

**Formulación del Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua (PUEAA) Para el Minidistrito de
Riego en la Vereda Bajo Santa Lucia, Municipio de Pamplonita - Norte De Santander**

Margarita Del Pilar Dueñas Malaver

Universidad de Pamplona

Departamento de Ingenierías y Arquitectura

Programa de Ingeniería Ambiental

165290: Trabajo de grado

Diciembre 07 de 2022

Formulación del Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua (PUEAA) Para el Minidistrito de Riego en la Vereda Bajo Santa Lucia, Municipio de Pamplonita - Norte De Santander

Margarita Del Pilar Dueñas Malaver

Trabajo de grado realizado bajo la modalidad de practica empresarial, presentada como requisito para optar al título de pregrado de Ingeniería Ambiental

Tutores:

PhD. Maria Esther Rivera

MSc. Jesús Ramon Delgado Rodríguez

Universidad de Pamplona

Departamento de Ingenierías y Arquitectura

Programa de Ingeniería Ambiental

Diciembre 07 de 2022

Nota de aceptación:

Firma Jurado

Firma Jurado

Pamplona, Diciembre de 2022

Dedicatoria

Primeramente, Dedico a Dios mi Trabajo de Grado, pues es quien siempre me ha acompañado y dado la licencia de vivir para así poder cumplir y culminar con esta meta propuesta.

A mi adorada Abuela Margarita Panqueba Melgarejo, que en paz descanse ya que fue quien me crio gran parte de mi vida, e inculco estos valores que tengo, pues sé que desde el cielo estaría orgullosa de ver lo que he logrado.

A mi querida madre Claudia Nelly Malaver Panqueba por su incondicional compañía, esfuerzo, dedicación y apoyo al guiarme a lo largo de mi vida y carrera profesional, pues sin su gran motivación no sería posible alcanzar mi meta propuesta.

A mi Hermano Daniel Hernando Dueñas Malaver, por ser mi confidente y que gracias a sus palabras de apoyo y consejos que me brindo me han ayudado a salir adelante, para así ser una mejor persona y hermana.

A mi demás Familiares quienes han creído y estado ahí siempre para apoyarme y aconsejaren.

Agradecimientos

De manera inmensa agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser fortaleza en los momentos más difíciles y de debilidad, por brindarme una vida llena de aprendizaje, experiencias, pero sobre todo felicidad.

A mi hermosa Familia que es mi soporte ya que con todo su esfuerzo, sacrificio y dedicación han hecho de mí una mejor persona, con excelentes valores los cuales me han inculcado, por ayudarme con su gran paciencia a lograr cada una de mis metas propuestas.

Agradezco a mis directores Maria Esther Rivera y Jesús Ramon Delgado Rodríguez por brindarme sus conocimientos y enseñanzas, por su gran paciencia, confianza, cariño y dedicación de tiempo, para así poder seguir aportando a mi crecimiento profesional, pero sobre todo con la prioridad de servir para bien a la sociedad y el medio ambiente.

A CORPONOR, especialmente al ingeniero Henry Humberto Cruz Cruz, por colaborar con toda la información que necesite para la vereda bajo Santa Lucia y el apoyo para el desarrollo de mi trabajo de grado.

A Don Fermín Galvis Gamboa y Don Jacinto Gafaro Acero, quienes muy amablemente me guiaron y acompañaron por la vereda y el minidistrito de riego.

A mi compañero de vida Álvaro Orlando Guerrero Velandia Y a mi suegra Caren Gladis Velandia García les agradezco por su cariño, apoyo, paciencia, comprensión y ser como mi segunda familia, al momento de aconsejarme y acompañarme cada vez que los necesite.

A mi buen amigo José Francisco Jaimes Arredondo le agradezco por su tiempo dedicado, apoyo a la realización de mi trabajo de grado, por guiarme y acompañarme cuando lo necesite.

Tabla de Contenido

Tabla de Contenido	7
Índice de tablas	10
Índice de figuras	11
Resumen	13
Capítulo I	14
1. Introducción	14
2. Planteamiento del Problema	16
Justificación	18
3. Objetivos	20
Objetivo General	20
Objetivos específicos	20
Capitulo II	21
4. Marco Referencial	21
4.1. Marco contextual	21
4.2. Antecedentes	22
5.3 Marco Conceptual	25
5.4 Marco Teórico	27
5.5 Marco Legal	31
Capitulo III	34
5. Metodología	34
5.1. Determinación de las condiciones actuales en las que se encuentra el minidistrito de riego y su recurso hídrico	34
a) Diagnostico fuente hídrica abastecedora:	34

b) Diagnóstico de los componentes del minidistrito de riego.....	35
5.2. Caracterización física y morfométricamente la cuenca en la que se encuentra ubicada el minidistrito.....	35
5.3. Analizar la variación entre el nivel de oferta hídrica respecto a la demanda en la zona de estudio mediante el cálculo de estas.....	36
5.4. Formulación de los programas para la planificación de actividades necesarias en la atención de aspectos ambientales relacionados con el uso eficiente y ahorro del agua.	37
Capitulo IV.....	38
6. Resultados y Análisis.....	38
7.1 Determinación de las condiciones actuales en las que se encuentra el minidistrito de riego y su recurso hídrico.....	38
a) Diagnostico fuente hídrica abastecedora:	38
Variables climatológicas:	41
Temperatura y Precipitación	41
Humedad Relativa y Precipitación	42
Velocidad del viento	43
Índice de aridez (Martonne)	44
Encuesta:.....	46
b) Diagnóstico de los componentes del minidistrito de riego:	52
7.2. Caracterización física y morfométricamente la cuenca en la que se encuentra ubicada el minidistrito.....	56
7.4. Analizar la variación entre el nivel de oferta hídrica respecto a la demanda en la zona de estudio mediante el cálculo de estas.....	64
7.4.1. Medición Caudal	64

7.4.2. Caudal captado por rejilla:	64
7.5 Formulación de los programas para la planificación de actividades necesarias en la atención de aspectos ambientales relacionados con el uso eficiente y ahorro del agua.	66
7.5.1. Programa de monitoreo de la captación	67
7.5.2. Programa de Manejo de Perdidas	70
7.5.3. Programa de Actividades de Educación Ambiental	72
7.5.4. Programa de Actividades del Reusó Obligatorio del Agua	74
Conclusiones	76
Recomendaciones.....	78
Referencias.....	79
Anexos.....	82
Anexo A. caracterización de la actividad socioeconómica y ambientales de la vereda Bajo Santa Lucia.	82
Anexo B. Logo minidistrito vereda Bajo Santa Lucia.....	84

Índice de tablas

Tabla 1 <i>Normatividad Ambiental Aplicable.</i> -----	31
Tabla 2 Componentes del sistema vereda Bajo Santa Lucia -----	54
Tabla 3 Parámetros morfométricos cuenca El Naranjo -----	57
Tabla 4 Tipos de Suelos presentes en la Microcuenca El Naranjo. -----	63
Tabla 5 Información sobre la demanda hídrica del minidistrito de la quebrada El Naranjo.-----	65
Tabla 6 Nombres de los Programas y Proyectos para el Uso Eficiente y Ahorro del Agua Minidistrito de Riego Vereda Bajo Santa Lucia.-----	67
Tabla 7 Proyecto de Protección y Mantenimiento del Sistema de Captación y Abastecimiento.	67
Tabla 8 Cronograma de Actividades Proyecto de Protección y Mantenimiento del Sistema de Captación y Abastecimiento. -----	69
Tabla 9 Proyecto de Instalación de Equipos y Dispositivos que Minimicen el Consumo del Agua. -----	70
Tabla 10 Cronograma de Actividades Proyecto de Instalación de Equipos y Dispositivos que Minimicen el Consumo del Agua. -----	71
Tabla 11 Proyecto de Educación Ambiental. -----	72
Tabla 12 Cronograma de Actividades Proyecto de Educación Ambiental. -----	73
Tabla 13 Proyecto de Reúso del Recurso Hídrico. -----	74
Tabla 14 Cronograma de Actividades Proyecto de Reúso del Recurso Hídrico. -----	75

Índice de figuras

Figura 1 Mapa de ubicación y localización de la vereda Bajo Santa lucia. -----	21
Figura 2 Clasificación del índice de Martonne. -----	35
Figura 3 Cultivos de (a) maracuyá, (b) frijol, (c) cítricos, (d) plátano, (e) café, (f) caña y (g) lulo de la vereda Bajo Santa Lucia-----	38
Figura 4 (a)Vegetación presente en la zona y (b) transición del tipo de vegetación -----	39
Figura 5 (a) Pendientes del terreno vereda Bajo santa Lucia, (b) partes de difícil acceso, (c) sobre saltos quebrada El Naranjo.-----	40
Figura 6 Deslizamientos y derrumbes presentados a lo largo de la vereda -----	40
Figura 7 Comportamiento Temporal de la Temperatura Máxima Anual y la Precipitación Máxima Anual -----	41
Figura 8 Comportamiento Temporal de la Humedad Atmosférica Máxima Anual y la Precipitación Máxima Anual -----	42
Figura 9 Comportamiento Temporal de la Humedad Atmosférica Máxima Anual y la Temperatura Máxima Anual -----	43
Figura 10 Comportamiento Temporal de la Velocidad Máxima del Viento Anual -----	44
Figura 11 Índice de Aridez de Martonne -----	45
Figura 12 Condiciones climáticas observadas en la zona -----	45
Figura 13 Visita a los usuarios de minidistrito y realización de la encuesta. -----	46
Figura 14 Número de habitantes por vivienda -----	47
Figura 15 Coordenadas del predio-----	47
Figura 16 Unidad sanitaria por predio. -----	48
Figura 17 Tipos de actividades que realiza en el predio. -----	48
Figura 18 Tipos de cultivos de la vereda Bajo Santa Lucia. -----	49

Figura 19	Distancia entre el predio y la quebrada El Naranjo.-----	49
Figura 20	Uso del recurso hídrico.-----	50
Figura 21	Captación del recurso hídrico para los usuarios del minidistrito de riego.-----	51
Figura 22	Perención del uso que le da al recurso hídrico.-----	51
Figura 23	Mapa de localización de los componentes del distrito de riego.-----	52
Figura 24	Minidistrito de riego, vereda Bajo Santa Lucia.-----	53
Figura 25	Mapa de ubicación y localización cuenca El Naranjo.-----	56
Figura 26	Mapa de clasificación de pendientes cuenca El Naranjo-----	58
Figura 27	Curva Hipsométrica y Frecuencia de Altitudes, cuenca El Naranjo-----	59
Figura 28	Perfil Longitudinal Cauce Principal Quebrada El Naranjo.-----	60
Figura 29	Mapa de cobertura vegetal de la cuenca El Naranjo.-----	61
Figura 30	Mapa de tipo de suelos para la microcuenca El Naranjo.-----	62

Resumen

De acuerdo con República de Colombia (1997), la Ley 373 fue expedida en 1997 por la cual se establece el Programa para el Uso Eficiente y Ahorro del Agua (PUEAA), el cual es una herramienta metodológica de planificación para la conservación de la oferta de recurso hídrico existente en una región, con fin de satisfacer la demanda hídrica de la zona teniendo en cuenta las condiciones ambientales presentes en el territorio.

El objetivo de este proyecto fue la elaboración de un programa de uso y ahorro eficiente del agua (PUEAA) para el minidistrito de riego de la vereda Bajo Santa Lucia del municipio de Pamplonita en Norte de Santander; el cual sirvió como una herramienta de planificación para la conservación del recurso hídrico. Para esto, primero se determinaron las condiciones actuales en las que se encuentra el minidistrito de riego; además, se realizó la caracterización socio económica de los usuarios; posteriormente se realizó la caracterización físico-morfométrica de la microcuenca quebrada El Naranjo, realizando el análisis de la variación respecto a la oferta y demanda hídrica de la zona.

De acuerdo con la información obtenida en cada una de las fases anteriores del presente estudio, se crearon cuatro proyectos para el uso eficiente y ahorro del agua los cuales son: Protección y mantenimiento de la captación, instalación de equipos, dispositivos y accesorios que minimicen el consumo de agua, Educación Ambiental y Reúso del Recurso Hídrico. Dichos programas formulados contienen una breve descripción, las estrategias para la planificación de actividades necesarias en la atención de aspectos ambientales, así como el cronograma de actividades, los recursos técnicos y humanos necesarios con los que se llevó a cabo, los indicadores para monitorear la gestión realizada del programa y estrategia planteada dentro del PUEAA, midiendo los avances y resultados obtenidos, para finalmente se aumentó la conciencia ambiental por parte de los usuarios del minidistrito; así como el compromiso ambiental por parte de CORPONOR.

Capítulo I

1. Introducción

Bae & Dall'erba (2018) citado Alfaro (2018) comenta que las investigaciones con nuevos enfoques para ahorrar agua son muy importantes cuando se tiene en cuenta el crecimiento de la población mundial y los peligros inciertos que acompañan al cambio climático, los cuales ejercen una presión sobre la gestión y la sostenibilidad del agua.

Como se conoce bien, la agricultura genera gran consumo de agua en la producción de alimentos, asociado al alto crecimiento de población y desarrollo de una región o país, los cuales generan una presión sobre los cuerpos hídricos.

Por esta razón, se tomaron acciones que ayudan a la conservación y uso adecuado del recurso hídrico donde se comprometa a entidades públicas, privadas y a la comunidad en general, en el caso de la vereda de Bajo Santa Lucia no cuenta con un programa de uso y ahorro eficiente del agua (PUEAA) para garantizar un servicio óptimo de agua potable. Debido a lo anterior, fue necesario formular el PUEAA para que sea una herramienta de orientación a la comunidad de la zona de estudio en el uso eficiente y ahorro del agua.

El objetivo de este proyecto fue la elaboración de un programa de uso y ahorro eficiente del agua (PUEAA) para el minidistrito de riego de la vereda Santa Lucia del municipio de Pamplonita en Norte de Santander; el cual sirvió como una herramienta de planificación para la conservación del recurso hídrico. Para esto primero se determinaron las condiciones actuales en las que se encuentra el minidistrito de riego, realizando un diagnóstico a la fuente hídrica abastecedora y a los componentes del minidistrito de riego, además se realizó la caracterización socio económica de los usuarios; posteriormente se realizó la caracterización físico morfométrica de la microcuenca quebrada El Naranjo, realizando el análisis de la variación respecto a la oferta y demanda hídrica de la zona, por último se formuló el PUEAA con el diseño de cuatro proyectos para generar estrategias que permitieron la

reducción de pérdidas de caudal, reducción de impactos ambientales relacionados con el recurso hídrico, aumentando la conciencia ambiental por parte de los usuarios del minidistrito; así como el aumento del compromiso ambiental por parte de CORPONOR.

2. Planteamiento del Problema

Bae & Dall'erba (2018) citado Alfaro (2018) comenta que las investigaciones con nuevos enfoques para ahorrar agua son muy importantes cuando se tiene en cuenta el crecimiento de la población mundial y los peligros inciertos que acompañan al cambio climático, los cuales ejercen una presión sobre la gestión y la sostenibilidad del agua. En el caso de Colombia, en el Diagnóstico del Agua en las Américas (2012) se están analizando estrategias variadas para enfrentar este desafío, desde Políticas hasta Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua.

De acuerdo con República de Colombia (1997), la Ley 373 fue expedida en 1997 por la cual se establece el Programa para el Uso Eficiente y Ahorro del Agua (PUEAA), el cual es una herramienta metodológica de planificación para la conservación de la oferta de recurso hídrico existente en una región, satisfaciendo la demanda hídrica de la zona teniendo en cuenta las condiciones ambientales presentes en el territorio. El programa contiene una serie de subprogramas que permitieron crear planes y proyectos con el fin de generar estrategias para el manejo del recurso hídrico como: Educación Ambiental, Medición, Uso y Reúso de Aguas Lluvias, Tecnologías de Bajo Consumo, Zonas de Manejo Especial e Incentivos tarifarios y/o Sanciones. Por lo tanto, los administradores del recurso hídrico, grandes usuarios, acueductos municipales, acueductos veredales, los pequeños usuarios, tuvieron la obligación de presentar este programa con el fin de generar actividades que permitan hacer un uso eficiente del agua.

Como se conoce bien, la agricultura genera gran consumo de agua en la producción de alimentos, asociado al alto crecimiento de población y desarrollo de una región o país, los cuales han generado una presión sobre los cuerpos hídricos. Tanto así, que se estima que en 2025 dos tercios de la población mundial podría estar viviendo en países con problemas de agua y para el año 2050 al menos un 25 % de la población mundial vivirá en un país afectado por escasez crónica y reiterada de agua dulce. Además, se prevé que la demanda mundial de agua aumente en un 55 % para 2050, si persisten

los patrones de consumo actuales (Unidas, 2018). Como indica la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), se necesitan entre 2000 y 5000 litros de agua para producir los alimentos consumidos por una persona en un día y teniendo en cuenta que la población mundial alcanzará los diez mil millones de personas en 2050, se espera que la demanda de alimentos aumente un 50%, con el consiguiente incremento de necesidad de agua (El problema en la agricultura, 2017).

A nivel de Norte de Santander, la Dirección General expuso los cuatro grandes problemas identificados por la Corporación y priorizados de acuerdo con el PGAR y lineamientos del Ministerio, los cuales se centran; como primero la alta tendencia al agotamiento de la base de sustentación natural para el desarrollo, segundo el aumento en el deterioro ambiental de las principales cuencas hidrográficas del departamento, tercero la alta vulnerabilidad de la vida, bienes e infraestructura de la comunidad Norte santandereana por efectos del cambio climático, variabilidad climática y deficiencia en la gestión del riesgo y como cuarto o ultimo las severas deficiencias en el ejercicio del ordenamiento ambiental territorial en los cuarenta municipios de Norte de Santander.

Por esta razón, se tomaron acciones que ayuden a la conservación y uso adecuado del recurso hídrico donde se comprometa a entidades públicas, privadas y a la comunidad en general, en el caso de la vereda de Bajo Santa Lucia no contaba con un programa de uso y ahorro eficiente del agua (PUEAA) para garantizar un servicio óptimo de agua potable. Debido a lo anterior, se formuló el PUEAA para que sea una herramienta de orientación a la comunidad de la zona de estudio en el uso eficiente y ahorro del agua.

Por lo anterior, se planteó la pregunta: ¿Qué estrategias metodológicas podrían contribuir en el desarrollo de competencias que permitan formular el Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua?

Justificación

Centre (2004) citado en Alfaro (2018) considera que la razón por la cual, a nivel internacional, el uso eficiente y ahorro del agua se ha convertido en una de las principales metas para garantizar la sostenibilidad del recurso hídrico. Así mismo, Bae & Dall'erba (2018), el crecimiento de la población y los riesgos inciertos del cambio climático son una presión sobre la gestión y la sostenibilidad del recurso hídrico.

La Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico en Colombia, tiene objetivos, estrategias, metas, indicadores y líneas de acción estratégica para el manejo del recurso hídrico en el país. Así mismo, establece el ahorro y uso eficiente del agua dulce. Por otro parte, la Ley 373 de 1997 a obligado a las entidades encargadas de la prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado, riego y drenaje, producción hidroeléctrica, y demás usuarios del recurso hídrico, a elaborar y adoptar el programa para el uso eficiente y ahorro de agua (PUEAA). Las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR) y demás autoridades ambientales encargadas del manejo, protección y control del recurso hídrico en su respectiva jurisdicción, aprobaron la implantación y ejecución de dichos programas en coordinación con otras corporaciones autónomas que compartan las fuentes que abastecen los diferentes usos.

De acuerdo con UNESCO (2015), el uso y ahorro del agua ha cobrado una importancia debido a la escasez hídrica que se ha presentado en las últimas décadas a nivel mundial, a pesar de que el planeta cuenta con suficiente agua para abastecernos en las necesidades básicas, la crisis hídrica mundial es una crisis de gobernanza (WWAP, 2006), mucho más que de recursos disponibles.

El programa de uso y ahorro eficiente del agua (PUEAA) es una herramienta enfocada a la optimización del recurso hídrico, conformado por un conjunto de proyectos y acciones que le corresponde elaborar y adoptar a los usuarios que soliciten concesión de aguas, con el propósito de contribuir a la sostenibilidad de este recurso (Sostenible, 2018).

Las ventajas del PUEAA en nuestra comunidad, son el ahorro de agua y disminución de costos por el recuso, mejorando el sistema hidrosanitario mediante la implementación de tecnologías ahorradoras, desarrollando conciencia medioambiental entre otras; así que lo que busco este proyecto fue la elaboración de un programa de ahorro y uso eficiente del agua (PUEAA) para el minidistrito de riego de la vereda Santa Lucía del municipio de Pamplonita en Norte de Santander.

3. Objetivos

Objetivo General

Formular el programa de uso eficiente y ahorro del agua (PUEAA) para un minidistrito de riego en la vereda Bajo Santa Lucia, municipio de Pamplonita - Norte de Santander.

Objetivos específicos

- ❖ Determinar las condiciones actuales en las que se encuentra el minidistrito de riego mediante visitas de campo, para la implementación de prácticas orientadas al uso sostenible del agua.
- ❖ Caracterizar física y morfométricamente la cuenca en la que se encuentra ubicada el minidistrito.
- ❖ Analizar la variación entre el nivel de oferta hídrica respecto a la demanda en la zona de estudio mediante el cálculo de estas.
- ❖ Establecer programas para la planificación de actividades necesarias en la atención de aspectos ambientales relacionados con el uso eficiente y ahorro del agua.

Capítulo II

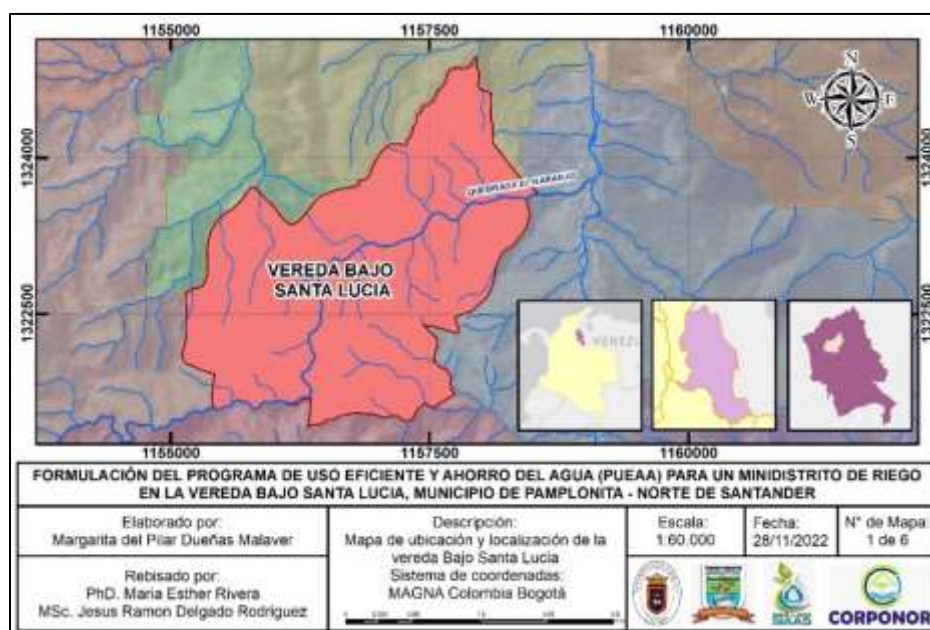
4. Marco Referencial

4.1. Marco contextual

La vereda Bajo Santa Lucía la cual esta demarcada por color rojo en la **Figura 1**, hace parte de la microcuenca quebrada El Naranjo. De acuerdo con CORPONOR (2019), posee una topografía quebrada, muy susceptible a erosión, si no se tiene un buen manejo de suelos, y temperaturas entre los 15 a 18°C. De igual manera, presenta coordenadas planas 115624 Este, 1322368 Norte y la mayoría de los predios están dedicados a labores agrícolas con cultivos como café, caña, cítricos, pastos de corte y actividades pecuarias con bovinos aves y equinos. Además, presenta un caudal aproximado de 25,8 L/s y luego de la captación del minidistrito de riego queda un caudal de 15 L/s. Adicionalmente el minidistrito de riego cuenta más o menos con 14 años de uso según el presidente de la Junta de Acción Comunal de la vereda y el tipo de riego utilizado en los cultivos es por aspersión.

Figura 1

Mapa de ubicación y localización de la vereda Bajo Santa lucia.



Fuente: Elaboración propia en el software ArcGIS.

4.2. Antecedentes

Trujillo Cardona & Sarmiento Ocampo (2012), plantearon el proyecto “Estrategias de uso eficiente y ahorro de agua en los centros educativos, caso de estudio, edificio facultad de ciencias ambientales – Universidad Tecnológica de Pereira”, el cual aporta a los procesos de gestión ambiental desarrollados en las instituciones educativas, conteniendo el diagnóstico de la demanda del recurso hídrico y estrategias de uso eficiente y ahorro del agua, determinando que el proyecto es viable, que para un mayor ahorro y uso eficiente del recurso hídrico en la instituciones es necesario la adecuación e implementación de nuevas tecnologías.

De acuerdo con la FAO (2013, p9), la presión demográfica, el ritmo de desarrollo económico, la urbanización y la contaminación están ejerciendo una presión sin precedentes sobre un recurso renovable pero finito, sobre todo en regiones áridas y semiáridas.

La elaboración del programa de ahorro y uso eficiente del agua para el acueducto veredal "Asoporquera", ubicada en la parte rural de la zona de Ciudad Bolívar, tuvo en cuenta la identificación de los diferentes hábitos de los usuarios del acueducto veredal en cuanto que le están dando a el agua, a partir de allí se manejó una metodología apropiada para poder dar una serie de soluciones a través de ciertas actividades que se pudieron aplicar en la vereda Mochuelo Alto y así se llegó a implementar un plan de uso eficiente y ahorro de agua acorde a las necesidades y deficiencias que presentaba la población y la fuente de abastecimiento (Umaña, 2016).

A nivel regional, Sánchez (2016), se realizó la implementación del programa de uso y ahorro eficiente del agua en la E.S.E. hospital Emiro Quintero Cañizares en Ocaña, Norte de Santander, identificando los puntos del hospital donde es mayor el consumo de agua, instalando accesorios que ayudaron con el desperdicio de agua, fortaleciendo la educación ambiental en cuanto a la conservación y manejo sostenible del recurso hídrico. De igual manera, se tuvo en cuenta el estudio desarrollado por la alcaldía Municipal de Santo Domingo de Silos en Norte De Santander, donde se diseñó el Programa de

Uso y Ahorro Eficiente del Agua del municipio bajo las directrices establecidas por la ley 373 del año 1997, para el reúso del agua, medidores de consumo, consumos básicos y máximos e incentivos tarifarios.

Ramírez (2017), formuló el programa de uso eficiente y ahorro del agua (PUEAA) en la Hacienda Cabaña, ubicada en Bogotá, utilizando metodologías de identificación y evaluación, así como también la modelación formando parte fundamental para la definición del plan de gestión, administración y seguimiento de los recursos hídricos subterráneos y superficiales.

Según CIAMA (1992) y Zhang et al., (2018) citado en Alfaro (2018), en el mundo el Uso Eficiente y el Ahorro del Agua es una necesidad crucial, dado que el recurso hídrico es finito, vulnerable y necesario para la vida, el desarrollo y el ambiente.

Para el Centro de Investigaciones Hidráulicas (Cuba) y Villalejo García (2018), muchos países vienen trabajando en diferentes estrategias, políticas, normas y leyes con el fin de garantizar una disponibilidad en el tiempo del recurso hídrico. En Colombia se han desarrollado proyectos, investigaciones sobre la formulación, elaboración y seguimiento de los PUEAA en diferentes regiones. A continuación, se citan algunos estudios.

Forero (2020), formuló el programa de uso eficiente y ahorro de agua PUEAA, para el sistema de captación, tratamiento, y suministro de agua potable por gravedad del sector centro del casco urbano del municipio de Cuítiva, administrado por la empresa de servicios públicos del municipio de Cuítiva, EMCUITIVA S.A. E.S.P. aplicando una metodología descriptiva, basándose en una recopilación de información a través de métodos primarios, y secundarios. Además, aplicó técnicas como la reunión con grupos focales, la observación de campo, y la recopilación y análisis documental.

Otro estudio interesante, fue el desarrollado por Márquez (2019), enfocado en la evaluación y mejoramiento del Programa Uso Eficiente y Ahorro del Agua (PUEAA) en el municipio de Vélez - Santander 2017-2020, tuvo en cuenta la actualización del PUEAA-2016 y la ejecución para los años 2017-

2018. Desarrollando una serie de programas para gestión del recurso hídrico, motivando a las entidades a cumplir con las metas y objetivos propuestos.

De la misma manera, Rodríguez elaboró el Plan de Uso y Ahorro Eficiente del Agua, según el plan institucional de gestión ambiental (PIGA) para la Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental (CORPONOR, 2017-2021), la cual tuvo como finalidad reducir los niveles de consumo del recurso hídrico dentro de las instalaciones, esto se hizo por medio de acciones enfocadas a la educación ambiental, toma de conciencia de la importancia que tiene el recurso hídrico a nivel mundial, planteando la incorporación de nuevas tecnologías que permitan el ahorro y uso eficiente del recurso.

Cárcamo (2020), formulo el programa de uso eficiente y ahorro del agua (PUEAA) - Asociación de usuarios del distrito de adecuación de tierras de pequeña escala "ASOCHICHIRA", Pamplona-Norte de Santander, llevando a cabo un diagnóstico del estado actual de la zona de estudio, utilizando documentación de las fuentes abastecedoras, puntos de captación, caudales, cultivos de las zonas, descripción del proceso, maquinarias y equipos utilizados en cada uno de los procesos. Evaluó los impactos ambientales y sociales generados en el área de estudio, teniendo en cuenta la identificación del área de influencia, cada uno de los procesos del minidistrito de riego, elaboración de matriz de aspectos ambientales asociados a los minidistritos de riego, Identificación de los impactos ambientales causados en las zonas de estudio. Además, obtuvo la oferta y demanda hídrica de la zona de estudio y formuló los planes de manejo para la reducción de pérdidas del recurso hídrico, uso de aguas lluvias y educación ambiental.

En el municipio de Pamplonita se realizó la actualización del Programa de Uso eficiente y ahorro del agua- PUEAA, en el cual están contemplados los programas y actividades a realizarse para contribuir al uso adecuado y conservación del recurso hídrico en el Municipio (Alcaldía de Pamplonita, 2016). Sin embargo, Cáceres (2021), realizó la actualización y seguimiento del programa de uso y ahorro eficiente del agua (PUEAA) del sistema de acueducto del municipio de Pamplonita-Norte de Santander,

concluyendo que el Número de Curva de la quebrada Batagá es de 73,8 indicando que el 73,8 % de agua que cae se escurre sobre la superficie y se convierte en oferta hídrica mientras que, la demanda hídrica de la cabecera Municipal para la quebrada Batagá es de 2,43 L/s, y de acuerdo con el permiso de captación Resolución 0033 del 2019 donde se concede al municipio captar 3.4 L/s la cual se puede suplir.

5.3 Marco Conceptual

De acuerdo con el Diario oficial de Colombia (2012a) en el artículo 2 de la Ley 373 de 1997, sobre contenido del Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua (PUEAA), este se desarrollará quinquenal y deberá estar basado en el diagnóstico de la oferta hídrica de las fuentes de abastecimiento y la demanda de agua, y contener las metas anuales de reducción de pérdidas, las campañas educativas a la comunidad, la utilización de aguas superficiales, lluvias y subterráneas, los incentivos y otros aspectos que definan las Corporaciones Autónomas Regionales y demás autoridades ambientales, las entidades prestadoras de los servicios de acueducto y alcantarillado, las que manejen proyectos de riego y drenaje, las hidroeléctricas y demás usuarios del recurso, que se consideren convenientes para el cumplimiento del programa.

La cuenca hidrológica o cuenca de drenaje de una corriente es el área de terreno donde todas las aguas de caídas por una precipitación se unen para formar un solo curso de agua. Cada curso de agua tiene una cuenca bien definida por cada punto de su recorrido (Villon, 2002).

Para el IDEAM (2020), la Oferta hídrica es considerada como el volumen de agua por unidad de tiempo que escurre por la superficie del suelo, que no se infiltra o se evapora (

El caudal o gasto de una corriente se define como el volumen de agua que pasa por la sección transversal del cauce en la estación, hidrométrica, por unidad de tiempo se expresa en m³/s o L/s (Ramírez, 1991).

El Estudio Ambiental es un Instrumento de gestión ambiental de aplicación de SEIA, en cualquiera de las tres categorías: Declaración de impacto ambiental (Categoría 1), Estudio de impacto ambiental semi detallado (Categoría 2) y estudio de impacto ambiental (Categoría 3) (ANLA, s.f.).

Plan de Acción Ambiental es el instrumento para orientar el desarrollo hacia una modalidad que le posibilite lograr mejores condiciones de vida para las generaciones actuales y futuras, colaborando, a disminuir la degradación global del planeta (OAS, s.f.).

Según Prada y Parra (2005), un minidistrito de riego es una infraestructura física conformada por pequeñas obras de ingeniería, que son utilizadas para dotar con riego superficies que no excedan las 500 ha, ubicadas en áreas urbanas y peri-urbanas de escasos recursos económicos donde predominan las actividades productivas a pequeña escala.

De acuerdo con Decreto MADS 1090 de 2018, el programa de uso eficiente y ahorro del agua (PUEAA) es considerado como una herramienta de planificación y administración enfocada a la optimización del uso del recurso hídrico, conformado por el conjunto de proyectos y acciones que le corresponde elaborar y adoptar a los usuarios que soliciten concesión de aguas, con el propósito de contribuir a la sostenibilidad de este recurso.

Para el MADS (2015), el ahorro comprendido como la acción de salvaguardar un bien necesario pensando en el futuro; el uso considerado como susceptible a la intervención humana (a través de alguna actividad que puede ser productiva, recreativa o para su salud y bienestar); la eficiencia entendida como el principio de escasez que debe ser bien manejado, en forma equitativa, haciendo uso de la menor cantidad de recurso para las diferentes actividades. Además, para hacer el uso eficiente al agua, y con el fin de planificar con los diferentes tipos de administradores de este recurso, se crean los Programas de Uso Eficiente y Ahorro del Agua (PUEAAs), siendo fundamental para la creación de estrategias comunitarias para el desarrollo de actividades que propendan por el cuidado del recurso hídrico, considerando el conocimiento, usos, actividades y propósitos de un territorio en particular.

5.4 Marco Teórico

En la Conferencia Internacional Sobre el Agua y el Medio Ambiente Dublín (1992, p1) citado en Forero (2020), se consideró que el uso eficiente y ahorro del agua en el mundo es una necesidad urgente para la sostenibilidad del recurso hídrico, siendo un “recurso finito y vulnerable, esencial para sostener la vida, el desarrollo y el ambiente”, y su “gestión debe basarse en un enfoque participativo, involucrando a usuarios, planificadores y los responsables de las decisiones a todos los niveles”.

Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (2015) citado en Forero (2020) creó los objetos de desarrollo sostenible, especialmente el objetivo 6 (agua limpia y saneamiento) busca “Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos” y dentro de las metas establece “de aquí a 2030 - aumentar considerablemente el uso eficiente de los recursos hídricos en todos los sectores y asegurar la sostenibilidad de la extracción y el abastecimiento de agua dulce para hacer frente a la escasez de agua y reducir considerablemente el número de personas que sufren falta de agua”.

Para Dourojeanni, Axel *et al.*, (2002), la cuenca hidrográfica, sin importar su forma (independiente o interconectada), es una unidad territorial aceptada con mayor frecuencia para la gestión integrada de los recursos hídricos. En esta, se cuenta con la red hídrica que proporciona la oferta hídrica, que de acuerdo con Instituto de Hidrología y Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM, 2004) es aquella porción de agua que después de haberse precipitado sobre la cuenca y satisfecho las cuotas de evapotranspiración e infiltración del sistema suelo – cobertura vegetal, escurre por los cauces mayores de los ríos y demás corrientes superficiales, alimenta lagos, lagunas y reservorios, concluye con otras corrientes y llega directa o indirectamente al mar.

Según Corponariño (2008 – 2009), la oferta hídrica de una cuenca es el volumen disponible de agua para satisfacer la demanda de las actividades antrópicas. Al cuantificar la esorrentía superficial a partir del número de curva (NC) o del balance hídrico de la cuenca, se obtiene la oferta de agua

superficial. Como es conocido, en muchos lugares de Colombia no cuentan con el conocimiento del caudal del río, su confiabilidad y extensión de la serie histórica, variables que pueden influir en la estimación de la oferta hídrica superficial.

De acuerdo con la Resolución 0865 del 22 julio 2004, para los efectos de calcular la oferta hídrica en una cuenca hidrográfica, se aplicará según cada caso las siguientes metodologías de acuerdo con la información disponible y características físicas de la cuenca:

a) Balance hídrico: Para cuencas hidrográficas con un registro de las variables climatológicas e hidrológicas mayor de 10 años, situación está que permite estimar la oferta hídrica media anual. Esta metodología se aplica en cuencas instrumentadas y con un área de drenaje mayor (más de 250 km²);

b) Caudal medio puntual en las corrientes de interés: Cuando los registros de caudal generan series cortas y no confiables (series anuales menores de dos años);

c) Relación lluvia-escurrimiento: Aplicable en cuencas menores, es decir cuyas áreas de drenaje sean inferiores a 250 km², cuencas no instrumentadas y en consecuencia no cuentan con registros de caudal para la estimación de la oferta superficial mensual.

En la cuenca hidrográfica se llevan a cabo actividades antrópicas que hacen uso del recurso hídrico, el cual es denominado demanda hídrica, y según Corponariño (2008 – 2009 p 104), la Demanda Hídrica corresponde a la sumatoria de las demandas por actividades antrópicas sociales y económicas, expresado en millones de metros cúbicos. Una aproximación a la demanda hídrica **Ec.(1)** se puede obtener a partir de los volúmenes de producción sectorial y de factores de consumo de agua por tipo de producto o servicio, es decir, la demanda total Dt de agua es igual a:

$$DT = DUD + DUI + DUS + DUA + DUP \quad \text{Ec. (1)}$$

Dónde, *DUD* - Demanda de agua para consumo doméstico, *DUI* - Demanda de agua para uso industrial, *DUS* - Demanda de agua para el sector de servicios, *DUA* - Demanda de agua para uso agrícola, y *DUP* - Demanda para uso pecuario.

Actualmente, el tema ambiental toma fuerza con relación a la problemática mundial y sobre todo a lo relacionado con los programas de protección del medio ambiente con respecto al manejo del recurso hídrico.

Para Aparicio (2014) citado en González, Gómez y Matos (2018), la evaluación de impacto ambiental es un proceso de análisis que pronostica el futuro de los impactos ambientales, tanto negativos como positivos de acciones humanas permitiendo escoger las diversas alternativas que, cumpliendo con las metas propuestas, maximicen los beneficios y disminuyan los impactos no deseados en las diferentes organizaciones empresariales del país. Uno de los resultados que se obtienen de la evaluación de impacto ambiental es el diagnóstico ambiental, el cual es un proceso que se realiza para mejorar la imagen medioambiental de una empresa ante los usuarios y la sociedad cuyo objetivo es identificar los aspectos de la empresa desde el punto ambiental, rigiéndose bajo la normativa ambiental encargada para la realización de actividades y por último una evaluación aprobada para su ejecución. (González, 2018).

Según (González, 2018), las Etapas del diagnóstico ambiental son: a) Elaborar de un Diagnóstico Ambiental centrado en detectar aquellos puntos “más vulnerables” en amigabilidad con el medioambientalmente; b) Selección de las áreas urgentes a mejorar; c) Hacer un análisis de la viabilidad para efectuar las mejoras necesarias, d) Definición de un plan de acción medioambiental adaptado a las necesidades de la empresa en todas las etapas.

La Corporación Autónoma Regional del Cauca (CRC, 2012, p 18) considera que la gestión ambiental, es una acción conjunta entre el estado y la sociedad, para orientar los objetivos de las políticas tendientes a consolidar el desarrollo sostenible, se instrumentaliza a través de planes y

programas que facilitan la articulación funcional y programática en el ámbito sectorial y territorial, contribuyendo a la sostenibilidad ambiental.

Para el MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL DE COLOMBIA (MINA AMBIENTE, 2016) en el área de Política para la Gestión Integral del Recurso Hídrico se establecen objetivos, estrategias y principios; se define que la demanda es describir cuantitativamente y cualitativamente el uso del recurso hídrico, y aumentar su eficiencia en el país, el cual es ejecutado por medio de las siguientes estrategias como: a) Implementación de un Sistema de Gestión Integral del Recurso Hídrico en los diferentes sectores productivos; b) Promoción del uso eficiente y sostenible del agua en pro del fortalecimiento de procesos y tecnologías de ahorro y c) Incremento de programas de uso eficiente y ahorro de agua en empresas de acueducto y alcantarillado, riego y drenaje, producción hidroeléctrica y demás usuarios, priorizados en el Plan Hídrico Nacional.

El PUEAA permite cuantificar el manejo, control y seguimiento que se le da al recurso hídrico por la sociedad, la industria y las autoridades ambientales de los entes territoriales, es decir con la información obtenida del desarrollo del programa se pueden emprender acciones o propuestas dirigidas hacia cambios para optimizar el uso y la promoción de prácticas que permitan favorecer la sostenibilidad de los ecosistemas y la reducción de la contaminación.

La Guía del Programa de ahorro y uso eficiente del agua elaborada por Montañó (2002) establece que para la implementación del PUEAA se hace necesario desarrollar una serie de fases, como:

- a) Preparar y programar la implementación, en esta fase se debe elaborar un calendario en el cual se deben incluir programas de educación, motivación y concienciación orientadas al uso adecuado del recurso hídrico;
- b) Educación a los usuarios, en esta fase se transmite a los usuarios la importancia del uso eficiente del agua y el impacto positivo que genera su ahorro sobre la sostenibilidad ambiental;
- c) Campañas de ahorro, diseñar estrategias de comunicación y motivación a los usuarios para fomentar cultura de ahorro del recurso hídrico;
- d) Implementación de soluciones, esta debe hacerse priorizando

las zonas de mayor consumo o la zona que mayor reducción se logrará; e) Monitorear y evaluar resultados, permite establecer mejora continua potenciando las áreas de mayor éxito e ineficacia; f) Difundir resultados, compartir el éxito del programa con todos los participantes del proceso, con el fin de demostrar que si es posible aportar al desarrollo sostenible.

5.5 Marco Legal

En cuanto al desarrollo de programas de ahorro y uso eficiente del agua (PUEAA) en Colombia encontramos las siguientes leyes, decretos y resoluciones:

Tabla 1

Normatividad Ambiental Aplicable.

N°	TIPO DE DOCUMENTO	NUMERO	FECHA DE EMISIÓN	DESCRIPCIÓN
1	Constitución Política Artículos	49 y 80		La Constitución establece que la atención de la salud y el saneamiento ambiental son servicios públicos que deben ser garantizados con eficiencia, universalidad y solidaridad. El estado debe planificar el manejo de los recursos naturales; prevenir y controlar el deterioro ambiental, imponer sanciones y exigir reparaciones.
2	Decreto	2811	1974	Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.
3	Decreto	1449	1977	por el cual se reglamentan parcialmente el inciso 1 del numeral 5 del Artículo 56 de la Ley número 135 de 1961 y el Decreto-Ley número 2811 de 1974. En relación con la conservación, protección y aprovechamiento de las aguas.
4	Decreto	1541	1978	Por el cual se reglamenta la Parte III del Libro II del Decreto Ley 2811 de 1974: "De las aguas no marítimas" y parcialmente la Ley 23 de 1973.
5		2858	1981	Por la cual se establece el programa para el uso eficiente del agua potable.
6	Ley	373	1997	Por el cual se reglamenta el artículo 15 de la Ley 373 de 1997 en relación con la instalación de equipos, sistemas e implementos de bajo consumo de agua.
7	Decreto	3102	1997	Por el cual se reglamenta el literal g) del artículo 11 de la Ley 373 de 1997.
8	Decreto	1311	1998	

9	Resolución	1096	2000	por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS. Por la cual se aprueba el Plan Nacional de Desarrollo 2003-2006, hacia un Estado comunitario. En su artículo 89, modifica el artículo 16 de la ley 373 de 1997 dice “En la elaboración y presentación del programa se debe precisar que las zonas de paramo, bosques de niebla y áreas de influencia de nacimientos acuíferos y de estrellas fluviales, deberán ser adquiridos o protegidos con carácter prioritario por las autoridades ambientales, entidades territoriales y entidades administrativas de la jurisdicción correspondiente, las cuales realizarán los estudios necesarios para establecer su verdadera capacidad de oferta de bienes y servicios ambientales, para iniciar su proceso de recuperación, protección y conservación”.
10	Ley	812	2003	Por el cual se reglamenta el Artículo 43 de la Ley 99 de 1993 sobre tasas por utilización de aguas y se adoptan otras disposiciones Por medio de la cual se establecen las metodologías para clasificar las personas de acueducto, alcantarillado y aseo de acuerdo con un nivel de riesgo financiero.
11	Decreto	155	2004	Por el cual se desarrollan los Artículos 356 y 357 de la Constitución Política y se dictan otras Disposiciones. Por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano.
12	Resolución CRA	315	2005	Por el cual se crea el Sistema de Información del Recurso Hídrico, SIRH. Por el cual se priorizan a nivel nacional el ordenamiento y la intervención de algunas cuencas hidrográficas y se dictan otras Disposiciones.
13	Ley	1176	2007	Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano.
14	Decreto	1575	2007	Por el cual se reglamenta el artículo 15 de la Ley 373 de 1997 en relación con la instalación de equipos, sistemas e implementos de bajo consumo de agua.
15	Decreto	1323	2007	Por el cual en su artículo 1 se adiciona el artículo 16 al Decreto 2696 de 2004. Donde se establece que en los casos en que se presente disminución en los niveles de precipitación ocasionados por fenómenos naturales, la Comisión de Regulación de Agua Potable y
16	Decreto	1480	2007	
17	Resolución	2115	2007	
18	Decreto	3102	2007	
19	Decreto	5051	2009	

				Saneamiento Básico expedirá Resoluciones de Carácter General orientadas a incentivar el uso eficiente y de ahorro de agua.
20	Resolución	1508	2010	Por la cual se establece el procedimiento para el recaudo de los recursos provenientes de las medidas adoptadas por la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico para promover el uso eficiente y ahorro del agua potable y desestimular su uso excesivo y su respectivo giro al Fondo Nacional Ambiental (Fonam). Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9ª de 1979, así como el Capítulo II del Título VI - Parte III Libro II del Decreto-Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras Disposiciones. Por medio del cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos, y se dictan otras Disposiciones. Por el cual se crea el Registro de Usuarios del Recurso Hídrico. Por el cual se reglamenta el Artículo 21 de la Ley 1450 de 2011 y se dictan otras Disposiciones. Programa Agua y Saneamiento para la Prosperidad – Planes Departamentales para el Manejo Empresarial de los Servicios de Agua y Saneamiento PAP-PDA. Por el cual se reglamenta el artículo 111 de la Ley 99 de 1993 modificado por el artículo 210 de la Ley 1450 de 2011, dispuso que los Departamentos y Municipios dedicarán un porcentaje no inferior al 1% de los ingresos corrientes para la adquisición y mantenimiento de las áreas de importancia estratégica para la conservación de recursos hídricos que surten de agua a los acueductos municipales, distritales y regionales, o para financiar esquemas de pago por servicios ambientales en dichas áreas. Por el cual se adiciona el Decreto 1076 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, en lo relacionado con el Programa para el Uso Eficiente y Ahorro de Agua y se dictan otras disposiciones.
21	Decreto	3930	2010	
22	Decreto	1640	2012	
23	Decreto	303	2012	
24	Decreto	2246	2012	
25	Decreto	953	2013	
26	Decreto	1090	2018	

Fuente: Elaboración propia (2022)

Capítulo III

5. Metodología

Con el fin de dar cumplimiento a los objetivos específicos se tuvo en cuenta una metodología de tipo descriptivo y analítico.

5.1. Determinación de las condiciones actuales en las que se encuentra el minidistrito de riego y su recurso hídrico.

Para determinar las condiciones actuales que se encuentra en el minidistrito de riego se realizaron las siguientes actividades:

a) Diagnostico fuente hídrica abastecedora:

A partir de la salida de campo realizada y observación se recopiló información de la situación de la fuente hídrica abastecedora y las afectaciones que inciden sobre la misma. De igual forma, se diseñó y aplicó una encuesta (**Anexo A**), a la población perteneciente al minidistrito para caracterizar las actividades económicas que se desarrollan en la zona de estudio y las apreciaciones por parte de los habitantes sobre el comportamiento del recurso hídrico. Luego, se tomaron fotos como evidencia de los focos de contaminación del área de captación.

Para el comportamiento del tiempo atmosférico se descargaron los datos de precipitación, temperatura, velocidad de vientos, humedad atmosférica, entre otros, de NASAPOWER (NASA Prediction of Worldwide Energy Resources por las siglas en Ingles), con una serie histórica de 15 años (2006-2020) y para obtener el índice de Martonne o Índice de Aridez, se aplicó la **Ec. 2** citada por *Hurtado, Barnatán, Faroni, et al; (2006)*.

$$Ia = \frac{P}{(T + 10)}$$

Ec. 2

Donde:

I_a = Índice de aridez

P = Precipitación media anual (mm)

T = Temperatura media anual (°C)

Dependiendo de los valores obtenidos se clasificará como se indica en **figura 2**.

Figura 2

Clasificación del índice de Martonne.

$0 \leq I_M < 5$	Desierto
$5 \leq I_M < 15$	Semidesierto
$15 \leq I_M < 20$	Semiárido (mediterráneo)
$20 \leq I_M < 30$	Subhúmedo (Regiones del olivo y de los cereales)
$30 \leq I_M < 40$	Regiones subhúmedas de prados y bosques
$I_M \geq 40$	Zonas húmedas a muy húmedas

Fuente: Hurtado, Barnatán, Faroni, et al; (2006).

b) Diagnóstico de los componentes del minidistrito de riego.

Durante la visita de campo realizada, se obtuvo el diagnóstico a las estructuras o componentes del sistema de riego, es decir desde la captación hasta la distribución con el fin de identificar las fallas que puedan presentarse en el minidistrito de riego. Además, se hizo un registro fotográfico de cada uno de los componentes del minidistrito de riego, donde se obtuvo información de los aspectos técnicos y operativos que se llevan a cabo en el sistema.

5.2. Caracterización física y morfométricamente la cuenca en la que se encuentra ubicada el minidistrito.

Mediante el uso del software ArcGIS en su versión 10.8, y a partir de la descarga del Modelo de Elevación Digital (DEM) de la zona de estudio, de la plataforma Alaska Satellite Facility (ASF Data Search)

del satélite Alos Palsar, el cual tiene una resolución de pixeles de 12,5 por 12,5 metros; se realizó la delimitación de la microcuenca quebrada El Naranjo con las herramientas de Hidrología del software, así como herramientas de Análisis Espacial y herramientas de conversión, en donde se obtuvieron los parámetros físicos y morfométricos de la quebrada El Naranjo (Minidistrito de riego, Municipio de Pamplonita) y el mapa de clasificación de pendientes de la cuenca.

Además, mediante visita de campo y mapas del Servicio Geológico Colombiano (SGC), IGAC escala 1:100000 del año 2018 se obtuvo la información la cobertura vegetal, usos del suelo aplicado la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia y se recortó a la zona de estudio, así mismo, se descargó de la Geo portal Colombia en Mapas el mapa de Tipos de Suelo, del municipio de Norte de Santander escala 1:100000 del año 2006 y se recortó a la forma de la cuenca. Esta información, se validó la información obtenida con la visita de campo y opiniones de los habitantes de la vereda Bajo Santa Lucia.

5.3. Analizar la variación entre el nivel de oferta hídrica respecto a la demanda en la zona de estudio mediante el cálculo de estas.

Para la determinación de la oferta hídrica de la zona de estudio se tuvo en cuenta la información entregada por la Corporación Autónoma Regional del Nororiente Colombiano (CORPONOR) de los usuarios del recurso hídrico del minidistrito. Además, se realizó medición de caudal, el día 15 de noviembre del presente año, mediante el Método Volumétrico en la zona de captación del minidistrito.

Para la obtención de la demanda hídrica esta se realizó mediante el Artículo 3 del decreto 1324 de 2007 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, por el cual se crea el Registro de Usuarios del Recurso Hídrico. Así mismo, se hizo una salida de campo en la cual se aplicó la encuesta diseñada (**Anexo A**) a los usuarios del recurso hídrico estableciendo que la presente encuesta está fundamentada en la ley 1581 de 2012, sobre la cual se dictan disposiciones generales para la protección

de datos personales y la prohibición de divulgación de datos a terceros. La encuesta cuenta con 10 preguntas enfocadas a obtener información sobre tipos de cultivo, captación de agua, áreas de uso de suelo, actividades de como hace uso del recurso y de cuantos habitantes hay en cada vivienda, así como las hectáreas que poseen.

5.4. Formulación de los programas para la planificación de actividades necesarias en la atención de aspectos ambientales relacionados con el uso eficiente y ahorro del agua.

Teniendo en cuenta la información del diagnóstico de la situación actual del minidistrito, la demanda hídrica, la oferta hídrica se formularon los programas para el uso y ahorro eficiente de agua, que le permite al usuario hacer un análisis del uso del agua en su actividad, priorizar y focalizar las acciones que requiere para optimizar la demanda de agua.

Los programas formulados contienen una breve descripción y las estrategias para la planificación de actividades necesarias en la atención de aspectos ambientales relacionados con el uso y ahorro eficiente del agua de acuerdo con lo establecido por la ley 373 de 1997 del congreso de la Republica. Además, se presentará el cronograma de las diferentes actividades, los recursos técnicos y humanos con lo que se dispone. se formularon indicadores para monitorear la gestión realizada del programa y estrategia planteada dentro del PUEAA, midiendo los avances y resultados obtenidos. Finalmente, se diseño un logo ; **Anexo B**, para la identificación de los usuarios de minidistrito de la vereda Bajo Santa Lucia, dicho logo se situó en las fichas del PUEAA.

Capítulo IV

6. Resultados y Análisis

7.1 Determinación de las condiciones actuales en las que se encuentra el minidistrito de riego y su recurso hídrico.

a) Diagnostico fuente hídrica abastecedora:

El agua de la quebrada El Naranjo es utilizada para consumo humano, pues no se evidenciaron fuentes de contaminación notorias, ni que afectaran a la cuenca. Se observó que el desarrollo de la agricultura es mucho mayor al de la ganadería, la cual genera una alta demanda del recurso hídrico. Así mismo se notó que hay gran variedad de cultivos, como maracuyá, frijol, cítricos, plátano, café, caña, lulo, **Figura 3**, entre otros.

Figura 3

Cultivos de (a) maracuyá, (b) frijol, (c) cítricos, (d) plátano, (e) café, (f) caña y (g) lulo de la vereda Bajo Santa Lucia



Por otro lado, se observó vegetación endémica, **Figura 4 (a)**; notándose una transición en la vegetación presente en la zona, encontrando en la parte más bajas cobertura vegetal de clima cálido y en las partes más altas cobertura vegetal de clima frío, **Figura 4 (b)**.

Figura 4

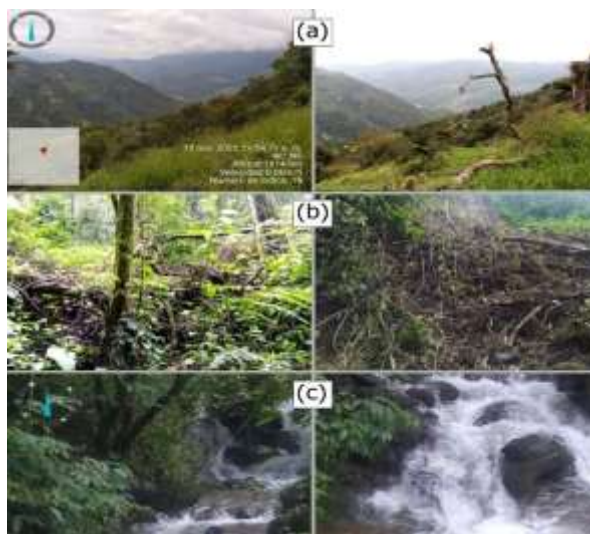
(a) Vegetación presente en la zona y (b) transición del tipo de vegetación



La microcuenca presento una zona de terreno montañoso, con pendientes elevadas, **Figura 5 (a)**; lo que hizo que en ciertas partes fuera de difícil acceso, **Figura 5 (b)**; contando con un gran caudal con altas velocidades de flujo además de numerosos sobresaltos, **Figura 5 (c)**; en donde se pudo observar grandes rocas alrededor de la quebrada, socavación y arrastre de sedimentos; se puede decir que la quebrada es muy susceptible a crecidas.

Figura 5

(a) Pendientes del terreno vereda Bajo santa Lucia, (b) partes de difícil acceso, (c) sobre saltos quebrada El Naranjo.



Así mismo, en las zonas de la microcuenca se observaron deslizamientos, provocados por las intensidades de las precipitaciones presentadas en la zona, **Figura 6**.

Figura 6

Deslizamientos y derrumbes presentados a lo largo de la vereda



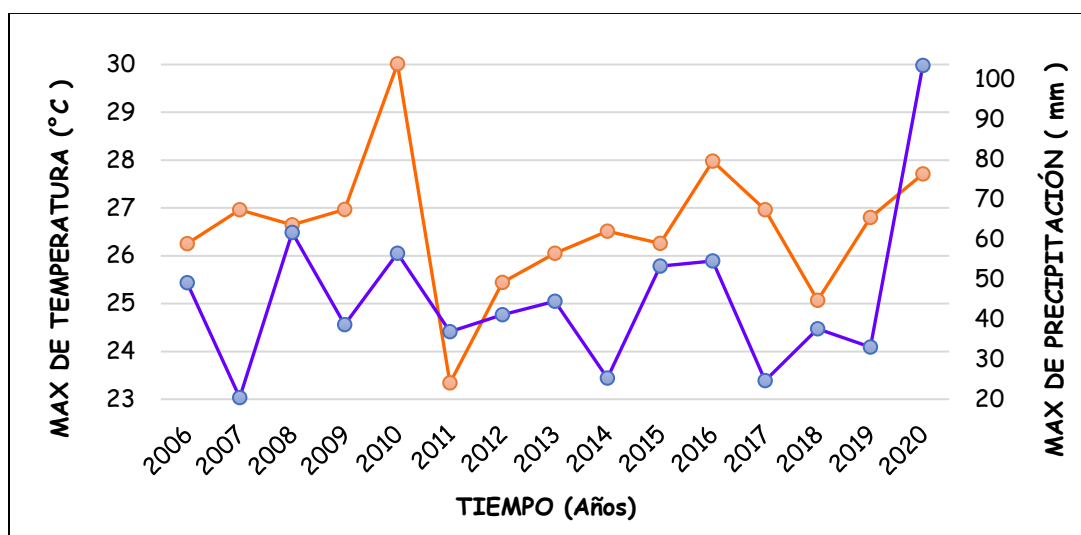
Variables climatológicas:

Temperatura y Precipitación

De acuerdo a CORPONOR (2019), la vereda Bajo Santa Lucia del Municipio de Pamplonita presenta una temperatura que oscila entre 15 y los 18°C y su altura va entre los 1277 y 2475 m.s.n.m.; por otro lado, la precipitación media es de 1315 mm/año. Respecto al comportamiento temporal en la zona de estudio; **figura 7**, se encontró que ha ocurrido variaciones de temperaturas máximas anuales que van entre 23,34°C en el 2011 y la máxima 30.01°C en el 2010. Además, en cuanto a la precipitación máxima anual se encuentra valores que van entre el 20,42 mm en el 2007 y 103,58 mm en el 2020, observándose que estas variables son inversamente proporcionales, en los años 2006, 2007, 2008, 2009, 2014, 2015, 2018 y 2019; mientras que para los años 2010, 2012, 2013 y 2020 fueron directamente proporcionales.

Figura 7

Comportamiento Temporal de la Temperatura Máxima Anual y la Precipitación Máxima Anual



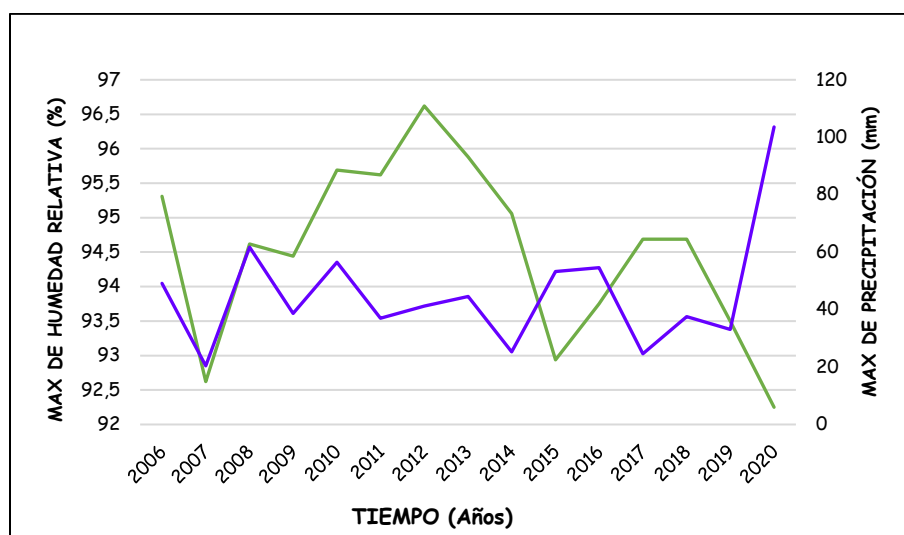
Fuente: Elaboración propia a partir de datos meteorológicos descargados del Geo Portal NASA Power Data.

Humedad Relativa y Precipitación

En cuanto a la humedad relativa; **figura 8**, se observó que el mayor valor es de 96,62 y se dio en el 2012, el mínimo de 92,25 en el 2020; encontrándose que en el 2006 hasta el 2010 la humedad relativa es directamente proporcional a la precipitación y desde el 2011 hasta 2020 son inversamente proporcionales.

Figura 8

Comportamiento Temporal de la Humedad Relativa Máxima Anual y la Precipitación Máxima Anual

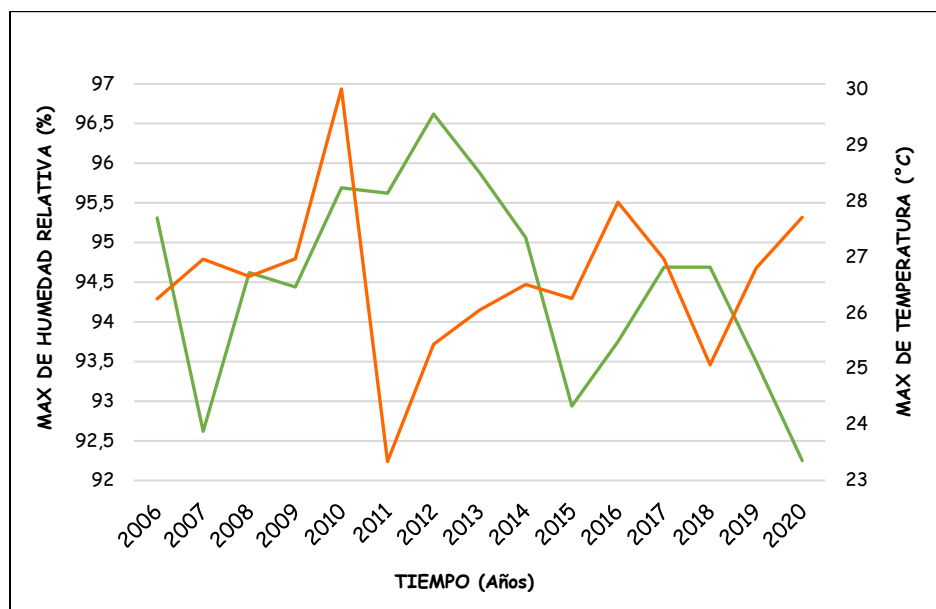


Fuente: Elaboración propia a partir de datos meteorológicos descargados del Geo Portal NASA Power Data.

Por otra parte, la temperatura es inversamente proporcional a la humedad atmosférica, pues esto se identificó en casi todos los años en estudio, a diferencia de los años 2009 y 2010 que tienden hacer directamente proporcionales; **Figura 9**.

Figura 9

Comportamiento Temporal de la Humedad Relativa Máxima Anual y la Temperatura Máxima Anual



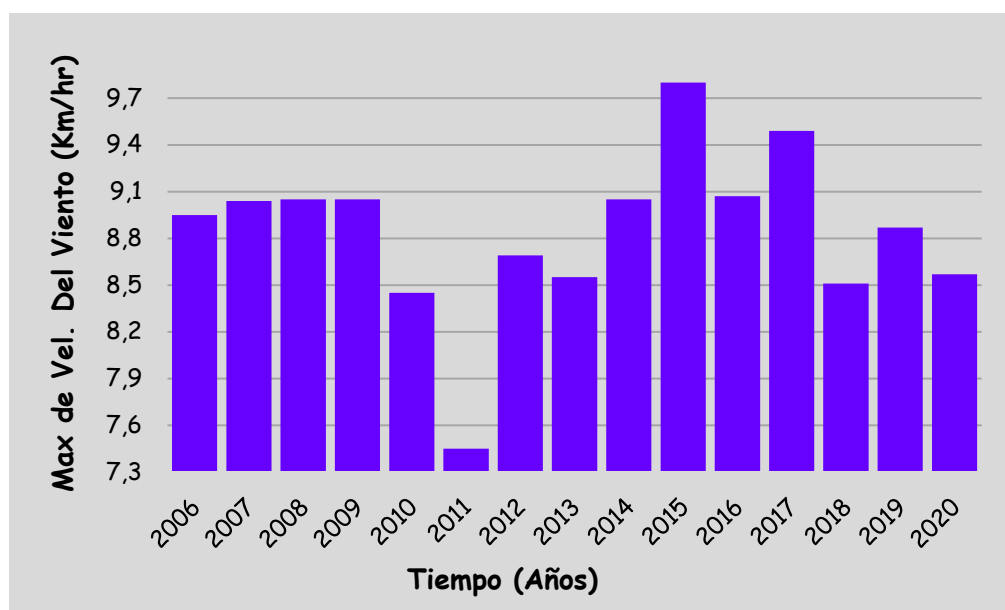
Fuente: Elaboración propia a partir de datos meteorológicos descargados del Geo Portal NASA Power Data.

Velocidad del viento

Respecto a la velocidad del viento a 10 metros del suelo, **Figura 10**, de la temporalidad estudiada, se identificó que las velocidades más altas se registraron en los años 2015 y 2017 con 9.8 m/s y 9.49 m/s respectivamente. Contrariamente los años con las velocidades más bajas fueron en 2011 con 7.45 m/s y el año 2010 con 8.45 m/s. Para los demás años se encontraron velocidades en rangos de 8.51 a 9.57 m/s.

Figura 10

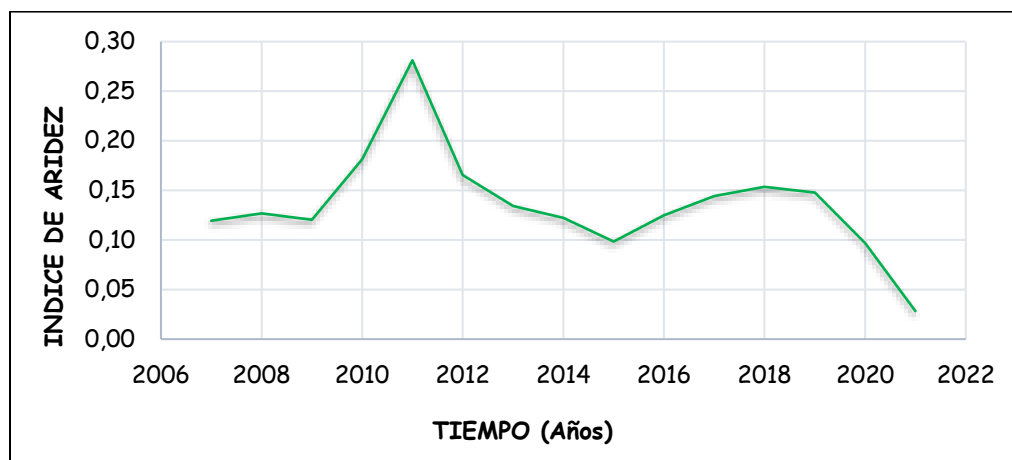
Comportamiento Temporal de la Velocidad Máxima del Viento Anual



Fuente: Elaboración propia a partir de datos meteorológicos descargados del Geo Portal NASA Power Data.

Índice de aridez (Martonne)

Según el índice de Martonne **figura 11**; se observó que, para los años en estudio, el área presento una clasificación de desierto, presentando el menor valor para el año 2021 con un índice de aridez de 0,03 y el valor máximo para el año 2011 con un índice de 0,28. Lo que indico que para la zona en estudio hay poca presencia de agua o de humedad en el aire y en el suelo. En donde se pueden presentar factores como: bajas precipitaciones, altos niveles de radiación solar, como altas temperaturas y evapotranspiración.

Figura 11*Índice de Aridez de Martonne*

Fuente: Elaboración propia a partir de datos meteorológicos descargados del Geo Portal NASA Power Data.

Por otro lado, en épocas de altas precipitación se pueden presentar mayor humedad en la zona, bajos niveles de radiación, temperaturas y evapotranspiración; **figura 12.**

Figura 12*Condiciones climáticas observadas en la zona*

Encuesta:

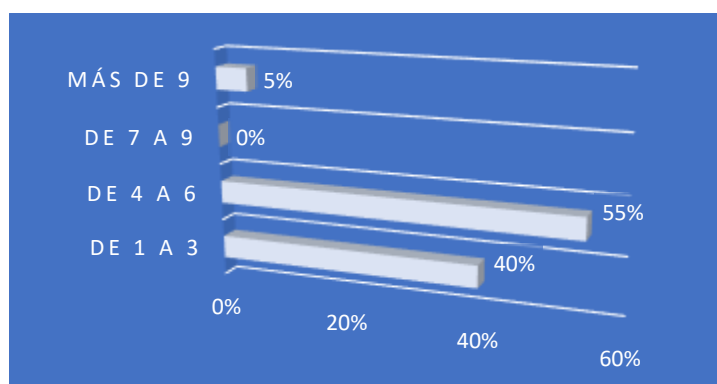
Mediante la encuesta realizada (**Anexo A**), se logró obtener información socioeconómica de los usuarios del minidistrito de riego vereda Bajo Santa Lucia, permitiendo la caracterización de las actividades que se desarrollan en la zona de estudio y las apreciaciones por parte de los habitantes sobre el comportamiento del recurso hídrico; **Figura 13**.

Figura 13

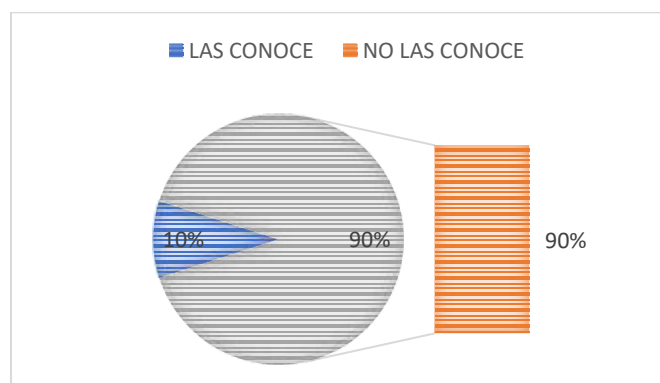
Visita a los usuarios de minidistrito y realización de la encuesta.



Como resultado de la encuesta se encontró que el número de personas por vivienda no es numeroso, ya que el 55% indicaron que habitan de 4 a 6 personas y el 40% de 1 a 3 personas; **figura 14**.

Figura 14*Número de habitantes por vivienda*

Respecto a la localización predial la mayoría de los encuestados no conocían las coordenadas de la vivienda, sin embargo, todos sabían sus colindantes; **figura 15.**

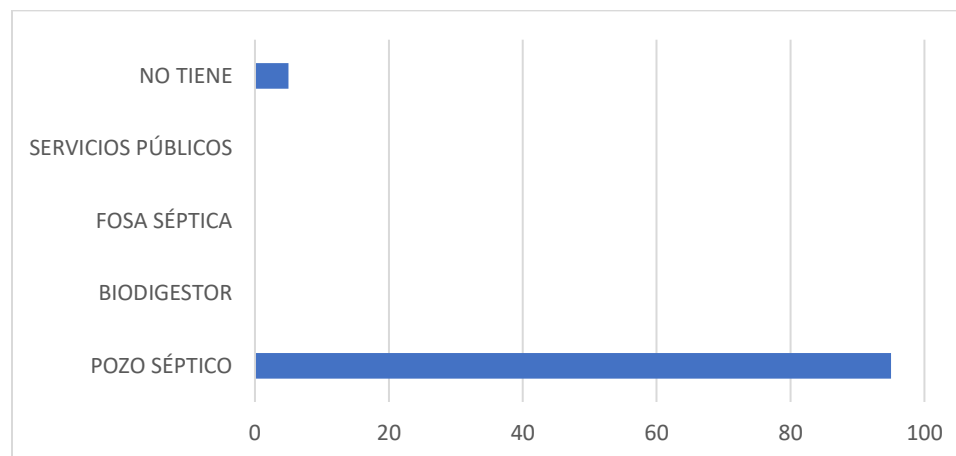
Figura 15*Coordenadas del predio*

Los usuarios del minidistrito de riego no cuentan con servicio de alcantarillado para la disposición de las aguas residuales, por ser del sector rural. Debido a esto el 95% de los usuarios poseen pozos sépticos, para la disposición de dichas aguas y el 5% las dispone directamente al río Pamplonita;

Figura 16.

Figura 16

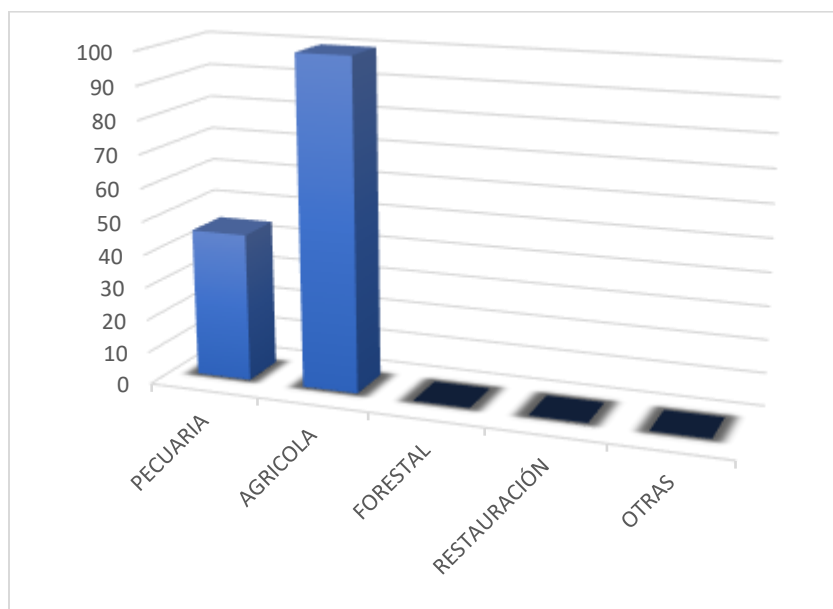
Unidad sanitaria por predio.



Las actividades que se realizan en los predios fueron pecuarias con un 40% y agrícolas con un 100%, lo que significa que la gente se dedica más a la agricultura, que a la ganadería; **Figura 17.**

Figura 17

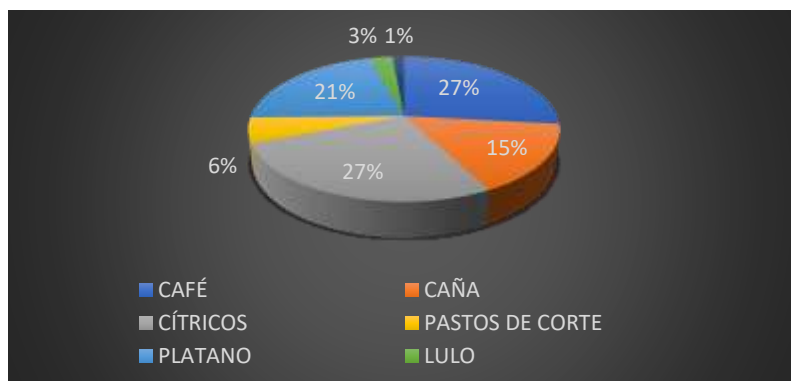
Tipos de actividades que realiza en el predio.



La mayor parte de la agricultura para los usuarios del minidistrito se basa en los cultivos de cítricos y café con un 27%, plátano en un 21% y caña en un 15%; presentándose en menor medida pastos de corte con un 6%, lulo con un 3% y de frijol con un 1 %; **Figura 18.**

Figura 18

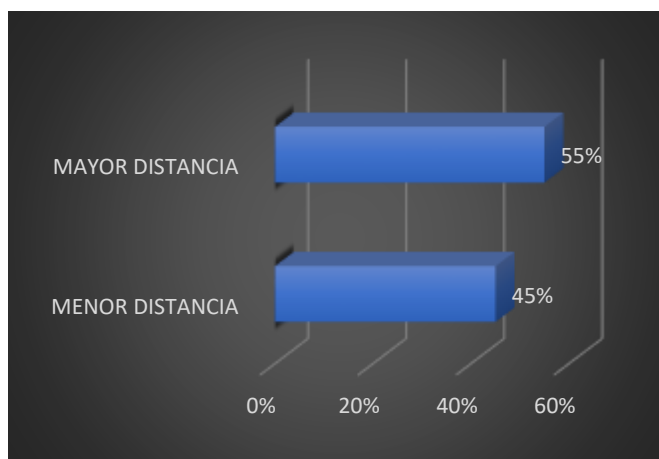
Tipos de cultivos de la vereda Bajo Santa Lucia.



En cuanto a la distancias que hay entre los predios y la quebrada El Naranjo los usuarios en su mayoría con un 55% dijeron no estar cerca de esta, del 45% restante el 10% colinda con la quebrada y el 35% se encontraron entre los 50 y 700 metros de distancia; **Figura 19.**

Figura 19

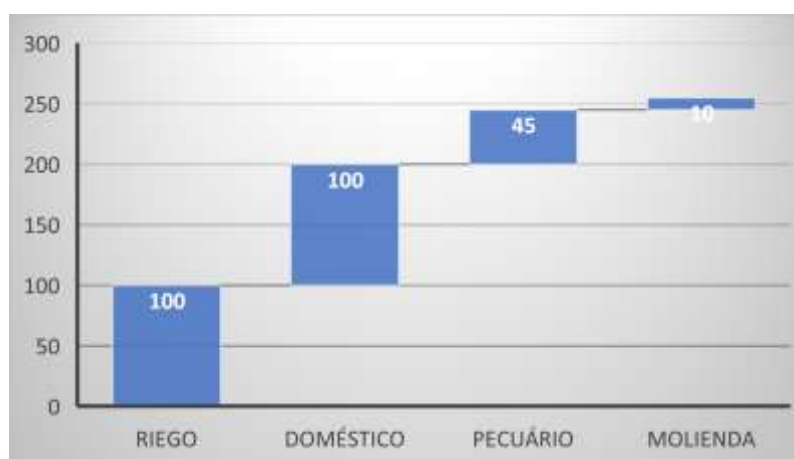
Distancia entre el predio y la quebrada El Naranjo.



El uso del recurso hídrico, lo están utilizando esencialmente para uso doméstico y de riego con un 100%; ya que, ellos son los principales consumidores y la actividad que más realizan es la de agricultura; contrariamente, en menor medida está el uso pecuario con un 45%, debido a que los usuarios de minidistrito no poseen cabezas de ganado en grandes cantidades, así mismo, el uso para molienda solo es de un 10%; **Figura 20.**

Figura 20

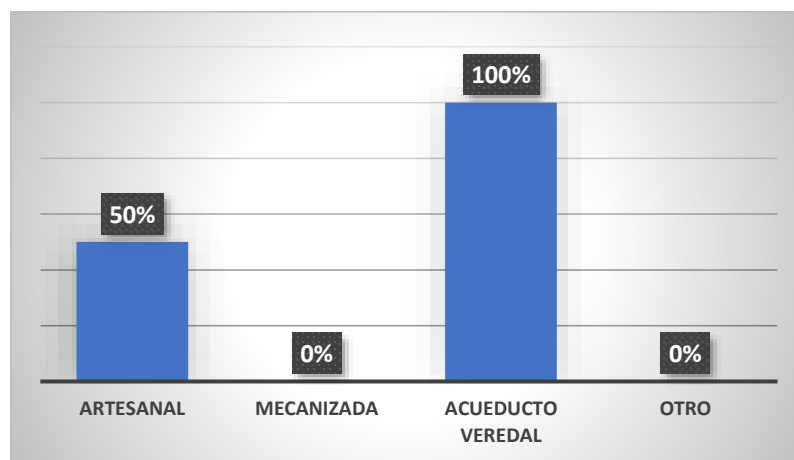
Uso del recurso hídrico.



El 100% de las personas encuestadas se abastecen del acueducto del minidistrito, el cual llega a los predios mediante mangueras de distribución de diferentes diámetros; sin embargo, el 50% de los usuarios también se abastecen de manera artesanal de nacimientos localizados en sus predios; **Figura 21.**

Figura 21

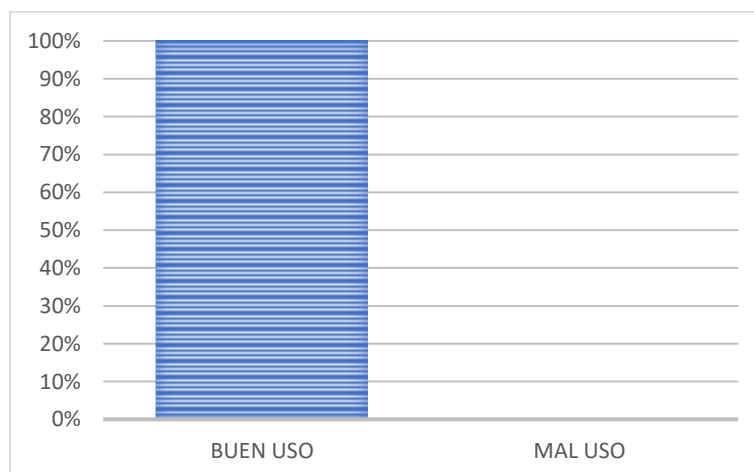
Captación del recurso hídrico para los usuarios del minidistrito de riego.



Por último, se obtuvo que las personas usuarias del minidistrito de riego consideran que dan un buen uso al recurso hídrico, esto ya según sus palabras no utilizan sino lo que necesitan, para sus actividades agrícolas, pecuarias y domesticas devolviendo al cauce, el agua que no utilizan y según lo analizado en estas actividades ocurren un manejo de perdidas por escorrentía en algunos de los predios, figura 22.

Figura 22

Percepción del uso que le da al recurso hídrico.

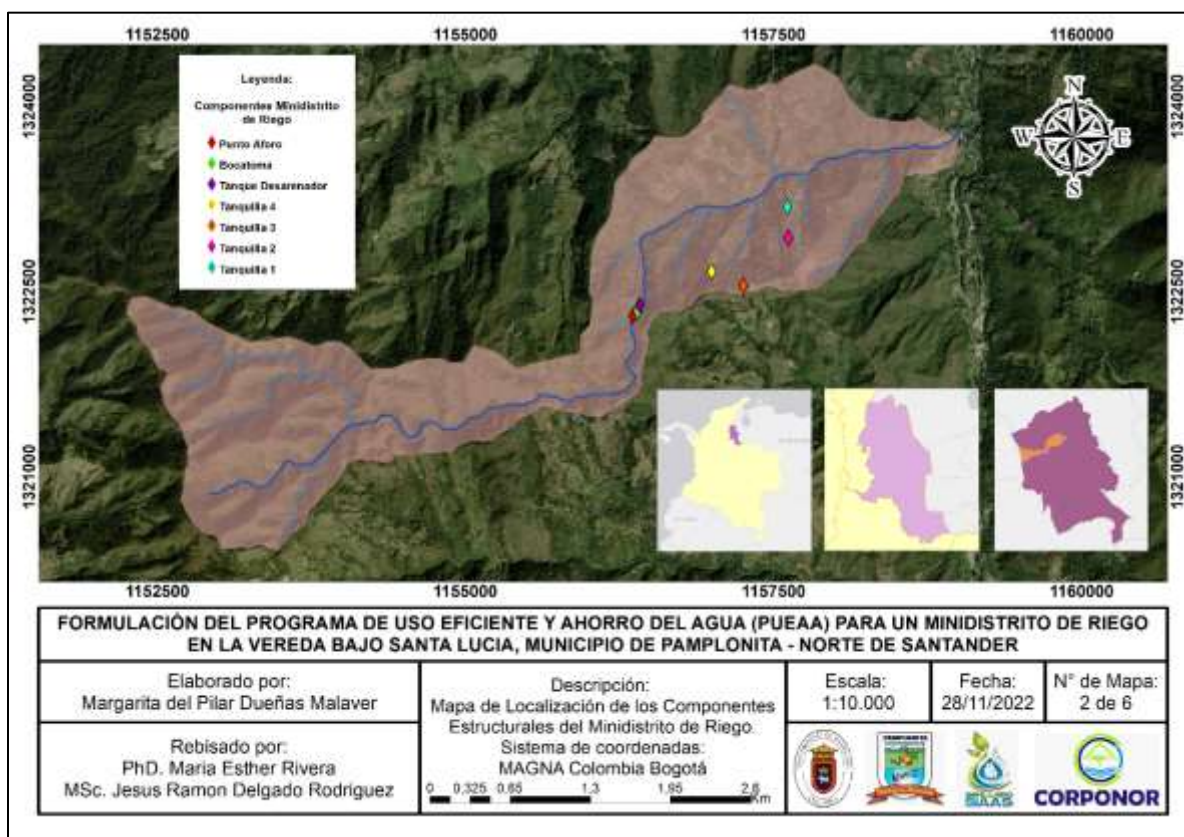


b) Diagnóstico de los componentes del minidistrito de riego:

Actualmente el minidistrito de riego cuenta con sistema conformado por rejilla de captación lateral ubicada en las coordenadas planas 1156398,89 Este, 1322341,89 Norte; luego el agua pasa por una caja de conexión la cual es conducida por una tubería subterránea de 6" que llega al tanque desarenador, el cual se encuentra en las coordenadas planas 1156417,68 Este, 1322395,94 Norte; y cuatro tanquillas de distribución para los diferentes predios, así mismo con un sistema de conducción cerrado en tubería de PVC con diámetros de 4 a 1/2 pulgadas; **figura 23.**

Figura 23

Mapa de localización de los componentes del distrito de riego.



Fuente: Elaboración propia mediante el Software ArcGIS.

En general se encontró que la estructura está en buen estado ya que no se encontraron pérdidas del caudal captado, en ciertas partes se evidencio partes de tubería al aire libre. Por otro lado, se observó un caudal de excesos en las tanquillas de distribución; **Figura 24**.

Figura 24

Minidistrito de riego, vereda Bajo Santa Lucia.



La descripción de cada uno de los componentes visitados, estado actual, detalles de problema en la estructura por causas y efectos se presenta en la **Tabla 2**.

Tabla 2

Componentes del sistema, vereda Bajo Santa Lucia

componentes del sistema			
componente	Dimensiones	material	estado actual/detallar problemas en l estructura causas/ efecto
Bocatoma	0,60m x 0,40m	cemento con rejilla de hierro	la rejilla se encuentra en buen estado pues no se observa desgaste, ni daños; ya que esta recubierta por una capa de pintura en aceite de color blanco, la cual no permite que se oxide ni allá desprendimientos de este, el canal de cemento construido se encuentra en buenas condiciones.
Caja de conexión	0,50m x 0,50m	cemento y tapa de hierro	La tapa de la caja se encuentra en buenas condiciones pues esta recubierta por una capa de pintura en aceite de color verde que no permite que se desgaste, ni se oxide, la estructura en cemento esta de igual forma en buenas condiciones pues dentro de dicha caja se encuentra la válvula que está en buen funcionamiento y condiciones.
Aducción	6"	PVC	La tubería es subterránea, aunque se encuentran algunos tramos al aire libre, estos fueron los que se revisaron y se encuentra en buenas condiciones, no presenta perdidas hasta llegar al tanque desarenador.
Tanque desarenador	5,0m x 2,5m	cemento	su estado actual es favorable ya que es limpiado cada mes por los usuarios y las tapas de concreto con las que cuenta están en buen estado; también, cuenta con un canal el cual no permite que se reboce el agua y este produce caudal de excesos.

Conducción	4" a 3"	PVC	En todo el transcurso de la tubería hasta llegar a la primera tanquilla, no se presentó ninguna fuga, pasando la tubería de forma subterránea.
Sistema de tratamiento	--	--	No cuenta
Tanquillas			
1	1,50m x 120m	cemento y tapa de hierro	La primera tanquilla se encontró en buenas condiciones, al igual que su tapa y en esta es donde se divide el agua, pues esta recubierta por una capa de pintura en aceite de color verde hacia una parte superior e inferior de la vereda
2	1,60m x 1,40m	cemento y tapa de hierro	Sigue estando ubicada en la parte alta de la vereda pues también distribuye el agua hacia una parte una parte superior e inferior; y el estado de la tanquilla es óptimo, como su tapa ya que esta recubierta por una capa de pintura en aceite de color verde.
3	120m x 110m	cemento y tapa de hierro	Se encuentra ubicada en la parte media de la vereda y su infraestructura está en correcto estado al igual que su atapa ya que esta como las demás recubierta por una capa de pintura en aceite de color verde.
4	120m x 110m	cemento y tapa de hierro	Está ubicada en la parte baja de la vereda y se encuentra en buen estado al igual que su atapa ya que esta como las otras recubierta por una capa de pintura en aceite de color verde.
Red de distribución	2 a 1/2"	polietileno	A partir de las tanquillas se distribuye una red de mangueras de riego llegando así hasta cada predio de los usuarios de minidistrito, la gran mayoría se encuentra en buen estado.
Tanque de almacenamiento	--	--	No cuenta
Macro medición	--	--	No cuenta
Micro medición	--	--	No cuenta

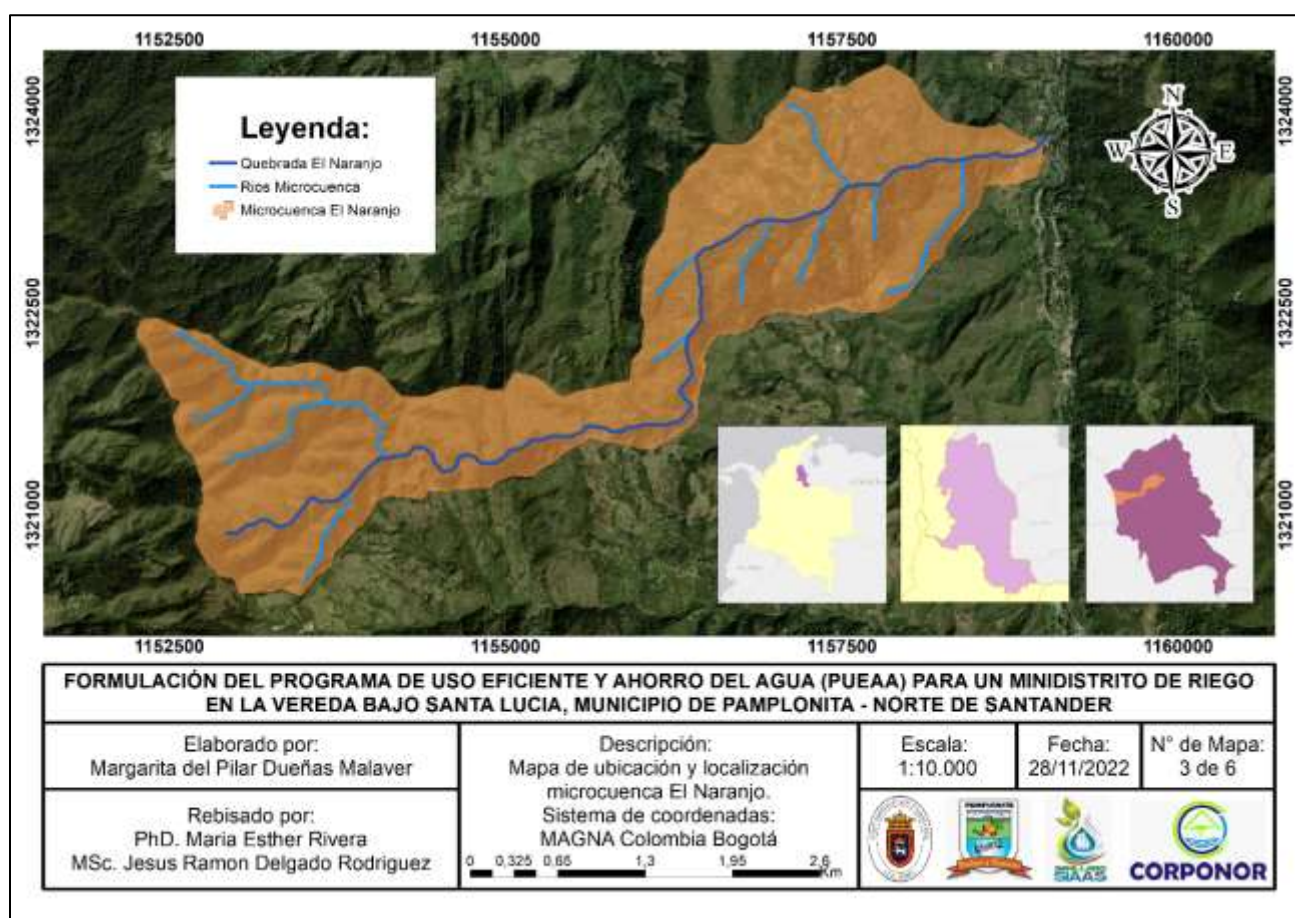
Fuente: Elaboración propia mediante Excel (2022)

7.2. Caracterización física y morfométricamente la cuenca en la que se encuentra ubicada el minidistrito.

De acuerdo con los parámetros obtenidos para la quebrada El Naranjo; **Figura 25**, el área de la cuenca es de 759,49 Ha; **Tabla 3**, clasificándose según CIDIAT- MARNR (1978) citado por Verdugo (2017) en una microcuenca ya que su superficie es menor a 10.000 Ha.

Figura 25

Mapa de ubicación y localización cuenca El Naranjo.



Fuente: Elaboración propia mediante el Software ArcGIS. (2022)

Tabla 3

Parámetros morfométricos cuenca El Naranjo

PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS CUENCA EL NARANJO			
PARÁMETRO FÍSICOS	SÍMBOLO	VALOR	UNIDAD
Área	A	759,49	Ha
		7,60	Km2
Ancho promedio	Am	1,10	Km
Ancho máximo cuenca	I	1,77	Km
Longitud axial	La	6,88	Km
Perímetro	P	19,44	Km
		19436,17	m
PARÁMETRO MORFOMÉTRICOS	SÍMBOLO	VALOR	UNIDAD
Coeficiente de compacidad (Gravelius)	Kcg	1,97	Adimensional
Coeficiente de forma (Horton)	Kf	0,16	Adimensional
Índice de alargamiento	la	3,88	Adimensional
CARACTERÍSTICAS DEL RELIEVE	SÍMBOLO	VALOR	UNIDAD
Cota máxima de la cuenca	HM	2899	m.s.n.m
Cota mínima de la cuenca	Hm	1212	m.s.n.m
Diferencia de elevación de la cuenca	Es	1687	m.s.n.m
Altitud media de la cuenca	Hm	2091,85139	m.s.n.m
Pendiente media de la cuenca	S	49,38	%
Coeficiente de masividad	Cm	0,28	Km/Km2
Coeficiente orográfico	O	0,58	Adimensional
CARACTERÍSTICAS DE LA RED DE DRENAJE	SÍMBOLO	VALOR	UNIDAD
Densidad de drenaje	Dd	3,9	Km/Km2
Longitud de todos los cauces	Ltc	29,7	Km
Longitud del cauce principal	Lcp	9,08	Km
Longitud de cauces secundarios	Lcs	20,63	Km
Orden de la corriente	Oc	4	Adimensional
Numero de escurrimientos	Nesc	32	Adimensional
Cota máxima del cauce	HMc	2823,0	m.s.n.m
Diferencia de elevación del cauce	Ecp	1611,0	m.s.n.m
Pendiente media del cauce principal	Sc	17,74	%
Tiempo de concentración (kirpich)	Tc	0,70	Horas
Coeficiente de torrencialidad	Ct	4,212313778	1/Km2
Numero de rugosidad	nr	6,301083294	Km3

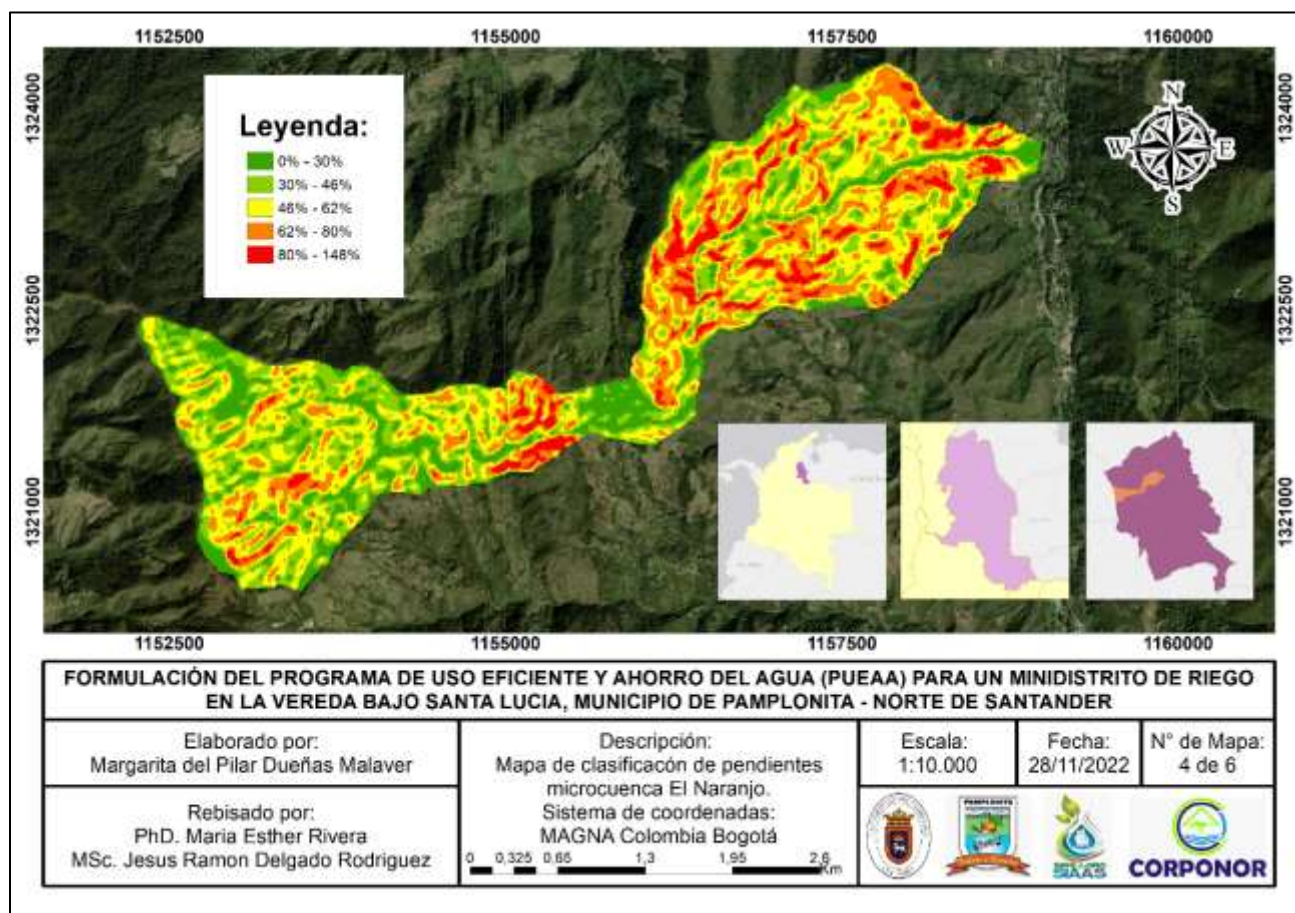
Fuente: Elaboración propia mediante Excel (2022)

Por otra parte, respecto a al coeficiente de compacidad de Gravelius; de acuerdo con Burbano (1989), la microcuenca tiene tendencia a concentrar fuertes volúmenes de agua, presentando una forma oval – alargada a alargada; Verdugo Cárdenas (2017); igualmente, el factor de forma según el coeficiente de Horton para la microcuenca El Naranjo, tiende hacer alargada y a tener una baja susceptibilidad a las avenidas, conforme con el índice de alargamiento se obtuvo una microcuenca alargada. (CVC, 2017).

Con respecto al relieve de la microcuenca, la altitud varia entre 2899 y 1212 m.s.n.m presentando pendientes entre 0 y 148 %; **Figura 26**, indicando según IGAC (2013) un terreno ligeramente escarpado.

Figura 26

Mapa de clasificación de pendientes cuenca El Naranjo

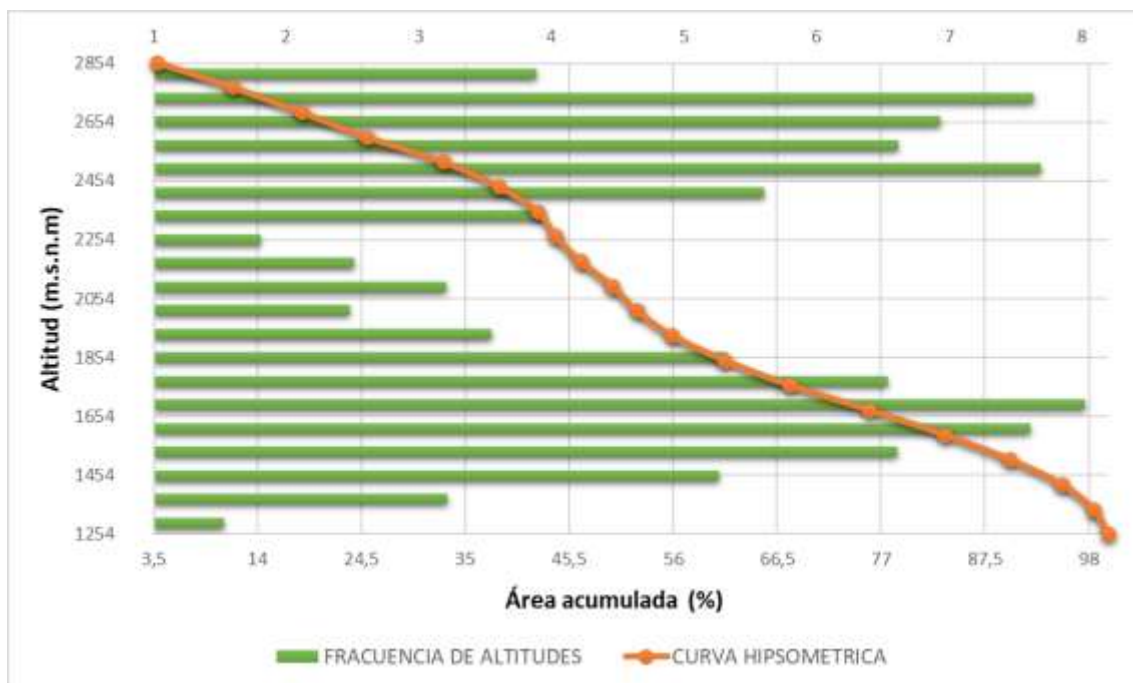


Fuente: Elaboración propia mediante el Software ArcGIS (2022)

De la curva Hipsométrica, **Figura 27**, se reconoció que la microcuenca está en una fase de equilibrio o fase de maduras, en estado de transición a una fase de vejez, de acuerdo con clasificación de Senciales y Ferre (1999).

Figura 27

Curva Hipsométrica y Frecuencia de Altitudes, cuenca El Naranjo

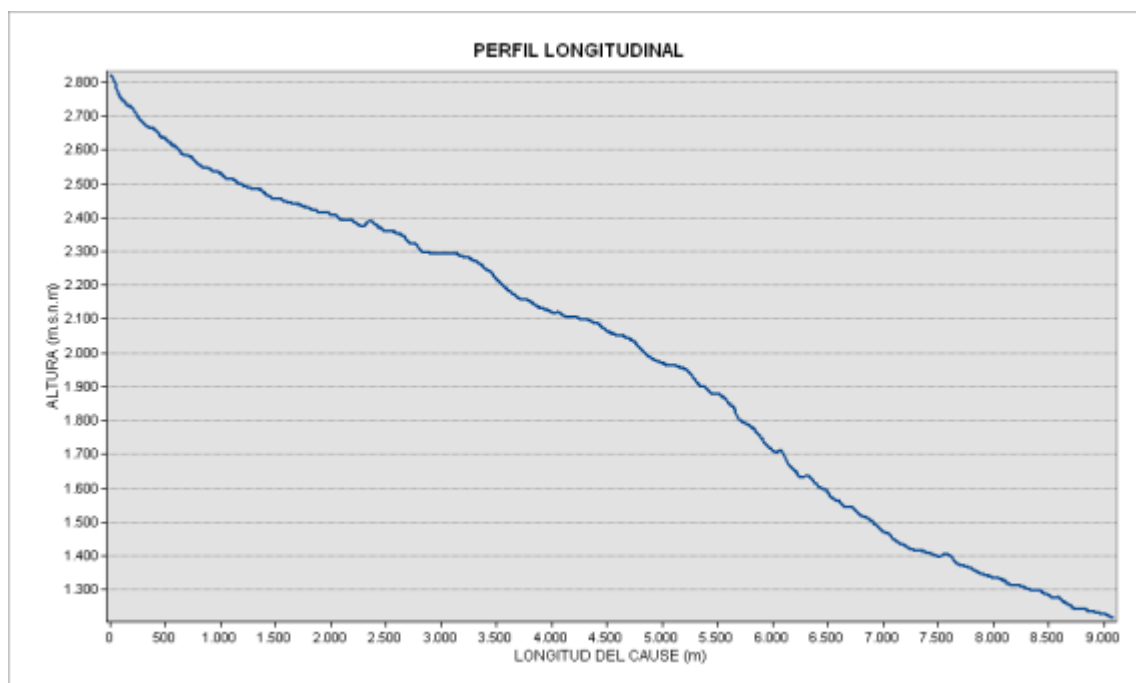


Fuente: Elaboración propia mediante Excel (2022)

Acerca del perfil longitudinal del cauce; **Figura 28**, se identificó que su cota máxima es de 2823 m.s.n.m, su cota mínima de 1212 m.s.n.m con una longitud total de 9,08 km, presentando una pendiente promedio de 17,742 %, encontrándose en la parte más alta una pendiente de 34,6%, en la media de 10% y en la baja de 12%.

Figura 28

Perfil Longitudinal Cauze Principal Quebrada El Naranjo.

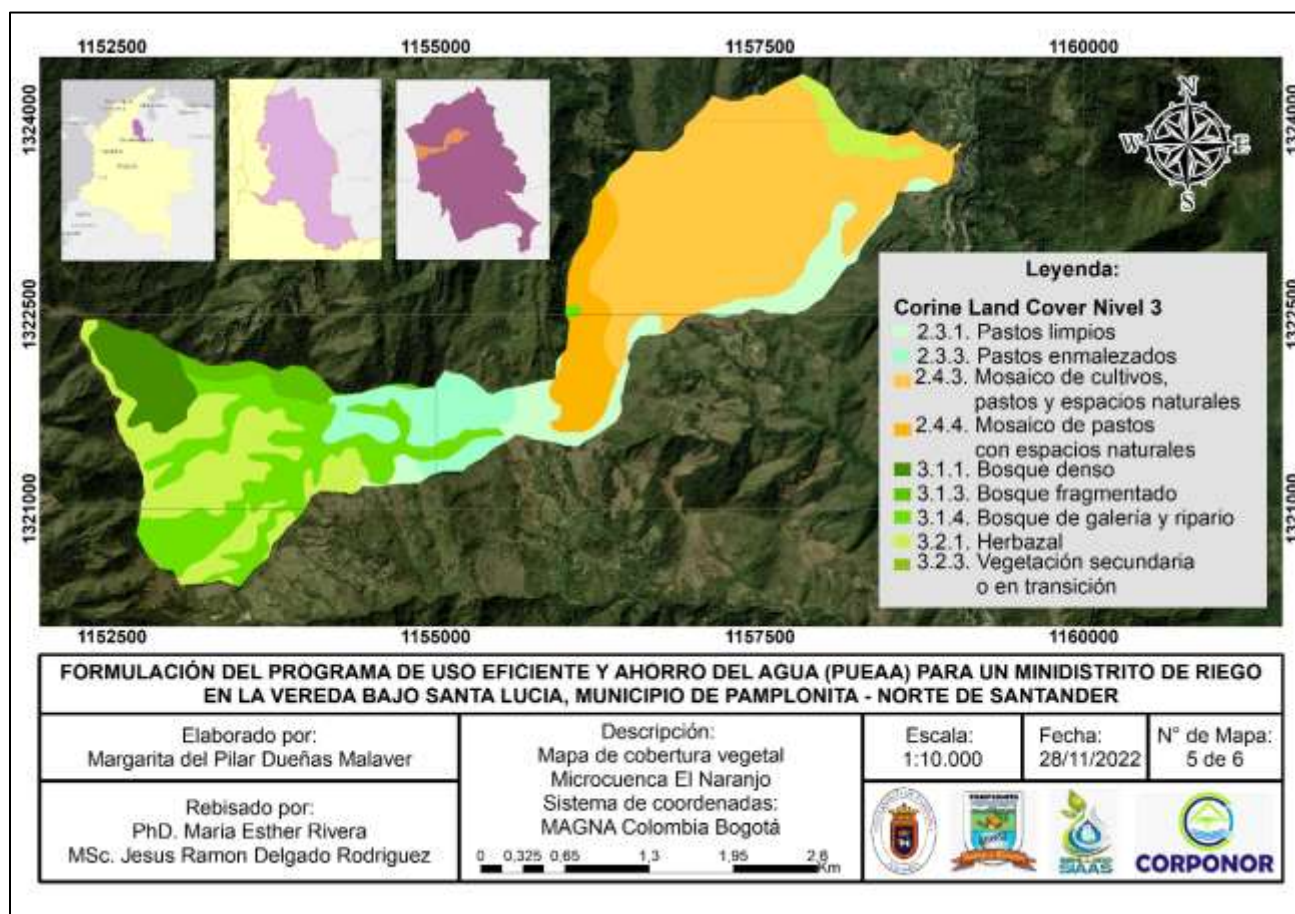


Fuente: Elaboración propia mediante el Software ArcGIS (2022)

Respecto a la cobertura vegetal según el mapa de Cobertura Vegetal escala 1:100000 del Año 2018 basado en la metodología Corine Land Cover realizado por el IGAC, para la zona de estudio se observó que se presentas diferentes tipos de cobertura; **Figura 29**, esto debido a los diferentes usos agrícolas, pecuarios y a la vegetación endémica de la zona.

Figura 29

Mapa de cobertura vegetal de la cuenca El Naranjo.

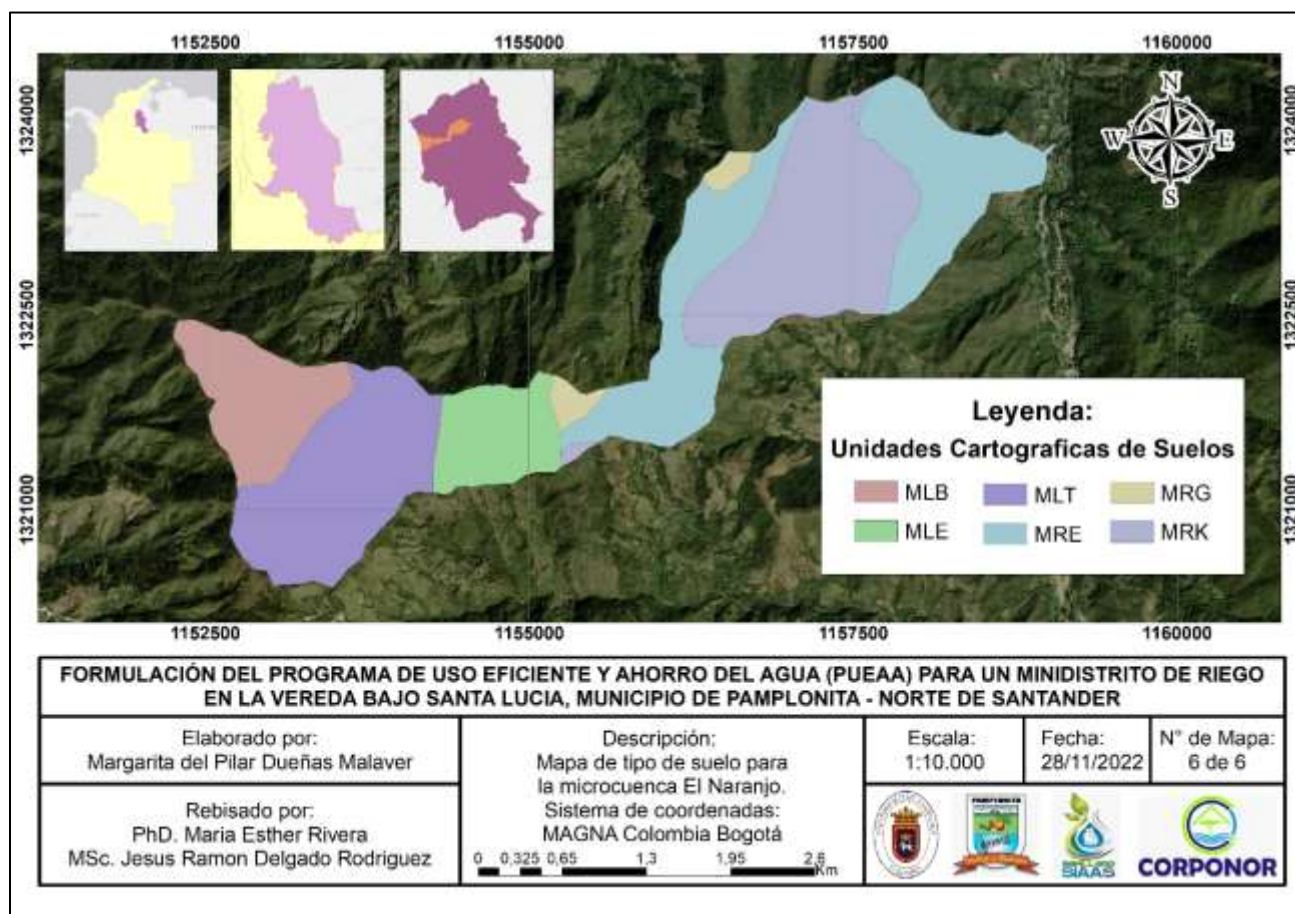


Fuente: Elaboración propia mediante el Software ArcGIS. (2022)

De acuerdo con el mapa de tipos de suelos del Instituto geográfico Agustín Codazzi, para el departamento de Norte de Santander, escala 1:100000, **Figura 30**, se analizaron los tipos de suelo presentes en la microcuenca quebrada el Naranjo, pudiendo observar las siguientes unidades:

Figura 30

Mapa de tipo de suelos para la microcuenca El Naranjo.



Fuente: Elaboración propia mediante el Software ArcGIS. (2022)

El tipo de suelos de acuerdo con el IGAC (2006), suministra información de este recurso la cual es de gran importancia, permitiendo describir Características litológicas, de clima, físicas, morfológicas, su taxonomía y descripción de las mismas, **Tabla 4.**

Tabla 4

Tipos de Suelos presentes en la Microcuenca El Naranjo.

UCS	CLIMA	LITOLOGÍA	PROCESOS GEOMORFOLÓGICOS	CARACTERÍSTICAS
MLB	Frío húmedo	Granitos	Deslizamientos en masa y reptación por sectores. Solifluxión generalizada	Moderadamente profundos, bien drenados, de texturas franco arenosa a franca. Fertilidad natural baja
MLE	Frío húmedo	Arenisca con inclusiones de caliza y lutitas	Desprendimientos de roca, deslizamientos y reptación	Moderadamente profundos y superficiales, bien drenados, textura franco arcillo arenosa, franco arcillosa y arcillosa. Fertilidad natural baja y alta
MRG	Medio, seco	Depósitos superficiales, clásticos, gravigénicos e hidrogravigénicos, coluviones heterométricos	Sedimentación coluvial	Superficiales, moderadamente bien drenado, de textura arcillosa y franco arcillosa. Fertilidad natural alta y muy baja
MRG	Medio, seco	Depósitos superficiales, clásticos, gravigénicos e hidrogravigénicos, coluviones heterométricos	Sedimentación coluvial	Superficiales, moderadamente bien drenado, de textura arcillosa y franco arcillosa. Fertilidad natural alta y muy baja
MRK	Medio, seco	Lutitas	Escurrimiento difuso ligero	Profundos, bien drenados, de textura franca a arcillosa. Fertilidad natural alta
MRK	Medio, seco	Lutitas	Escurrimiento difuso ligero	Profundos, bien drenados, de textura franca a arcillosa. Fertilidad natural alta
MLT	Frío húmedo	Gneiss con inclusiones de esquistos	Solifluxión, reptación y desprendimiento de roca	Profundos, bien drenados. De texturas franco a franco arcillo arenosa. Fertilidad baja
MRE	Medio, seco	Areniscas	Escurrimiento difuso y concentrado en grado moderado	Muy superficiales, drenaje excesivo, de textura arenosa franca. Fertilidad natural baja

Fuente: IGAC (2006).

7.4. Analizar la variación entre el nivel de oferta hídrica respecto a la demanda en la zona de estudio mediante el cálculo de estas.

Con relación a la oferta hídrica se obtuvo a siguiente medición de caudal y captación por rejilla.

7.4.1. Medición Caudal

Para la medición del caudal de la quebrada El Naranjo, esta se dividió en dos partes ya que su ancho medía 2,5 metros, se obtuvieron los dos caudales y posteriormente se sumaron obteniendo un caudal total de 41,67 L/s.

$$Q_1 = \frac{200 \text{ L}}{8 \text{ s}} = 25 \text{ L/s}$$

$$Q_2 = \frac{200 \text{ L}}{12 \text{ s}} = 16,67 \text{ L/s}$$

$$Q_T = Q_1 + Q_2$$

$$Q_T = 25 \frac{\text{L}}{\text{s}} + 16,67 \frac{\text{L}}{\text{s}}$$

$$Q_T = 41,67 \text{ L/s}$$

7.4.2. Caudal captado por rejilla:

Para la determinación del caudal captado por la rejilla se tomó en cuenta el caudal de excesos de la bocatoma ($Q_{E.B.}$) y el caudal de excesos del desarenador ($Q_{E.D.}$), posteriormente se sumaron dichos caudales al caudal utilizado por el minidistrito de riego ($Q_R = 10 \text{ L/s}$), obteniéndose que el caudal real captado por la rejilla es de 15,57 L/s.

$$Q_{E.B.} = \frac{10 \text{ L}}{5 \text{ s}} = 2 \text{ L/s}$$

$$Q_{E.D.} = \frac{100 \text{ L}}{28 \text{ s}} = 3,57 \text{ L/s}$$

$$Q_{E.T.} = Q_{E.B.} + Q_{E.D.}$$

$$Q_{E.T.} = 2 \frac{\text{L}}{\text{s}} + 3,57 \frac{\text{L}}{\text{s}}$$

$$Q_{E.T.} = 5,57 \text{ L/s}$$

$$Q_R = Q_{E.B.} + Q_{E.D.}$$

$$Q_R = 10 \frac{L}{s} + 5,57 \frac{L}{s}$$

$$Q_R = 15,57 \text{ L/s}$$

En cuanto a la demanda hídrica se obtuvo la siguiente información suministrada por parte de CORPONOR; **Tabla 5**, siguiendo los establecido en el Art 3 del decreto 1324 de 2007.

Tabla 5

Información sobre la demanda hídrica del minidistrito de la quebrada El Naranjo.

DEMANDA HÍDRICA	
Artículo 3 del decreto 1324 de 2007	
Nombre y apellidos del tenedor, poseedor o propietario del predio, documento de identidad, domicilio y nacionalidad.	Jacinto Gafaro Acero C.c. 5478630 Vereda Bajo Santa Lucia-Municipio de Pamplonita Colombia
Nombre de la fuente donde se está realizando la captación.	Quebrada El Naranjo
La georreferenciación de la captación.	Latitud: 1322341,8909 Longitud: 1156398,8926
Cantidad de agua que se está utilizando en litros por segundo.	10 L/s
Información sobre la destinación que se le está dando al recurso.	EL uso principal que se le da al recurso es para el sector productivo. Ya que se riega parte de los cultivos de café, frijol, maíz, lulo, cítricos y plátano; gracias a un sistema de aspersión. En cuanto al sector pecuario se le suministra el servicio de abrevadero a algunos bovinos, equinos y aves.
Nombre del predio o predios, municipios o comunidades que se están beneficiando.	Bajo Santa Lucia del Municipio de Pamplonita

Información sobre los sistemas adoptados para la captación, derivación, conducción, restitución de sobrantes, distribución y drenaje.	Captación: Rejilla de fondo, con derivación lateral de flujo. No existe Caudal de diseño. Para el beneficio del sistema de riego el tanque desarenador hace de almacenamiento y reparto. EL reparto se hace en tubería de diferentes diámetros según las necesidades prediales y de los cultivos. Los caudales de exceso, se conducen por la quebrada hacia el rio Pamplonita.
---	---

Fuente: Elaboración propia a partir de la información suministrada por CORPONOR.

7.5 Formulación de los programas para la planificación de actividades necesarias en la atención de aspectos ambientales relacionados con el uso eficiente y ahorro del agua.

De acuerdo a la información obtenida en cada una de las fases anteriores del presente estudio, se logró crear el Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua PUEAA, mitigando y previniendo los posibles impactos ambientales relacionados al recurso hídrico así como la reducción del consumo de este y la minimización de pérdidas del caudal captado de la quebrada, para esto se crearon cuatro proyectos los cuales se describen en la; **tabla 6**, esto mediante un proceso con la comunidad y CORPONOR, que permita un uso eficiente y ahorro del recurso hídrico en el Minidistrito de Riego, vereda Bajo Santa Lucia.

Dichos programas se realizaron siguiendo los “Términos de Referencia para la Elaboración del Programa Uso Eficiente y Ahorro del Agua “PUEAA” para el sector productivo – aguas superficiales”; dados por CORPONOR siguiendo la Ley 373 de 1997 que reglamenta dicho PUEAA.

Tabla 6

Nombres de los Programas y Proyectos para el Uso Eficiente y Ahorro del Agua Minidistrito de Riego Vereda Bajo Santa Lucia.

Nombre del Programa	número del proyecto	Nombre del Proyecto
Programa de monitoreo de la captación	1	Protección y mantenimiento de la captación
Programa de Manejo de Perdidas	2	instalación de equipos, dispositivos y accesorios que minimicen el consumo de agua
Programa de Actividades de Educación	3	Educación Ambiental
Programa de Actividades de Reúso obligatorio del agua	4	Reúso del Recurso Hídrico

Fuente: Elaboración propia (2022)

7.5.1. Programa de monitoreo de la captación

En este programa; **tabla 7**, se plantearon inspecciones, mantenimiento y protección de la totalidad de los componentes del sistema de captación, así como la red de distribución hacia los usuarios.

Tabla 7

Proyecto de Protección y Mantenimiento del Sistema de Captación y Abastecimiento.

Programa: Programa de monitoreo de la captación 
Número del proyecto: 1
Nombre del proyecto: Protección y mantenimiento de la captación y abastecimiento.
Componente al cual va dirigido: Estructura física del minidistrito
Justificación:

Debido a la antigüedad del minidistrito de riego, se pueden presentar fallas en su estructura, las cuales podrían generar una interrupción en el abastecimiento del recurso hídrico a los suscriptores, por esto se hace necesario realizar monitoreos y mantenimientos a los componentes con el fin de garantizar el buen estado y funcionamiento del sistema.
Objetivos del proyecto: • <i>Mantener en óptimas condiciones la infraestructura del minidistrito mediante el monitoreo y mantenimiento de los componentes estructurales.</i> • <i>Ejecutar los debidos mantenimientos preventivos y correctivos a los sistemas de captación, conducción y distribución del Recurso Hídrico que permita reducir las pérdidas y aumentar la eficiencia del sistema.</i> • <i>Medir el consumo y registro de los usuarios de la vereda.</i> • <i>Garantizar la obtención de agua limpia libre de sedimentos.</i>
Descripción del proyecto: Los monitoreos y revisiones se realizarán en la infraestructura del minidistrito la menos una vez cada mes en épocas normales, incrementándose en épocas de invierno; dichas revisiones se deben realizar por personal capacitado, en caso de encontrar fallas, se tomarán fotografías de la localización de esta, antes y después de realizar el mantenimiento o arreglo del problema. Instalar un medidor que permita llevar el consumo y registro de los usuarios de la vereda. Además, en la medida de lo posible realizar la construcción de un tanque de potabilización, para garantizar la obtención de agua limpia libre de sedimentos.
Lugar donde se va a ejecutar: Infraestructuras del minidistrito, desde la rejilla de captación, bocatoma, desarenador, así como tanquillas y tuberías de distribución. Ubicados en la quebrada El naranjo y diferentes predios de la vereda bajo santa lucia por los cuales pase el sistema del minidistrito de riego.
Obras y actividades para desarrollar: 1. Actividades de Monitoreo y revisión. 2. Identificación de posibles fallas en la infraestructura. 3. Compra de materiales necesarios para el arreglo de las posibles fallas 4. Arreglo y mantenimiento de las fallas encontradas. 5. Instalar un medidor. 6. Construcción de un tanque de potabilización.
Tiempo necesario para su ejecución: Las revisiones se realizarán cada mes, intensificándose en épocas de invierno, las mejoras y mantenimientos se realizarán cada vez que se encuentre una falla en el sistema. En cuanto a la instalación de un medidor se realizará en el periodo de un año, por otra parte, la construcción del tanque de potabilización se llevará a cabo en los primeros tres años.
Recursos necesarios: Humanos: Ingeniero civil, técnico que remplace componentes y técnico en instalación de medidores. Económicos: \$20.000.000 Logísticos: Transporte, equipos y herramientas.
Responsable de su ejecución: Jacinto Gafaro Acero
Beneficios que genera: Funcionamiento en óptimas condiciones del sistema. Abastecimiento continuo del recurso hídrico para los usuarios.

Evita gastos mayores por falta de mantenimiento oportuno. Permitir llevar el consumo y registro de los usuarios. Garantizar la obtención de agua limpia libre de sedimentos.
Indicadores: 1. (Número de inspecciones planteadas cada mes/número de inspecciones realizadas, cada mes) *100 2. (Número de fallas encontradas en el sistema/número de fallas identificadas y caracterizadas) *100 4. (Número de fallas encontradas en el sistema/número de fallas corregidas) *100 5. (Instalación del medidor antes de culminar el año) 6. (Construcción del tanque antes de los tres años)
Metas: 1. Cumplir con el 100% de las inspecciones cada mes. 2. Identificar y caracterizar al 100% las fallas encontradas. 4. Arreglar o corregir el 100% de las fallas encontradas. 5. Instalación del medidor antes de culminar el año. 6. Construcción del tanque antes de los tres años.

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla 8

Cronograma de Actividades Proyecto de Protección y Mantenimiento del Sistema de Captación y Abastecimiento.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES						
PROGRAMA	ACTIVIDADES	PERIODO EN AÑOS				
		2023	2024	2025	20256	2027
1. Protección y mantenimiento de la captación	1.Actividades de Monitoreo y revisión					
	2. Identificación de posibles fallas en la infraestructura					
	3. compra de materiales necesarios para el arreglo de las posibles fallas					
	4. Arreglo y mantenimiento de las fallas encontradas.					
	5. Instalar un medidor.					
	6. Construcción de un tanque de potabilización.					

Fuente: Elaboración propia (2022)

7.5.2. Programa de Manejo de Perdidas

En esta estrategia; **tabla 9**, se está buscando el cuidado, preservación y disminución en el uso del recurso hídrico, mediante la instalación de equipos y dispositivos que permitan tener un control sobre el caudal captado por cada usuario en los predios y evitar su desperdicio cuando el recurso hídrico no esté en uso.

CORPONOR capacitara a los usuarios del minidistrito en cuanto a los beneficios ambientales de contar con dichos equipos; además, realizara acompañamiento y asesoría a las personas que quieran adquirirlos cuando sea necesario.

Tabla 9

Proyecto de Instalación de Equipos y Dispositivos que Minimicen el Consumo del Agua.

Programa: Manejo de Perdidas 
Número del proyecto: 2
Nombre del proyecto: Proyecto de instalación de equipos, dispositivos y accesorios que minimicen el consumo de agua
Componente al cual va dirigido: Estructura hidráulica del minidistrito de riego
Justificación: Con el fin de disminuir los impactos ambientales generados al recurso hídrico, se hace necesario el uso de llaves de paso en los sistemas abastecedores, así como, instalación de ventosas y demás equipos a lo largo de la captación que permitan disminuir el consumo del agua a su vez de minimizar el manejo de pérdidas del caudal captado.
Objetivos del proyecto: Reducir el consumo del recurso hídrico por parte de los usuarios en cada uno de los predios.
Descripción del proyecto: CORPONOR capacitara a los usuarios del minidistrito en cuanto a los beneficios ambientales de contar con dichos equipos; además, realizara acompañamiento y asesoría a las personas que quieran adquirirlos cuando sea necesario. Las instalaciones de válvulas o llaves de paso se llevarán a cabo por parte de los usuarios, los cuales serán encargados de cerrarlas cuando no estén utilizando el recurso hídrico.
Lugar donde se va a ejecutar: Predios de los usuarios del minidistrito; que consideren necesario instalar los equipos.

Obras y actividades para desarrollar:
1. Capacitaciones a los usuarios.
2. Acompañamiento, cuando sea necesario para la instalación de válvulas o llaves de paso.
Tiempo necesario para su ejecución:
instalación de llaves de paso 10 cada mes hasta completar la totalidad de los usuarios.
Recursos necesarios (humanos, económicos (costos individuales y costos totales), logísticos):
Humanos: Ingeniero civil y técnico que instale los equipos.
Económicos: \$5.000.000
Logísticos: Transporte, equipos y herramientas.
Responsable de su ejecución:
Jacinto Gafaro Acero
Beneficios que genera:
Manejo de perdidas en los predios de los usuarios.
Disminución de impactos ambientales al recurso hídrico y la microcuenca Bajo Santa Lucia
Indicadores:
(capacitaciones realizadas/ capacitaciones programadas en el año) *100
Metas:
Realizar el 100% de las capacitaciones programadas en el año.

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla 10

Cronograma de Actividades Proyecto de Instalación de Equipos y Dispositivos que Minimicen el Consumo del Agua.

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS						
PROGRAMA	ACTIVIDADES	PERIODO EN AÑOS				
		2023	2024	2025	2026	2027
2. Proyecto de instalación de equipos, dispositivos y accesorios que minimicen el consumo de agua	1. Capacitaciones a los usuarios.					
	2. Acompañamiento, cuando sea necesario para la instalación de válvulas o llaves de paso.					

Fuente: Elaboración propia (2022)

7.5.3. Programa de Actividades de Educación Ambiental

El siguiente programa **tabla 11**, a establecido actividades de concientización y educación medio ambiental respecto a la importancia del recurso hídrico, así como la necesidad de tener un uso eficiente del mismo, esto mediante actividades, talleres, reuniones y charlas dirigidas a la comunidad que se abastece del minidistrito de riego, buscando la participación comunitaria y retroalimentación de los conocimientos.

Tabla 11

Proyecto de Educación Ambiental.

Programa: Actividades de Educación 
Número del proyecto: 3
Nombre del proyecto: Proyecto de Educación Ambiental
Componente al cual va dirigido: Usuarios del Minidistrito de Riego Vereda Bajo Santa Lucia
Justificación: Con el fin de incrementar la conciencia ambiental de los usuarios del minidistrito respecto a la importancia del Recurso hídrico, así como la importancia de su cuidado y buen uso, se hace necesario realizar campañas de educación y concientización que permitan disminuir los impactos negativos por su mal uso y desaprovechamiento.
Objetivos del proyecto: Aumentar el compromiso de la comunidad mediante la toma de conciencia de los usuarios, de los problemas relacionados con el recurso hídrico y el medio ambiente. Disminuir el impacto ambiental generado por los usuarios por el uso del recurso hídrico en las diferentes actividades.
Descripción del proyecto: Las capacitaciones, concientizaciones y educación ambiental se realizarán una vez cada seis meses, en las instalaciones de la Escuela Nueva Bajo Santa Lucia. cubriendo temas de la importancia del recurso hídrico en las actividades agrícolas, agropecuarias, biodiversidad, cambio climático, uso eficiente y ahorro del agua, buenas prácticas ambientales, disposición de residuos sólidos, etc.
Lugar donde se va a ejecutar (alto nivel de detalle): Se realizará a todos los usuarios del minidistrito de riego en las instalaciones de la Escuela Nueva Bajo Santa Lucia
Obras y actividades para desarrollar: 1. talleres de capacitación. 2. Programas de educación y sensibilización

3. Campañas informativas.
Tiempo necesario para su ejecución (detallado fechas): 1 vez cada seis meses se realizará una capacitación/taller o reunión.
Recursos necesarios (humanos, económicos (costos individuales y costos totales), logísticos): Humanos: Ingeniero Ambiental Económicos: M/Cte. \$3.000.000 Logísticos: Transporte, equipos y herramientas.
Responsable de su ejecución: Jacinto Gafaro Acero
Beneficios que genera: Reducción de impactos ambientales Capacitación y participación comunitaria
Indicadores: (talleres, actividades, reuniones, charlas etc. Realizadas/talleres, actividades, reuniones, charlas etc. Programadas) *100 (Usuarios del Minidistrito de Riego capacitados/Usuarios del Minidistrito de riego totales) *100
Metas: - Cumplir con el 100% de los talleres, actividades, reuniones, charlas etc. Programadas. - Capacitar, concientizar, etc. Al 100% de los usuarios del Minidistrito de Riego Vereda Bajo Santa Lucia

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla 12

Cronograma de Actividades Proyecto de Educación Ambiental.

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS						
PROGRAMA	ACTIVIDADES	PERIODO EN AÑOS				
		2023	2024	2025	20256	2027
3. Proyecto de Educación Ambiental	1. talleres de capacitación.					
	2. Programas de educación y sensibilización					
	3. Campañas informativas.					

Fuente: Elaboración propia (2022)

7.5.4. Programa de Actividades del Reusó Obligatorio del Agua

Proyecto encaminado hacia los usuarios del minidistrito de riego Vereda Bajo Santa Lucia, los cuales deberán considerar una propuesta de utilización de aguas lluvias como abastecimiento complementario y reutilización del recurso hídrico siempre que sea factible y económicamente viable;

tabla 13.

Tabla 13

Proyecto de Reúso del Recurso Hídrico.

Programa: Actividades de Reusó obligatorio del agua 
Número del proyecto: 4
Nombre del proyecto: Reusó del Recurso Hídrico
Componente al cual va dirigido: Usuarios del Ministrito de Riego Vereda Bajo Santa Lucia
Justificación: Con el fin de disminuir el uso del recurso hídrico de la quebrada, así como los impactos ambientales generados por esta, los usuarios deberán considerar una propuesta que involucre la utilización de las aguas lluvias, siempre y cuando esta sea factible técnica y económicamente viable, como abastecimiento complementario.
Objetivos del proyecto: Disminuir el uso del Caudal de la quebrada Bajo Santa Lucia. Reducir pérdidas generadas por el no uso del caudal captado al igual que los impactos ambientales relacionados al recurso hídrico.
Minimizar el uso del recurso hídrico.
Descripción del proyecto: Se realizarán capacitaciones respecto al uso complementario de las aguas lluvias dirigidas hacia los usuarios del minitrito una vez cada seis meses, así mismo se acompañará en la instalación de complementos y equipos necesarios para la captación del agua lluvia como baldes y tanques que se colocan en las esquinas de los tejados o al aire libre, también es importante poner una maya, para evitar hojas, palos, insectos que nos puede ensuciar el agua y reutilización de aguas grises que son aquellas que aunque no están limpias, si están libres de restos fecales y comida (bacterias asociadas), como las procedentes de la lavadora o lavamanos, las cuales pueden ser usadas para lavar pisos, baños y descargar el inodoro.
Lugar donde se va a ejecutar (alto nivel de detalle): Las capacitaciones se realizarán a todos los usuarios del minidistrito de riego en las instalaciones de la Escuela Nueva Bajo Santa Lucia

La instalación de los elementos necesarios para la captación se realizará en los predios de los usuarios del minidistrito.
Obras y actividades para desarrollar: 1. talleres de capacitación. 2. Instalación de equipos necesarios.
Tiempo necesario para su ejecución (detallado fechas): 1 vez cada año se realizará una capacitación/taller o reunión. La instalación de los Equipos se deberá realizar en el menor tiempo posible, al menos 2 instalaciones cada mes.
Recursos necesarios (humanos, económicos (costos individuales y costos totales), logísticos): Humanos: Ingeniero Ambiental, técnico para la instalación de los equipos. Económicos: M/Cte. \$3.000.000 Logísticos: Transporte, equipos y herramientas.
Responsable de su ejecución: Jacinto Gafaro Acero
Beneficios que genera: Reducción del consumo de agua de la quebrada. Manejo de Perdidas de caudal.
Indicadores: 1. (talleres, actividades, reuniones, charlas etc. Realizadas/talleres, actividades, reuniones, charlas etc. Programadas) *100 2. Instalación equipos programados/instalación de equipos requeridos) *100
Metas: 1. cumplir con el 100% de los talleres, actividades, reuniones, charlas etc. Programadas 2. Instalar el 100% de los equipos necesarios para el reúso del agua, el uso de la captación del agua lluvia reutilización de aguas grises.

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla 14

Cronograma de Actividades Proyecto de Reúso del Recurso Hídrico.

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS						
PROGRAMA	ACTIVIDADES	PERIODO EN AÑOS				
		2023	2024	2025	20256	2027
4. Reusó del Recurso hídrico	1. talleres de capacitación.					
	2. Instalación de equipos necesarios.					

Fuente: Elaboración propia (2022)

Conclusiones

Se identificó que, a pesar de la antigüedad del Minidistrito de riego en la vereda Bajo Santa Lucia, municipio de Pamplonita - Norte de Santander; la infraestructura Hidráulica se encontró en buenas condiciones lo que no hace necesario el reemplazo o actualización de dicho sistema, ya que no se generan pérdidas de caudal desde la captación hasta los sistemas de distribución.

El diagnóstico del sistema de abastecimiento permitió establecer que se halló en condiciones óptimas de brindar el servicio de abastecimiento de agua a la comunidad de la vereda Bajo Santa Lucia, puesto que no se presentan fallas estructurales en este.

Mediante la caracterización física y morfométrica de la cuenca Quebrada El Naranjo se pudo establecer que es una Microcuenca ya que su área superficial (759,49 Ha) es menor a mil hectáreas, además se obtuvo que posee una forma oval alargada a alargada, y según el coeficiente de compacidad de Gravelius, el factor de forma de Horton y la densidad de drenaje dicha microcuenca tiene tendencia a concentrar fuertes volúmenes de agua lo cual se constató con la salida de campo.

Así mismo la microcuenca cuenta con diversidad de relieves en donde las pendientes mayores se presentan en la parte alta en la cual se presentan derrumbes y deslizamientos, sumados a las altas velocidades del caudal de la quebrada, generan transporte de sedimentos hacia las partes bajas de la microcuenca.

La vereda bajo santa lucia se encuentra en una ubicación privilegiada respecto a la oferta hídrica, ya que se encuentra en la parte baja de la microcuenca El Naranjo, permitiendo obtener una

fuentes de abastecimiento de la Quebrada el Naranjo que en condiciones climáticas normales cuenta con un Caudal de 25 L/s; de los cuales el minidistrito de riego toma 10 L/s para abastecer a los usuarios.

El minidistrito de Riego cuenta actualmente con 50 suscriptores, que utilizan el servicio en mayor medida para riego de cultivos como café, frijol, maíz, lulo, cítricos y plátano; así como para uso doméstico, y en menor medida se utiliza para uso pecuario como fuente de abastecimiento para pocos bovinos, equinos y aves presentes en los predios.

Teniendo en cuenta la información obtenida en cada una de las fases del presente estudio, se logró crear el Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua PUEAA para el minidistrito de riego en la vereda Bajo Santa Lucia, municipio de Pamplonita - Norte de Santander el cual cuenta con cuatro proyectos los cuales contribuirán a la reducción de pérdidas de caudal en algunos de los predios, reducción de impactos ambientales relacionados con el recurso hídrico, aumento de la conciencia ambiental por parte de los usuarios del minidistrito; así como el aumento del compromiso ambiental.

Para la disminución del consumo de agua, así como las pérdidas del caudal captado por escorrentía presentes en algunos de los predios, una de las estrategias planteadas es la de instalación de grifos de paso en las viviendas de los usuarios, así como la instalación de equipos que permitan captar el agua lluvia y utilizar esta tanto como sea posible.

Para evitar el deterioro en la infraestructura del sistema de riego se planteó el programa de Monitoreo y Mantenimiento al mismo, el cual permite tener un control en su estructura y evitar daños mayores que afecten el abastecimiento hacia los usuarios.

Recomendaciones

Se recomienda a CORPONOR y a los usuarios del sistema del Minidistrito de Riego de la Vereda Bajo Santa Lucia, tener un compromiso firme que permita hacer seguimiento para así colocar en práctica los Programas de Uso Eficiente y Ahorro del Agua (PUEAA), permitiendo mejorar las condiciones ambientales e hídricas de la quebrada El Naranjo, para así reducir el manejo de pérdidas de caudal en los predios y reducir el consumo hídrico.

Igualmente, se recomienda a CORPONOR, Alcaldía de Pamplonita y a los usuarios del minidistrito de riego continuar y aumentar el monitoreo de la quebrada El Naranjo mediante toma de caudales, que permitan obtener registros sobre el caudal de la quebrada y el caudal captado por el minidistrito de riego, para tener un control notorio sobre estos.

Se recomienda a la Alcaldía Municipal aumentar la participación comunitaria de los usuarios del minidistrito de riego, que permita conocer de primera mano las impresiones y necesidades de la comunidad para generar alternativas de solución a posibles problemas que se presenten.

A CORPONOR y a los usuarios realizar el seguimiento continuo del desarrollo de los proyectos del presente PUEAA identificando no conformidades, permitiendo generar acciones de mejora continua que permitan cumplir con los objetivos de dicho proyecto.

Referencias

- "La Gestión Integral de los Recursos Hídrico". (2009). *repositorio.flacsoandes*.
- ambiente, M. d. (1994). Definición de programa de uso y ahorro eficiente del agua Art 1 ley 373. Bogota, Colombia.
- ANLA. (s.f.). *Autoridad Nacional de Licencias Ambientales*.
- Blog, M. (2011). El gobierno chino tiene importantes proyectos de inversión en el sector del agua. *Remtavares*.
- Carcamo, M. (2020). *PROGRAMAS DE USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA (PUEAA) - ASOCIACION DE USUARIOS DEL DISTRITO DE ADECUACION DE TIERRAS PEQUEÑAS ESCALAS "ASOCHICHIRA" PAMPLONA NORTE DE SANTANDER*. Pamplona, Colombia.
- CARRILLO, V. C. (2017). *EVALUACION A LOS PLANES DE AHORRO Y USO EFICIENTE DEL RECURSO HIDRICO A LOS ACUEDUCTOS DE OCAÑA, ABREGO, LA PLAYA Y EL CARMEN NORTE DE SANTANDER*. Ocaña, Colombia.
- Castrillon, A. T. (2017). *Elaboracion del Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua para el Municipio de Puerto Tejada de acuerdo con la ley 373 de 1997*. Santiago de Cali, Valle del Cauca, Colombia.
- Castrillon, F. (2017). *Elaboracion del Programa de Uso y Ahorro Eficiente del Agua para el Municipio de Puerto Tejada de acuerdo con la ley 373 de 1997*. Santiago de Cali, Valle del Cauca, Colombia.
- Colombia hace mal uso del agua . (2008). *Portafolio.co*.
- Colombia, C. d. (1997). *Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua*. Bogota, Colombia.
- colombia, C. d. (1997). *Programa para el uso eficiente y ahorro del agua*. Bogota, Colombia.
- COLOMBIA, P. D. (1998). *DECRETO 1311 DE 1998* . juriscol .
- colombiana, C. c. (2011). *Derecho fundamental del agua. Relatoria*.

Corponor. (2010). Direccionamiento PUEAA.

(2009). *DECRETO 5051 DE 2009*. MinTic.

El problema en la agricultura. (2017). *orizont.es*.

Esap.edu. (2005). *Diseño del plan de uso eficiente y ahorro de agua de la escuela superior*. Bogota.

Espinosa, O. (2014). Elaboracion de Programas de Uso Eficiente y Ahorro del Agua.

García Petillo, M., Puppo, L., Hayashi, R., & Morales, P. (s.f.). Metodología para determinar los parámetros hídricos de un suelo a campo.

GONZÁLEZ, C. A. (2017). DISEÑO DEL PROGRAMA DE USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA EN LA FINCA JARDINES DE COLOMBIA DE LA EMPRESA THE ELITE FLOWER. Bogota, Colombia.

Gonzalez, R. (2018). *DIAGNOSTICO AMBIENTAL*. Obtenido de <https://www.temasambientales.com/2017/04/diagnostico-ambiental.html>

IVÁN FERNANDO DOMÍNGUEZ SÁNCHEZ, A. P. (2011). PLAN DE USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA DE LOS ACUEDUCTOS LOCALIZADOS EN LA CUENCA DEL RÍO LORETOYACU DEL MUNICIPIO DE PUERTO NARIÑO, DEPARTAMENTO DEL AMAZONAS . LETICIA, AMAZONAS , COLOMBIA.

Marquez, Y. (2019). *Evaluacion y plan de mejoramiento al programa de uso eficiente y ahorro del agua (PUEAA) en el municipio de velez*. Velez, Santander.

Minambiente. (1997). *DECRETO NUMERO 3102 DE 1997*.

minambiente. (1997). *GestionIntegraldelRecursoHidrico*.

Minambiente. (2017). Uso eficiente y ahorro del agua. *Minambiente*.

Monsalve. (1999).

Naturales, G. d. (2018). Linea Base.

OAS. (s.f.). *Organizacion de los estados americanos* .

Pamplona, A. d. (s.f.).

Ramírez, C. G. (1991). Obtenido de

https://www.academia.edu/43747658/C%C3%81LCULO_DE_GASTO_O_CAUDAL_I_ESCURRIMIENTO_SUPERFICIAL

Rematares. (2011). *El gobierno chino tiene importantes proyectos de inversión en el sector del agua*. España.

Remtavares. (25 de Abril de 2011). *Madrid Blogs*. Recuperado el Febrero de 2020, de El agua:

El%20gobierno%20chino%20tiene%20importantes%20proyectos%20de%20inversión%20en%20el%20sector%20del%20agua.%20%7C%20El%20Agua.webarchive

(2010). *RESOLUCIÓN 1508 DE 2010*.

ROMERO, S. S. (2018). PROPUESTA DE ACTUALIZACIÓN DEL PUEAA PARA EL ACUEDUCTO DEL MUNICIPIO DEL PEÑÓN CUNDINAMARCA. Bogota, D.C, Colombia.

(2011). *SECRETARÍA DISTRITAL DEL HÁBITAT* :. Bogota .

Senado, S. (2003). *LEY 812 DE 2003*.

Silos, A. M. (2016). PROGRAMA DE USO Y AHORRO EFICIENTE DEL AGUA EN EL MUNICIPIO DE SANTO DOMINGO DE SILOS, NORTE DE SANTANDER. Silos, Norte de Santander, Colombia.

sostenible, M. d. (2018).

Sostenible, M. d. (2018).

Sotenible, M. d. (2018). *Guia para el uso eficiente y ahorro del agua* . Colombia.

TREJOS, J. F. (2016). PROGRAMA PARA EL USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA - PUEAA. Argentina, Huila.

Umaña, A. G. (2016). *Formulacion de un Porgrama de Ahorro y uso eficiente del agua*. Bogota.

Villon. (2002). Hidrologia.

Anexos

Anexo A. caracterización de la actividad socioeconómica y ambientales de la vereda Bajo Santa Lucia.



UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERIAS Y ARQUITECTURA
PROGRAMA INGENIERIA AMBIENTAL

Proyecto de grado: FORMULACIÓN DEL PROGRAMA DE USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA (PUEAA) PARA UN MINIDISTRITO DE RIEGO EN LA VEREDA BAJO SANTA LUCIA, MUNICIPIO DE PAMPLONITA - NORTE DE SANTANDER

Encuesta: Instrumento metodológico para la recolección de datos socioeconómicas y ambientales.

Encuestador: Margarita del Pilar Dueñas Malaver

Objetivo: Obtener información socioeconómica presente en la zona de influencia de la microcuenca El Naranjo en la vereda Bajo Santa Lucia - Municipio de Pamplonita, con el fin de permitir la caracterización de las actividades que se desarrollan en la zona de estudio y las apreciaciones por parte de los habitantes sobre el comportamiento del recurso hídrico, para la formulación de planes de manejo ambiental, donde la recolección de datos e información constituye el pilar fundamental.

Nota: La presente encuesta está fundamentada en la ley 1581 de 2012, sobre la cual se dictan disposiciones generales para la protección de datos personales y la prohibición de divulgación de datos a terceros.

Datos personales

Nombre del encuestado: _____

Nombre del predio: _____ Fecha: _____

Factor socioeconómico.

1. NÚMERO DE HABITANTES EN LA VIVIENDA: ____
2. COORDENADAS: _____
3. ¿CUÁNTAS HECTÁREAS TIENE SU PREDIO? _____
4. ¿QUÉ UNIDADES SANITARIAS TIENE? POZO SÉPTICO ____ BIODIGESTOR ____ FOSA SÉPTICA ____ SERVICIOS PÚBLICOS ____



5. TIPOS DE ACTIVIDADES QUE REALIZA EN SU PREDIO: PECUARIA____ AGRÍCOLA____ FORESTAL____ RESTAURACIÓN____ OTRO____ ¿CUÁLES?_____
6. MARQUE CUAL DE LOS SIGUIENTES CULTIVOS TIENE USTED EN SUS PREDIOS: CAFÉ____ CAÑA____ CÍTRICOS____ PASTOS DE CORTE____ OTRO, ¿CUAL?_____
7. ¿ESTÁ CERCA DE LA QUEBRADA EL NARANJO? SI____ NO____ SI SU RESPUESTA ES POSITIVA, ESCRIBA A QUE DISTANCIA APROXIMADA SE ENCUENTRA_____
8. ¿QUÉ TIPOS DE USO DA AL RECURSO HÍDRICO? USO DOMÉSTICO____ RIEGO____ PECUARIA____ MOLIENDA____ OTRO____, ¿CUÁLES?_____
9. ¿CÓMO REALIZA LA CAPTACIÓN DE AGUA? ARTESANAL____ MECANIZADA____ OTRO____, ¿CUÁL?_____
10. ¿CONSIDERA QUE HACE UN USO ADECUADO DEL RECURSO HÍDRICO? SI____ NO____ SI SU RESPUESTA ES POSITIVA (SI), EXPLIQUE COMO: _____ _____ _____

Anexo B. Logo minidistrito vereda Bajo Santa Lucia.

