, mientras que noviembre es el mes de menor requerimiento de agua, con 13,0 mm.

Teniendo en cuenta los resultados del balance hídrico agrícola del área de estudio, se tiene que la totalidad del año presenta condiciones deficitarias de agua en términos del Sistema Suelo – Planta – Atmósfera, lo que indica que las precipitaciones de la zona no son suficientes para el abastecimiento hídrico de los cultivos. Dadas estas condiciones, existe una exigencia del riego complementario para el desarrollo de cultivos.

3.7. Fuente hídrica del proyecto

La principal fuente de captación para este proyecto es el río Aipe, que, según el EOT 2.000 del municipio de Aipe, la cuenca de esta importante fuente hídrica se encuentra localizada en la parte central del municipio, abarcando el 27,76% del territorio

con 22.681,6 hectáreas. Abastecedora del recurso hídrico para el casco urbano, limitando al norte con la microcuenca Bambucá, al sur con la subcuenca del río Baché, desembocando en el río Magdalena en el oriente. (CAM,1997)

3.7.1. Uso del agua para riego

Para el municipio de Aipe, teniendo en cuenta que es receptor hídrico de cuatro ríos (Río Baché, Río Aipe, Río Pata y el Río Magdalena), se ha determinado que no cuenta con Distrito de Riego, por lo que se ha visto la necesidad de varios propietarios de predios implementar un minidistritos o sitios de bombeo.

El paso de estas fuentes hídricas, permite que se pueda suplir el riego de cultivos como arroz, cacao, papaya, patilla, cítricos, etc., para los cultivos que se encuentren en el área de influencia de estas fuentes

3.7.2. Caudales

3.7.2.1 Caudal medio

En análisis de los valores de caudal medio que se han registrado en la estación limnigráfica seleccionada (Anexo N°Anexo 4. Tabla 24) localizada en el río Aipe, se observa un comportamiento de dos (2) períodos de máximo caudal medio y dos periodos de bajo caudal o de estiaje a lo largo del año.

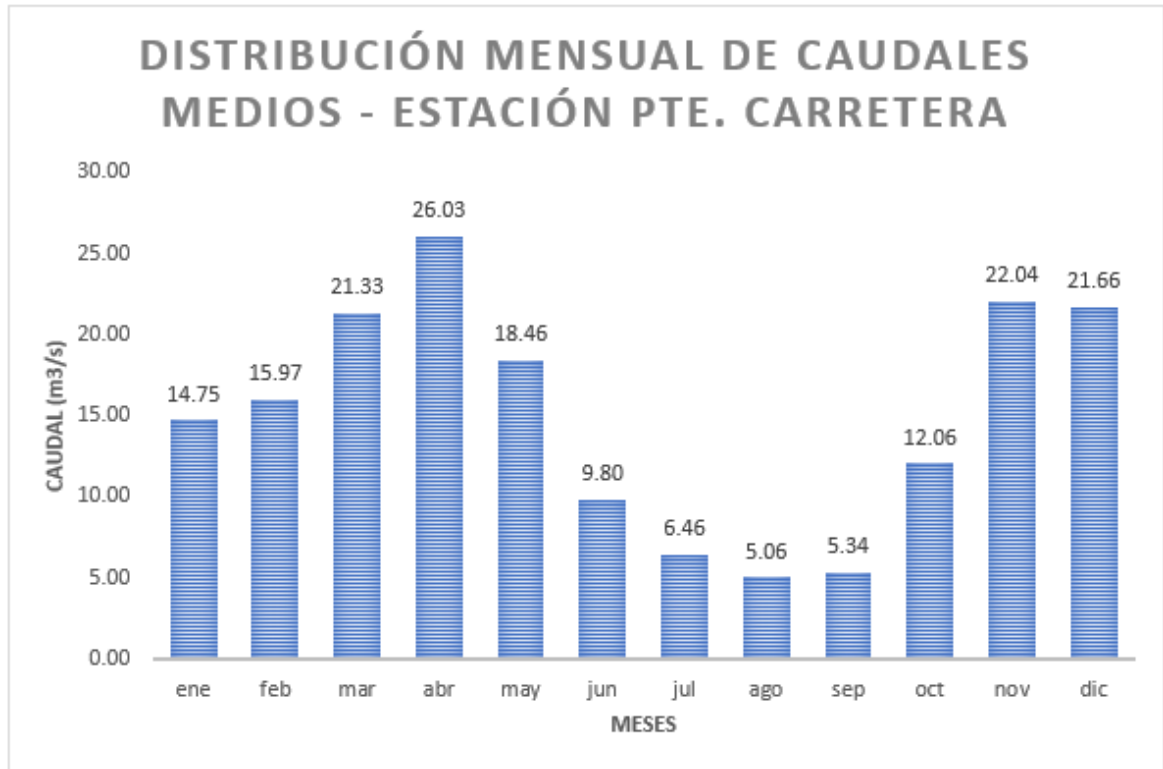
En la Gráfica 6, se presenta que a nivel multianual existen dos periodos de caudales medios altos y dos periodos de caudales bajos o de estiaje debido a la características climáticas y el régimen de lluvias presentes en la zona. Correspondiendo los valores máximos para el primer periodo de lluvias los meses de marzo a mayo y el segundo periodo en los meses de octubre a diciembre. Por otro lado, el primer periodo de mínima se presenta en los meses de enero a febrero y el segundo periodo de junio a septiembre.

De los valores de caudal medio mensual multianual, obtenidos de las series de datos de 30 años (1990 a 2020) suministrados por el IDEAM, se puede determinar que

en el año 2011 en el río Aipe se presentó el mayor caudal promedio anual de 35,10 m³ /s, mientras que en el 2020, se presentó el menor caudal promedio anual con 2,44 m³ /s.

Para el río Aipe, los caudales medios mensuales oscilan entre valores de 5,06 m³ /s (agosto) hasta 26,03 m³ /s (abril).

Gráfica 6. Distribución Mensual Caudales Medios (m³/s) Del Río Aipe - Estación Pte. Carretera.



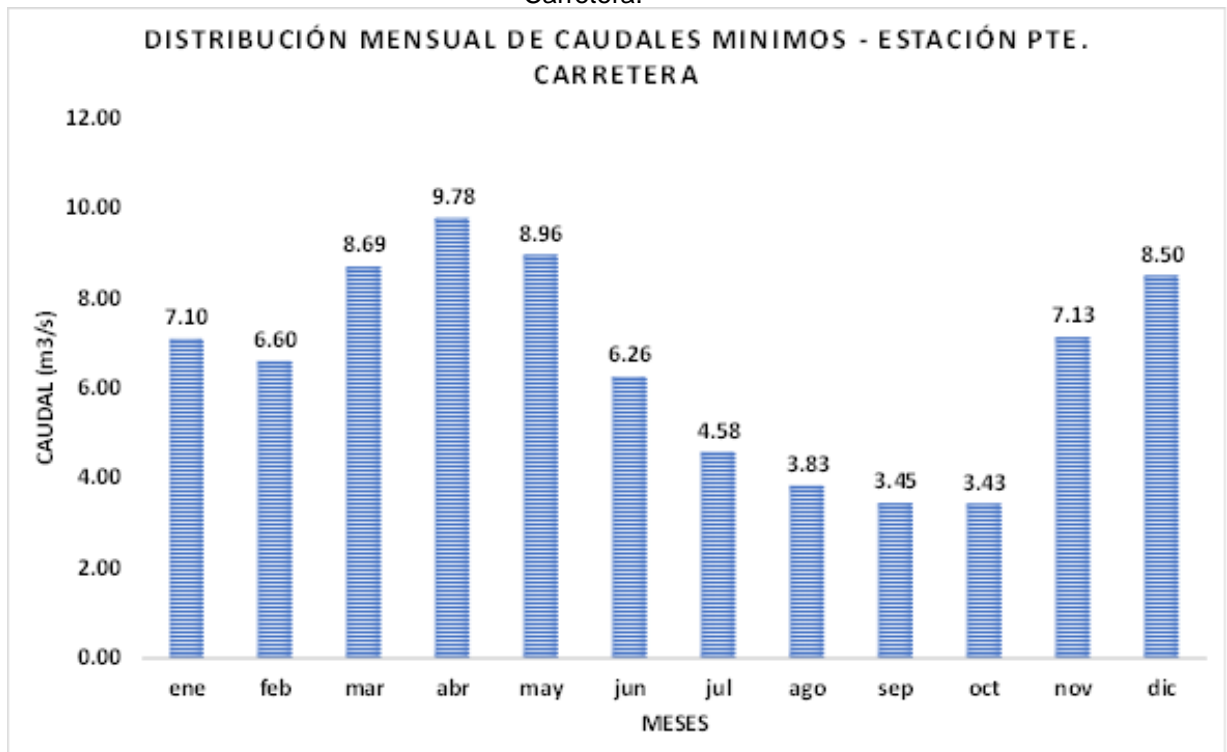
3.7.2.2 Caudales mínimos

A partir de los datos presentados de caudales mínimos mensuales en el Río Aipe (Gráfica 7), a nivel multianual existen dos épocas en el año donde se tienen caudales menores y dos épocas de caudales mayores. Las épocas de menores caudales se presentan en los meses de enero a febrero y junio a octubre, mientras que las épocas de mayor caudal, correspondiente a la época de lluvias, en los meses de marzo a mayo y de noviembre a diciembre.

Para la serie histórica de datos de caudales mínimos del río Aipe (Anexo N° Anexo 5. Tabla 25), se evidenció que en el año 2011 el río presentó el mayor caudal mínimo anual de 14,42 m³/s. Por el contrario, en los años 2020 y 2003 fueron los años que presentaron menor caudal mínimo anual de 0,88 m³/s y 2,18 m³/s.

La fuente hídrica presenta caudales mínimos mensuales con valores que se encuentran entre 3,43 m³/s (octubre) a 9,78 m³/s (abril).

Gráfica 7. Distribución Mensual Caudales Mínimos (m³/s) Del Río Aipe - Estación Pte. Carretera.



3.7.2.3 Caudales máximos

De la información obtenida de caudales máximos de la estación Pte. Carretera (Anexo Anexo 6. Tabla 26), se observa en la Gráfica 8 que de modo multianual existen dos épocas de bajo caudal y dos de mayor caudal. Para la fuente hídrica, los periodos de caudales mayores corresponden a los meses de marzo a mayo y octubre a diciembre, por otro lado, los periodos de menor caudal se presentan en los meses de enero a febrero y de junio a septiembre.

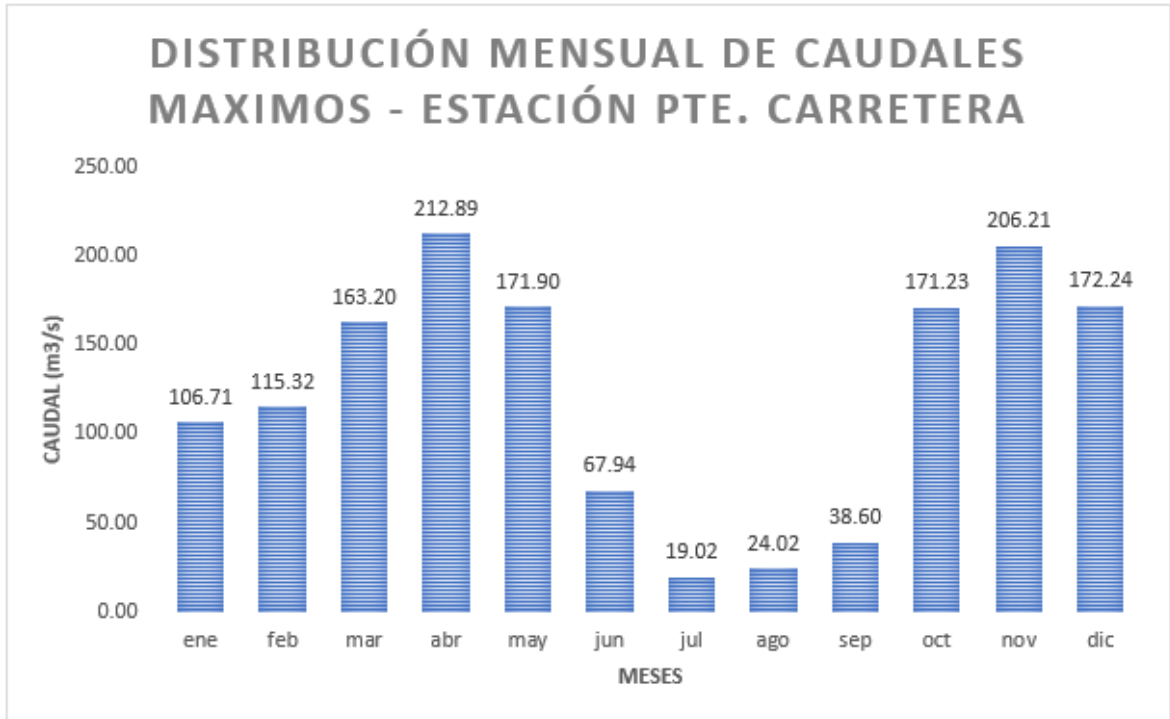
Se determinó que en el año 2006, el río Aipe presentó el mayor caudal máximo anual de 213,20 m³ /s, diferente a lo ocurrido en el año 2020 donde se presentó el menor caudal máximo anual 5,98 m³ /s. El río Aipe presenta valores de caudales máximos mensuales que se encuentran entre 19,02 m³ /s (julio) a 212,89 m³ /s (abril).

De acuerdo al análisis hidroclimatológico, que es insumo para determinar la fuente hídrica con la que contará el distrito, se plantea como fuente de abastecimiento el río Aipe, donde a través del análisis de los caudales medios, mínimos y máximos para registros históricos de 20 años, se estima que esta fuente presenta una oferta hídrica que permite el funcionamiento del distrito tanto como el de los ecosistemas.

Con una demanda de flujo promedio anual de 200,9 L/s, calculada mediante la distribución del módulo de riego para cada mes en el área total irrigable y siguiendo los lineamientos establecidos por el grupo consultor CODESIA LTDA en los estudios realizados, se podrá implementar un sistema de Riego Localizado De Alta Frecuencia (RLAF) con el 85% de eficiencia que garantizará el funcionamiento del distrito de pequeña escala.

Gráfica 8. Distribución Mensual Caudales Máximos (m^3/s) Del Río Aipe - Estación Pte.

Carretera.



3.7.2.4 Estimación de caudales para diferentes periodos de retorno

Es fundamental para los estudios hidrológicos, determinar los rendimientos medios y estimar los posibles valores extremos con respecto al tiempo de retorno, que puedan presentar algún riesgo para el proyecto.

Para la estimación de estos valores extremos de caudal (mínimos y máximos), se realizó el análisis estadístico mediante la distribución probabilística de Gumbel, para la estación limnigráfica seleccionada, donde los valores de caudales mínimos y máximos instantáneos para diferentes periodos de retorno se presentan en la Tabla 22 (Okonofua & Ogbeifun, 2013). De los resultados obtenidos para cada periodo de retorno, se puede observar que para los caudales mínimos garantizaran la demanda hídrica del distrito de riego (200,9 L/s), de igual manera, los caudales máximos permiten garantizar el cálculo de estructuras hidráulicas resistentes para eventos con diferente magnitud y periodo. (Chow, V. T., et al., 1994)

Tabla 22. Caudales Mínimos Y Máximos (m^3/s) Calculados Para Diferentes Periodos De Retorno.

PERIODO RETORNO CAUDALES MÍNIMOS					
T (años)	10	25	50	100	150
CAUDAL (m^3/s)	11.98	14.91	17.09	19.26	20.52
PERIODO RETORNO CAUDALES MÁXIMOS					
CAUDAL (m^3/s)	206.14	253.05	287.85	322.39	342.53

4. CONCLUSIONES

- En la Vereda San Antonio Bajo del municipio de Aipe – Huila se cuenta con mayor presencia de pastos con rastros (69%), esto se debe a la baja oferta hídrica, al clima cálido semiárido seco y las características físico-químicas del suelo que no permite hacer un buen manejo de estos pastos y/o el desarrollo de actividades agropecuarias.
- En este estudio se pudo evidenciar los cambios en la cobertura dentro de la zona del proyecto, predominando en gran parte del territorio la presencia de pasturas y la reducción de las áreas para cultivos agrícolas. Así mismo, se determinó que los suelos de clase de capacidad 4sec tienen mayor extensión (58,7%), estos caracterizados para el desarrollo del pastoreo semintensivo y sus restricciones agropecuarias debido las pendientes moderadas, la erosión ligera y los bajos niveles de fertilidad que permiten el desarrollo de pastos que pueden ser corregibles con labores cuidadosas de recuperación y optimizar el uso potencial.
- Parte del área del proyecto presenta un alto porcentaje de uso adecuado del suelo, alcanzando así un valor del 60,78%, el 4,65% del área se encuentra un conflicto de sobreuso y el 34,58% tiene usos inferiores al potencial del suelo o un uso inadecuado; generando la necesidad de implementar alternativas para un uso óptimo del potencial natural de acuerdo con las aptitudes del suelo. Es preciso señalar que estos son aptos para la ganadería semintensiva, como también para algunas actividades agrícolas como siembra de frutales, donde se pueden implementar obras de adecuaciones rurales que permitan el éxito de la actividad agropecuaria a establecer, además de potencializar y/o recuperar las áreas existentes.
- La vereda San Antonio bajo del municipio de Aipe- Huila presenta características hidroclimatológicas de una zona de vida de tipo bosque seco tropical, su clima es

de tipo semiárido seco, siendo propio de estas temperaturas entre los 25 °C hasta los 38°C, además presenta anualmente precipitaciones entre 789 mm hasta 1800 mm, lo que genera un déficit hídrico en la zona por la poca cantidad de lluvia en el año.

- La evapotranspiración potencial promedio anual en la zona del proyecto ubicada en la vereda San Antonio Bajo es de 1581,3 mm, existiendo periodos críticos o de mayor requerimiento hídrico en los meses de julio, agosto, septiembre y octubre con valores de evapotranspiración que están entre los 139,5 mm a 156,0 mm, siendo septiembre (156,0 mm) el mes de mayor necesidad; se halló en el balance hídrico climático que en la zona del proyecto existe un déficit anual de agua de 908,8 mm.
- El río Aipe según sus caudales máximos, mínimos y medios mensuales, presenta a nivel multianual dos periodos de altas lluvias y dos periodos de estiaje. Correspondiendo a los meses de marzo a mayo y de octubre a diciembre los periodos de altas lluvias, y los periodos de estiaje o pocas lluvias corresponden a los meses de enero a febrero y de junio a septiembre. Por su parte el río Aipe cuenta con la disponibilidad de abastecimiento para el normal funcionamiento del proyecto, teniendo un caudal medio mínimo mensual (5,06 m³/s) superior al requerido para el funcionamiento del distrito (0,2 m³/s), por lo tanto, no se considera necesario el diseño de algún tipo de almacenamiento para garantizar el agua.
- Gran parte de la población beneficiada manifiesta que tiene acceso a las escuelas y colegios cerca de su vereda, en su mayoría, se movilizan en motocicleta seguido por los carros y/o camionetas y solo un pequeño porcentaje no posee ningún medio de transporte. El 51,1% de la malla vial de la zona se encuentra en estado regular y el 48,9% en buen estado de acuerdo con la apreciación de los habitantes.

91 predios de los 103 tienen un área beneficiada que oscila entre los 0,25 y 8,25 ha, los restantes superan las hectáreas mencionadas, además, cerca de la mitad de los usuarios del distrito poseen un núcleo familiar de entre 3 y 4 integrantes, seguido por las familias conformadas de 5 a 7 individuos.

- Actualmente en la zona no se observan usos específicos de explotación intensiva o extensiva en el sector agrícola que genere una vocación en especial en el territorio, sin embargo, se encuentran actividades agrícolas solamente en cercanías a las fuentes hídricas, lo que evidencia que la escases del recurso hídrico reduce las posibilidades de explotación del suelo en este tipo de labores, encontrando el desarrollo principalmente de actividades ganaderas con doble propósito.

RECOMENDACIONES

Al momento de poder implementar este proyecto en el municipio de Aipe, se daría un gran paso para el desarrollo agropecuario en cuanto a obras hidráulicas de este tipo en el norte del departamento, sin embargo, es importante poder capacitar a la comunidad beneficiaria en el cuidado y mantenimiento que puede requerir un distrito de riego para su normal y óptimo funcionamiento. Además, para obtener mayor precisión en futuros estudios en la zona o para el mismo cuidado del distrito de riego, se debería por parte del municipio actualizar el Esquema de Ordenamiento Territorial para contar con información de reciente vigencia del municipio, implementar una estación meteorológica en la zona, ya que para este estudio se tuvo que recurrir a estaciones cercanas al área de estudio a aproximadamente a 50 Kms de distancia también para el constante monitoreo de la fuente hídrica.

REFERENCIAS

Alcaldía Municipal de Aipe. (13 de julio de 2000). Esquema de Ordenamiento Territorial. *Acuerdo 009 de 2000*. Aipe, Huila, Colombia.

Ávila, M. F., Peralta, C., Tobalina, D., Bruno, K., Freire, R., & Kure, A. (2015-2016). Clasificación Climática según la Metodología de Thornthwaite. En *Climatología*.

Casas Anguita, J., Repullo Labrador, J. R., & Donado Campos, J. (2002). La encuesta como técnica de investigación. Elaboración de cuestionarios y tratamiento estadístico de los datos (I). *Atención Primaria*, 31(8), 527-538.

Chow, V. T., Maidment, D. R., Mays, L. W., Saldarriaga, J. G., & Santos G., G. R. (1994). *Hidrología aplicada* /cVen Te Chow, David R. Maidment, Larry W. Mays ; traducción: Juan G. Saldarriaga ; revisión técnica : Germán R. Santos G. Santafé de Bogotá [etc.]: McGraw-Hill.

Cleves L., J. A., Toro C., J., & Martínez B., L. F. (Enero-Junio de 2016). Los Balances Hídricos Agrícolas en Modelos de Simulación Agroclimáticos. Una revisión analítica. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 10(1), 149-163.

CODESIA LTDA. (2008). *Construcción Distrito de Riego de Pequeña Escala en la Vereda San Antonio Bajo del Municipio de Aipe - Departamento del Huila*. Aipe.

Congreso de Colombia. (1993). LEY 41 DE 1993, Por la cual se organiza el subsector de Adecuación de Tierras y se establecen sus funciones. Colombia.

CORNARE. (21 de diciembre de 2017). *Plan de Ordenación y Manejo de La Cuenca Hidrográfica del Río Nare*. Antioquia, Colombia.

Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena [CAM]. (1997). *Agenda Ambiental del Municipio de Aipe*. Neiva.

Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena [CAM]. (1997). Esquema de Ordenamiento Territorial Municipio de Aipe. Neiva.

Cruz Tun Dzul, J. d., Ramírez Jaramillo, G., Sánchez Cohen, I., Lomas Barrié, C. T., & Cano González, A. d. (2011). Diagnóstico y evaluación de sistemas de riego en el distrito 048 Ticul, Yucatán. Yucatán, México: Revista mexicana de ciencias agrícolas.

DEB consulting. (s.f.). DEB consulting. Recuperado el Julio de 2021, de Clasificación climática sistema Thornthwaite.: <https://debconsulting.weebly.com/clasif-climat-wt.html>

Díaz Ortiz, J. E. (2006). Riego por gravedad. Cali, Colombia: Universidad del Valle, Programa editorial.

Forero Quiñones, A., & Gamboa Pérez, W. D. (2019). Manual para la preinversión en proyectos de riego en pequeña escala. Bogotá: UPRA.

Gobernación del Huila. (2011). Huila: líder en distritos de Riego. Neiva.

Gutiérrez Lozano, J., Vargas Tristán, V., Romero Rodríguez, M., Placido de la Cruz, J. M., Aguirre Bortoni, M. d., & Silva Espinoza, H. T. (2011). Periodos de retorno de lluvias torrenciales para el estado de Tamaulipas, México. Investigaciones geográficas, 76, 20-33.

Hernández-Jaramillo, A., González-M, R., Villegas, F. y Martínez, S. (2018). Bosque seco tropical: monitoreo comunitario de la biodiversidad, cuenca río Aipe. Bogotá: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Fondo Mundial para el Medio Ambiente, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

ICDE. (14 de octubre de 2021). Obtenido de Geoportal ICDE: https://datos.icde.gov.co/datasets/89e8a6972d6d4bce8898d5632128d123_6/explore?location=4.651250%2C-74.591100%2C4.83

IDEAM. (2010). Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá, D. C., 72p.

IGAC. (2015). Leyenda de usos agropecuarios del suelo a escalas mayores a la escala 1:25.000.

IGAC. (octubre de 2021). Datos Abiertos Agrología/ Geoportal. Obtenido de Geoportal IGAC: <https://geoportal.igac.gov.co/contenido/datos-abiertos-agrologia>

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. (s.f.). Clasificación de los climas. Recuperado el julio de 2021, de Atlas IDEAM: <http://atlas.ideam.gov.co/basefiles/clima-text.pdf>

Instituto Geográfico Agustín Codazzi [IGAC]. (abril de 2014). Metodología para la clasificación de las tierras por su capacidad de uso. Obtenido de <http://igacnet2.igac.gov.co/intranet/UserFiles/File/procedimientos/instructivos/2014/M4010002%2014V2%20Para%20la%20clasificacion%20de%20las%20tierras%20por%20su%20capacidad%20de%20uso.pdf>

Inzunza , J. C. (abril-marzo de 2005). Clasificación de los climas de Köppen. Ciencia...Ahora.

Lamprea Zona, A. M. (2019). Estudio De Factibilidad De Un Distrito De Riego Para Los Cultivos De La Vereda Alto Del Ramo Municipio De Chipaque Cundinamarca. Bogotá: Universidad Católica de Colombia.

Mahecha Vanegas, J. A. (2017). El estado actual de los sistemas de riego y de su implementación en el municipio de Ricaurte Cundinamarca. Girardot, Cundinamarca, Colombia: Corporación Universitaria Minuto de Dios.

Martínez Bencardino, C. (2012). Estadística y Muestreo. (Vol. 13). Eco Ediciones.

Materon Muñoz, H. (1997). Obras hidráulicas rurales. Cali: Programa Editorial Facultad de Ingenierías.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (Abril de 2020). Plan Nacional para la Reforma Rural Integral. Bogotá, Cundinamarca, Colombia.

Moreira Silva, R., Flechas Jiménez, E., Lothes Bernal, E., Rodríguez Chaparro, J. C., Forero Vargas, A. L., Freyre Ramos, L., . . . Gómez González, N. (2020). Plan Nacional de Riego 2020-2039. Bogotá: UPRA.

Okonofua, S., & Ogbeifun, P. (2013). Flood Frequency Analysis of Osse River Using Gumbel's Distribution. Civil and Environmental Research, 10(3).

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO]. (2000). El riego en América Latina y en el Caribe en cifras. Roma.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2006). Estudio FAO Riego y Drenaje 56.

Organización Meteorológica Mundial [WMO]. (2012). Glosario Hidrológico Internacional. Ginebra: OMM.

Pérez Gordo, D. P. (2014). Determinación de la oferta hídrica neta del caño La Ceiba en la vereda La Ceiba (municipio de Puerto Salgar – Cundinamarca). Estudio de caso: desarrollo de un proyecto de explotación de hidrocarburos. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10654/12227>.

Perfetti, J. J., Bravo-Ureta, B. E., García, A., Pantoja, J., Jara, R., Moraga, C., . . . González, L. (2019). Adecuación de tierras y el desarrollo de la agricultura colombiana: políticas e instituciones. Bogotá.

Velázquez Pérez, F., & Peña Peña, E. (2019). Necesidades Hídrica de los Granos. Cuba.

Vélez, M. V., Smith, R. A., Pérez, C. A., Franco, C. J., & Bolaños, H. D. (1995). Aplicación de algunas técnicas al diseño hidrológico con información escasa. Avances en Recursos Hidráulicos.(3).

Villacis Rivadeneira, E., & Marrero de León, N. (Agosto de 2017). Precipitaciones extremas en la ciudad de Quito, provincia de Pichincha- Ecuador. riha, 38(2), 102-113.

World Meteorological Organization [WMO]. (2011). Guide to Climatological Practices. (100).

ANEXOS

Anexo N°1- Para ver en detalle dirigirse a la carpeta adjunta "ANEXO 1"

Anexo N°2-ENCUESTA AGROPECUARIA

ACTUALIZACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO "CONSTRUCCIÓN DISTRITO DE RIEGO DE PEQUEÑA ESCALA EN LA VEREDA SAN ANTONIO BAJO DEL MUNICIPIO DE AIPE - DEPARTAMENTO DEL HUILA

ENCUESTA AGROPECUARIA Y SOCIOECONÓMICA DISTRITO DE RIEGO DE PEQUEÑA ESCALA EN LA VEREDA SAN ANTONIO BAJO DEL MUNICIPIO DE AIPE

CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PREDIO O FINCA

INFORMACIÓN DEL ENTREVISTADO			
NOMBRE		CC o NIT	
¿ES PROPIETARIO?		TELÉFONO	
NOMBRE DEL PREDIO		ÁREA DEL PREDIO	
VEREDA		MUNICIPIO	
UBICACIÓN GEOGRÁFICA			
TÍTULO DE PROPIEDAD (PROPIETARIO, POSEEDOR, TENEDOR)		TIPO DE DEDICACIÓN ECONÓMICA 1*	

1* Escriba si es: 1. Agrícola, 2. Pecuaria, 3. Industrial, 4. Comercial, 5. Ganadero, 6. Agropecuario

DEMOGRAFÍA

¿Cuántas personas componen la familia? _____

¿N° de familias en el predio? _____

¿Cuenta con acceso a escuelas o colegios? Sí ____ No ____

¿Cuenta con atención medica? Sí ____ No ____ Local ____ Municipal ____

¿Cuál es su medio de transporte?

Las vías de acceso son:

Automóvil _____

Servicio publico _____

Motocicleta
Bicicleta
Bestia
Caminando

Buenas
Regulares
Malas

INFRAESTRUCTURA DE VIVIENDA Y SERVICIOS

TENENCIA	VIVIENDA															
	C	PAREDES	C	B	R	M	TECHOS	C	B	R	M	PISOS	C	B	R	M
PROPIA	1	LADRILLO	1				PLANCHA DE CEMENTO	1				LADRILLO	1			
ARRENDADA	2	ADOBE	2				TEJA ETERNIT	2				BALDOSIN	2			
CEDIDA	3	BAHAREQUE	3				TEJA DE BARRO	3				CEMENTO	3			
INVASIÓN	4	CARTON	4				PAJA	4				TIERRA	4			
OTROS	5	GUADUA O CAÑA	5				ZINC	5				OTRO CUAL	5			
	6	MADERA	6				GUADUA	6					6			
	7	PREFABRICADO	7				CARTON	7					7			
	8	OTROS CUAL	8				OTROS CUAL?	8					8			
NS/NR	9	NS/NR	9				NS/NR	9				NS/NR	9			

ENERGIA			SERVICIO DE AGUA			SANITARIO Y ALCANTARILLADO		
	C			C			C	
E.PUBLICA	1					SANITARIO	1	
PLANTA PROPIA	2		ACUEDUCTO	1		LETRINA	2	
PETROLEO O GASOLINA	3		POZO O ALJIBE	2		EVACUACUIÓN SIST. ALCANTAR	3	
OTROS CUAL	4		RIO, QUEBRADA, ACEQUIA	3		EVAC.SIST. POZO SEPT		
			PILA PUBLICA	4		EVAC. DIREC. FUENTE AGUA	5	
			AGUAS LLUVIAS	5		OTROS CUAL?	6	
			OTROS CUAL?	6				

REGISTRO DE ACTIVIDADES AGROPECUARIAS

¿Cuál es su principal actividad Agropecuaria?

Cultivos _____ Ganado _____ Otros ¿cuál? _____

SITUACIÓN ACTUAL AGRÍCOLA Y PECUARIA	ÁREA (Has)

ACTIVIDAD AGRICOLA

N°	CULTIVO	VARIEDAD	EDAD CULTIVO	RENDIMIENTO		TIPO DE CULTIVO 1*	LUGAR DE VENTA DEL PRODUCTO 2*	COSTO DE PRODUCCION 3*	
				UNIDAD	Ton/Ha			KILO	HECTAREA
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10	Descanso								
11	Rastrojo								
12	Bosques naturales								
13	Bosques								

Tipo de cultivo: 1. Perennes, 2. Anual, 3. Semestral

Lugar de venta del producto: Indicar donde normalmente se vende la cosecha (1. Finca, 2. Mercado, 3. Procesadora, 4. Intermediario, 5. Exporta, 6. Industria, 7. Otro - ¿Cuál?)

Costos de producción: Indicar valor en miles de pesos

ACTIVIDAD PECUARIA

N°	TIPO DE GANADO	N° ACTIVIDAD 1*	PRODUCCIÓN		CANTIDAD VENDIDA	CANT. CONSUMO INTERNO PREDIO
			UNIDAD Kg	CANTIDAD		
	GANADO VACUNO					
1	TOROS					
2	VACAS					
3	NOVILLOS					
4	NOVILLAS					
5	TERNEROS					
6	TERNERAS					
7	OVINOS					
8	CAPRINOS					
9	EQUINOS					
10	AVES DE CORRAL					
11	PORCINOS					
12	APICULTURA					
13	OTROS					
	TOTAL					

1* N° ACTIVIDAD: 1. Leche, 2. Carne, 3. Doble propósito, 4. Cría, 5. Levante, 6. Pollos, 7. Gallinas

¿De dónde se abastece del recurso hídrico? _____

¿Con que nivel tecnológico capta el recurso hídrico?

NIVEL TECNOLÓGICO EN LABORES CULTURALES Y USO DE INSUMOS

INSUMOS		SISTEMAS DE RIEGO		SISTEMA DE DRENAJE		SIST. CONTROL INUNDACIONES		MAQUINARIA Y EQUIPO	
Agri. Tradicional	1	Gravedad	1	Gravedad	1	Diques	1	Aspersora motor	1
Prod. limpia	2	Aspersión	2	Bombeo	2	Bombeo	2	Aspersora manual	2
Combinado	3	Goteo	3	Natural	3	Sin control	3	Guadaña	3
Concentrado	4	Inund. por manguera	4	Sin Drenaje	4	Otro	4	Bomba Eléctrica	4
Droga veterinaria	5	Sin riego	5					Bomba Gasolina	5
								Bomba ACPM	6
								Ordeño mecánico	7
NS/NR	9	NS/NR	9	NS/NR	9	NS/NR	9	NS/NR	9
ACTIVIDAD*		ACTIVIDAD*		ACTIVIDAD*		ACTIVIDAD*		ACTIVIDAD*	

*Indicar el cultivo, la actividad ganadera o forestal

AREA TECNIFICADA CON LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

SITUACIÓN PROYECTADA AGRÍCOLA Y PECUARIA	ÁREA (Has)

SERVICIOS DE APOYO PARA LA PRODUCCION

¿Cuenta con algún programa de asistencia técnica para producción de sus cultivos (agronomo, veterinario otros)? Si ____ No ____ Cual _____

¿Qué entidad o empresa le brinda la asistencia técnica? _____

¿Cuánto vale ese servicio de asistencia técnica? \$ _____

LIMITANTES DE PRODUCCIÓN (marque con una X según sea el caso)

Crédito para inversión y capital de trabajo _____

Adecuación de tierras _____

Inseguridad y orden publico _____

Capacidad financiera	_____
Capacidad empresarial	_____
Infraestructura vial	_____
Mercados	_____
Canales de comercialización	_____
Infraestructura para la comercialización	_____
Disponibilidad y costos de transporte	_____
Participación y apoyo de entidades locales, regionales, departamentales y nacionales	_____

Firma: _____

Anexo 3. Tabla 23. Registro histórico de precipitación total (mm) de la estación Hda Pérez (1990-2020).

AÑO	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	VALOR TOTAL
1990	54.0	127.0	60.0	70.0	120.0	10.0	70.0	6.0	1.0	235.0	125.0	155.0	1033.0
1991	50.0	50.0	150.0	70.0	145.0	10.0	15.0	25.0	55.0	86.0	164.0	211.0	1031.0
1992	110.0	25.0	70.0	45.0	45.0	15.0	9.0	20.0	80.0	80.0	261.0	216.0	976.0
1993	39.0	123.0	157.0	93.0	129.0	0.0	30.0	5.0	17.0	96.0	352.0	85.0	1126.0
1994	51.0	125.0	136.0	161.0	79.0	5.0	0.0	5.0	51.0	256.0	121.0	8.0	998.0
1995	10.0	63.0	164.0	230.0	82.0	91.0	71.0	33.0	36.0	172.0	266.0	265.0	1483.0
1996	247.0	33.0	175.0	100.0	118.0	71.0	25.0	55.0	20.0	317.0	167.0	147.0	1475.0
1997	161.0	31.0	140.0	88.0	19.0	95.0	0.0	4.0	44.0	103.0	178.0	32.0	895.0
1998	19.0	27.0	106.0	55.0	68.0	10.0	37.0	109.0	44.0	148.0	162.0	122.0	907.0
1999	98.0	154.0	79.0	147.0	46.0	119.0	2.0	0.0	186.0	442.0	104.0	210.0	1587.0
2000	65.0	167.0	182.0	46.0	151.0	57.0	15.0	23.0	90.0	181.0	114.0	214.0	1305.0
2001	14.0	27.0	97.0	30.0	26.0	23.0	20.0	2.0	110.0	71.0	157.0	144.0	721.0
2002	9.0	100.0	160.0	92.0	79.0	80.0	15.0	11.0	42.0	125.0	56.0	170.0	939.0
2003	13.0	21.0	249.0	129.0	9.0	12.0	2.0	2.0	57.0	252.0	282.0	187.0	1215.0
2004	56.0	146.0	11.0	174.0	9.0	9.0	15.0	0.0	98.0	128.0	180.0	69.0	895.0
2005	45.0	48.0	90.0	53.0	65.0	7.0	54.0	0.0	151.0	119.0	194.9	181.0	1007.9
2006	58.0	38.0	98.0	209.0	92.5	18.0	27.0	24.0	43.0	172.0	153.0	103.0	1035.5
2007	8.0	7.0	126.0	112.0	152.0	27.0	62.0	2.0	7.0	231.0	142.0	184.0	1060.0
2008	61.0	154.0	107.0	260.0	168.0	5.0	50.0	16.0	107.0	195.0	331.0	89.0	1543.0
2009	198.0	102.0	143.0	91.0	50.0	26.0	1.0	52.0	10.0	193.0	17.0	104.0	987.0
2010	10.0	26.0	29.0	353.0	182.0	39.0	93.0	3.0	26.0	129.0	396.0	175.0	1461.0
2011	87.0	198.0	163.0	405.0	77.0	34.0	20.0	25.0	24.0	171.0	416.0	239.0	1859.0
2012	92.0	33.0	96.0	261.0	6.0	4.0	22.0	4.0	2.0	215.0	235.0	126.0	1096.0
2013	72.0	156.0	15.0	76.0	165.0	36.0	14.0	37.0	11.0	79.0	260.0	124.0	1045.0
2014	64.0	97.0	41.0	34.0	208.0	16.0	2.0	11.0	8.0	173.0	162.0	95.0	911.0
2015	10.0	46.0	155.0	69.0	8.0	10.0	2.0	2.0	4.0	47.0	93.0	8.0	454.0
2016	93.0	26.0	175.0	169.0	46.0	9.0	11.0	6.0	25.0	125.0	217.0	261.0	1163.0
2017	149.0	73.0	422.0	121.0	242.0	71.0	0.0	24.0	1.0	111.0	171.0	143.0	1528.0
2018	44.0	261.0	156.0	139.0	123.0	26.0	13.0	0.0	30.0	186.0	161.0	9.0	1148.0
2019	69.0	60.0	11.0	178.0	65.0	12.0	7.0	0.0	73.0	41.0	210.0	112.0	838.0
2020	66.0	46.0	207.0	37.0	68.0	94.0	41.0	91.0	94.0	84.0	284.0	245.0	1357.0
													1131.6
PROMEDIO	68.5	83.5	128.1	132.2	91.7	33.6	24.0	19.3	49.9	160.1	197.8	143.0	94.3
MINIMO	10.0	7.0	11.0	30.0	6.0	0.0	2.0	2.0	1.0	41.0	17.0	8.0	
MAXIMO	247.0	261.0	422.0	405.0	242.0	119.0	93.0	109.0	186.0	442.0	416.0	265.0	

Fuente: IDEAM

Anexo 4. Tabla 24. Registro histórico de caudales medios mensuales (m^3/s) multianual de la estación PTE. Carretera (1990-2020).

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	VALOR ANUAL
1990	12.00	19.84	8.08	14.34	16.40	5.92	4.51	3.56	2.96	18.55	15.53	31.32	12.75
1991	13.73	12.80	26.27	21.16	15.75	6.98	5.57	4.58	6.37	6.73	19.56	21.84	13.45
1992	8.19	6.33	5.68	7.01	10.64	5.22	4.08	3.83	5.19	5.66	23.39	25.83	9.25
1993	12.43	18.76	28.87	20.68	29.82	9.24	5.30	3.10	2.61	3.25	32.93	20.42	15.62
1994	22.77	18.25	28.47	27.98	17.71	10.02	6.32	4.67	4.53	20.07	19.33	13.33	16.12
1995	6.80	6.40	16.20	32.20	13.90	11.80	7.20	10.00	5.20	9.80	24.10	26.40	14.17
1996	25.93	20.89	42.95	25.60	21.55	19.49	10.35	6.03	4.63	25.44	13.48	15.83	19.35
1997	23.62	16.09	8.34	7.98	4.61	6.16	2.93	2.40	2.34	5.42	8.22	4.89	7.75
1998	6.67	6.16	12.18	25.59	20.33	8.08	4.16	5.06	5.34	12.06	20.82	13.64	13.07
1999	13.20	34.43	33.58	24.78	15.26	7.10	3.82	2.46	4.51	19.54	22.12	32.43	17.77
2000	13.87	21.73	28.05	22.38	11.69	5.55	3.67	2.60	4.22	4.40	7.28	8.45	11.16
2001	6.48	3.43	9.73	3.78	4.77	2.63	1.46	1.29	1.39	2.02	25.81	20.34	6.93
2002	5.45	3.35	12.29	14.24	12.93	12.04	3.04	2.39	1.72	2.82	8.30	7.66	7.18
2003	1.77	2.63	8.31	11.85	3.08	2.65	1.46	1.37	3.40	8.09	23.71	20.17	7.38
2004	9.35	26.93	6.25	29.94	9.32	4.27	2.72	1.40	5.34	10.11	21.25	9.88	11.95
2005	7.71	28.20	11.92	6.42	9.92	3.03	1.93	1.30	2.99	14.52	19.94	19.56	10.62
2006	31.95	20.30	38.21	46.18	26.41	18.28	10.79	3.80	2.62	6.01	18.31	19.03	20.16
2007	6.04	4.99	17.42	32.94	29.94	12.50	6.83	4.47	3.20	21.68	42.32	27.00	17.44
2008	27.60	28.08	33.74	43.03	33.67	10.89	9.25	8.16	8.40	11.20	40.35	35.73	24.18
2009	37.85	31.54	52.88	42.13	30.33	11.39	7.47	6.61	4.08	25.96	20.16	14.96	23.78
2010	9.25	8.46	7.93	38.01	26.61	21.51	18.70	12.36	11.9	18.32	53.93	39.17	22.18
2011	29.68	30.90	50.80	94.84	38.15	20.43	11.23	8.17	15.9	23.24	36.77	60.98	35.10
2012	25.16	14.36	16.88	37.47	11.49	5.56	5.51	5.28	4.36	10.62	20.31	24.38	15.11
2013	17.15	21.56	21.33	9.19	17.14	7.19	6.46	5.06	5.34	12.06	12.27	18.07	14.65
2014	10.41	10.42	20.68	7.06	25.73	9.16	5.11	5.21	4.23	12.06	22.04	21.6	12.65
2016	4.12	3.07	7.72	12.30	7.13	5.35	3.95	2.74	2.66	4.71	14.91	24.74	7.78
2017	17.00	27.50	44.12	39.85	37.97	16.59	13.05	13.33	5.34	12.06	22.0	21.66	26.18
2018	23.02	17.78	20.79	42.98	30.86	18.18	13.30	10.53	10.1	22.52	27.10	20.04	21.43
2019	11.68	12.38	16.25	36.31	18.23	14.56	12.23	9.36	17.1	12.14	21.97	22.75	17.08
2020	1.62	1.69	3.91	2.74	2.40	2.14	1.47	0.97	0.99	0.70	2.92	7.73	2.44
PROM EDIO	14.75	15.97	21.33	26.03	18.46	9.80	6.46	5.06	5.34	12.06	22.04	21.66	15.10

Fuente: IDEAM

Anexo 5. Tabla 25. Registro histórico de caudales mínimos mensuales (m³/s) multianual de la estación PTE. Carretera (1990-2020).

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	VALOR ANUAL
1990	4.50	4.25	5.30	6.32	6.68	4.58	3.49	2.60	2.30	3.39	4.44	9.77	4.80
1991	5.75	5.00	4.25	11.00	5.88	5.50	4.13	3.47	2.98	3.30	4.30	7.97	5.29
1992	3.20	5.30	4.20	4.40	4.60	4.00	3.30	2.90	2.70	2.30	3.60	6.10	3.88
1993	5.50	7.40	11.20	10.50	15.00	6.40	2.70	2.10	1.70	1.70	5.50	8.10	6.48
1994	11.80	10.00	13.60	12.50	11.70	7.40	4.90	4.00	3.40	3.50	10.00	8.10	8.41
1995	5.20	4.50	5.30	8.90	8.30	7.60	5.60	6.00	4.60	4.40	8.10	11.20	6.64
1996	8.60	9.70	21.10	15.80	13.30	10.00	6.60	4.60	3.70	3.70	7.10	7.10	9.28
1997	6.32	7.23	5.45	4.43	3.55	3.50	2.40	2.20	2.03	2.00	2.15	2.72	3.67
1998	4.20	4.10	3.90	9.90	8.40	5.90	4.58	3.83	3.45	3.43	7.13	5.90	6.04
1999	5.70	5.50	10.80	8.80	6.70	5.50	2.80	1.90	1.80	2.80	8.80	9.40	5.88
2000	9.00	11.60	13.49	9.40	6.52	4.25	3.02	2.00	1.91	1.65	3.43	2.94	5.77
2001	3.70	2.30	3.40	2.50	2.00	1.60	1.30	1.20	1.20	1.20	1.30	6.70	2.37
2002	3.50	1.50	1.70	5.20	4.70	3.70	1.50	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	2.36
2003	1.30	1.30	1.30	2.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.20	1.30	6.30	5.90	2.18
2004	4.80	3.70	3.60	2.70	5.90	3.00	1.60	1.30	3.45	1.30	4.90	3.70	3.32
2005	3.70	6.40	5.00	3.70	3.70	1.40	1.30	1.30	1.30	1.30	6.50	7.80	3.62
2006	18.55	12.19	11.60	16.19	16.88	10.46	4.38	2.70	2.25	2.13	8.38	9.45	9.60
2007	3.51	3.09	2.91	10.64	9.29	7.40	3.71	3.30	2.91	2.65	13.35	11.39	6.18
2008	12.58	9.08	15.92	18.95	13.31	5.76	5.35	4.12	3.30	3.24	11.72	17.11	10.04
2009	13.35	15.50	23.78	20.56	13.55	9.08	5.15	3.71	2.65	2.68	10.34	7.82	10.68
2010	5.76	5.97	5.76	5.76	12.38	13.35	13.6	9.71	7.40	9.50	26.91	24.70	11.73
2011	13.55	12.19	22.40	21.25	21.35	13.36	7.40	5.35	13.05	9.71	8.04	25.43	14.42
2012	16.09	9.70	8.00	9.70	7.27	4.22	3.94	4.01	4.08	4.22	5.45	6.46	6.93
2013	9.99	8.49	8.69	5.35	8.49	5.09	4.58	3.83	3.45	3.43	4.50	8.73	7.23
2014	5.64	5.73	8.49	5.35	5.73	6.89	4.22	3.83	3.45	3.43	7.13	8.50	6.01
2016	2.30	1.60	2.62	6.30	3.82	3.55	2.70	2.06	1.72	2.46	3.70	5.00	3.15
2017	6.60	6.60	16.65	18.80	18.80	8.50	10.9	12.7	3.45	3.43	7.13	8.50	12.44
2018	7.93	8.50	9.70	18.80	18.80	13.78	10.9	8.98	8.74	8.74	12.70	13.06	11.72
2019	9.22	8.74	9.70	16.22	9.94	9.70	9.22	7.93	7.36	8.31	8.98	2.38	8.98
2020	1.05	0.74	0.95	1.10	0.95	0.90	0.85	0.65	0.56	0.47	0.71	1.66	0.88
PROMEDIO	7.10	6.60	8.69	9.78	8.96	6.26	4.58	3.83	3.45	3.43	7.13	8.50	6.62

Fuente: IDEAM.

Anexo 6. Tabla 26. Registro histórico de caudales máximos mensuales (m³/s) multianual de la estación Pte. Carretera (1990-2020).

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	VALOR ANUAL
1990	178	202	37.2	266.0	118.0	7.90	30.50	37.20	6.00	258.0	147.2	318.0	133.83
1991	69.00	284.0	130.0	64.0	212.0	16.10	7.60	7.20	95.60	152.0	322.0	147.2	125.56
1992	77.70	12.00	25.00	49.20	153.8	16.60	11.50	20.50	59.10	82.20	218.0	354.0	89.97
1993	152.0	234.0	272.0	256.0	152.0	16.10	24.40	4.00	7.90	32.60	452.0	238.0	153.42
1994	155.6	35.30	152.0	204.0	162.8	32.40	8.60	10.50	33.90	236.0	82.30	51.50	97.08
1995	12.00	23.10	121.0	360.0	121.0	140.8	13.40	35.30	6.20	35.30	152.0	236.0	104.68
1996	278.0	83.50	550.0	152.0	238.0	266.0	107.3	14.00	6.90	316.0	222.0	124.0	196.48
1997	152.0	71.10	35.00	67.10	10.20	124.0	5.20	2.80	5.40	107.3	59.10	36.60	56.32
1998	180.0	56.70	250.0	298.0	220.0	21.40	9.00	24.02	38.60	171.2	310.0	71.10	157.36
1999	37.00	418.0	382.0	188.0	152.0	13.00	5.50	3.40	41.00	152.0	438.0	350.0	181.66
2000	37.00	88.40	125.5	152.0	100.9	34.90	13.50	5.50	55.10	74.50	100.9	170.0	79.85
2001	37.00	7.10	37.00	7.80	37.00	5.90	2.00	1.30	4.10	9.00	350.0	350.0	70.68
2002	14.00	7.40	152.0	124.0	250.0	152.0	5.90	82.30	16.90	17.90	127.0	83.50	86.08
2003	13.00	37.00	71.10	82.30	8.40	13.00	8.40	5.70	73.30	458.0	274.0	348.0	116.02
2004	89.60	398.0	23.20	500.0	47.50	6.20	8.40	2.50	38.6	264.0	222.0	37.00	145.31
2005	30.00	282.0	75.60	37.00	121.0	22.00	12.60	1.30	37.00	242.0	478.0	71.10	117.47
2006	390.0	130.0	390.0	390.0	390.0	374.0	34.69	13.94	6.58	43.42	110.0	285.8	213.20
2007	14.72	30.73	390.0	390.0	390.0	25.68	29.60	16.42	4.12	390.0	390.0	73.34	178.72
2008	152.0	230.0	228.0	332.0	153.8	21.48	44.05	174.0	153.8	194.0	226.0	310.0	184.93
2009	430.0	107.3	406.0	306.0	536.0	28.13	11.60	42.79	42.79	350.0	107.3	66.30	202.85
2010	16.88	20.10	47.83	700.0	448.0	250.0	40.90	40.90	40.90	57.50	152.0	152.0	163.92
2011	152.0	152.0	152.0	350.0	310.0	155.6	30.78	29.60	104.7	450.0	238.0	402.0	210.56
2012	128.8	40.94	78.50	205.9	22.27	7.27	7.27	8.49	4.65	37.94	87.54	128.8	63.20
2013	95.17	107.1	163.2	40.94	107.1	18.07	19.02	24.02	38.60	171.2	40.94	61.95	67.32
2014	40.94	40.94	69.97	29.47	87.54	26.99	6.69	24.02	38.60	171.2	206.2	172.2	43.22
2017	58.80	138.5	138.5	138.5	138.5	27.70	13.78	14.14	38.60	171.2	206.2	172.2	83.55
2018	64.70	64.70	109.7	237.8	168.6	33.30	22.24	14.93	22.24	180.6	119.3	39.30	89.79
2019	36.30	38.30	109.7	237.8	123.0	108.2	14.93	34.30	96.43	139.5	135.6	122.3	99.69
2020	2.27	3.99	10.82	7.90	5.75	5.54	2.26	1.40	1.70	0.93	6.59	22.63	5.98
PROM.	106.7	115.3	163.2	212.9	171.9	67.94	19.02	24.02	38.60	171.2	206.2	172.2	122.44

Fuente: IDEAM.