

**Formulación del programa de uso eficiente y ahorro de agua PUEAA para el sistema de captación, tratamiento, y suministro de agua potable del acueducto del sector centro, casco urbano del municipio de Cútiva, Boyacá.**

Luis Ariel Forero Alvarado

Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del medio Ambiente - ECAPMA

Ingeniería Ambiental

Sogamoso

2020

**Formulación del programa de uso eficiente y ahorro de agua PUEAA para el sistema de captación, tratamiento, y suministro de agua potable del acueducto del sector centro, casco urbano del municipio de Cútiva, Boyacá.**

Luis Ariel Forero Alvarado

Proyecto de grado para optar al título de Ingeniero Ambiental

Directora:

Guisett Adelina Gómez Siachoque

Ing. Ambiental. Esp Gestión ambiental. Mg Gestión Ambiental y Energía en las Organizaciones

Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del medio Ambiente - ECAPMA

Ingeniería Ambiental

Sogamoso

2020

## **Dedicatoria**

A Dios, mi familia, mis hijos Juan Sebastián, Johana Catalina, y mi esposa Rosa Helena, quienes han sido mi principal motivación, y demás personas que de una manera u otra me han apoyado y contribuido con la culminación de esta meta, gracias por el apoyo, y con la promesa de seguir siempre hacia adelante.

## **Agradecimientos**

Quiero agradecer a Dios, por permitirme lograr una meta más en mi vida, a mi familia, por el apoyo que he recibido, a la universidad y cada uno de los tutores que me guiaron, ya que sin ellos habría sido imposible culminar este proceso.

## **Resumen**

Este proyecto se realizó con el fin de formular 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 SA.ESP.

Para su desarrollo, se aplicó una metodología descriptiva, con la finalidad de recopilar información lo más exacta y valida posible, útil para la investigación, esta se realizó a través de métodos primarios, y secundarios, y se aplicaron técnicas como la reunión con grupos focales, la observación de campo, y la recopilación y análisis documental.

Los resultados obtenidos de este proyecto señalan las actividades para la gestión del recurso hídrico definiendo las acciones que permitan la conservación y el manejo integral del recurso hídrico. Medidas que presentan alternativas y actividades que ayuden al suministro de agua de calidad y cantidad, su uso eficiente y opciones que permitan ayudar a proteger la fuente de suministro de agua.

### **Palabras claves:**

Agua, acueducto, conservación, población, sostenibilidad.

## **Abstract**

This project was carried out in order to formulate the program for the efficient use and saving of water PUEAA, for the system of collection, treatment, and supply of drinking water by gravity in the central sector of the urban area of the municipality of Cuítiva, administered by the company of public services of the municipality of Cuítiva, EMCUITIVA SA.ESP.

For the development, a descriptive methodology was applied in order to collect information as accurate and valid as possible, useful for research, this was carried out through primary and secondary methods, and techniques such as meeting with focus groups were applied , field observation, and documentary compilation and analysis.

The results obtained from this project indicate the activities for the management of the water resource, defining the actions that allow the conservation and integral management of the water resource. Measures that present alternatives and activities that help the supply of quality and quantity water, its efficient use and options that help protect the source of water supply.

### **Key words:**

Water, aqueduct, conservation, population, sustainability.

## Tabla de contenido

|  |    |
|--|----|
| <b>Resumen</b> .....   | 12 |
| <b>Abstract</b> .....  | 13 |
| <b>Introducción</b> .....  | 1  |
| <b>Planteamiento del problema</b> .....                          | 2  |
| <b>Estado del arte</b> .....                                     | 5  |
| <b>Objetivos</b> .....   | 9  |
| <b>Objetivos generales</b> .....                                 | 9  |
| <b>Objetivos específicos</b> .....                               | 9  |
| <b>Marco referencial</b> .....                                   | 10 |
| <b>1.1 Marco teórico</b> .....                                   | 10 |
| <b>1.2 Marco conceptual</b> .....                                | 15 |
| <b>1.3 Marco Legal</b> .....                                     | 18 |
| <b>1.4 Marco geográfico</b> .....                                | 21 |
| <b>5.4.1 Descripción general del municipio</b> .....             | 21 |
| <b>1.5 Marco institucional</b> .....                             | 23 |
| <b>1.5.1 Entidades relacionadas con el recurso hídrico</b> ..... | 23 |
| <b>1.5.2 Ámbito regional</b> .....                               | 24 |
| <b>1.5.3 Ámbito local</b> .....                                  | 25 |
| <b>Metodología</b> .....   | 26 |

|                |  |    |
|----------------|--|----|
| <b>2.1</b>     | <b>Diseño metodológico</b> .....                                     | 27 |
| <b>2.2</b>     | <b>Población</b> .....   | 30 |
| <b>2.4</b>     | <b>Fuentes de información</b> .....                                  | 31 |
| <b>2.5</b>     | <b>Técnicas de recolección de datos</b> .....                        | 31 |
| <b>2.6</b>     | <b>Procesamiento de la información</b> .....                         | 35 |
|                | <b>Resultados y discusión</b> .....                                  | 36 |
| <b>3.1</b>     | <b>Información preliminar</b> .....                                  | 36 |
| <b>3.2</b>     | <b>Número de habitantes</b> .....                                    | 36 |
| <b>3.2.1</b>   | <b>Alcance</b> .....   | 37 |
| <b>3.3</b>     | <b>Diagnostico</b> .....   | 38 |
| <b>3.3.1</b>   | <b>Área de estudio</b> .....   | 38 |
| <b>3.3.2</b>   | <b>Localización georreferenciada del municipio</b> .....             | 38 |
| <b>3.3.3</b>   | <b>División política</b> .....                                       | 39 |
| <b>3.3.4</b>   | <b>Nacimientos y zonas protegidas</b> .....                          | 40 |
| <b>3.3.4.1</b> | <b>Cuenca del Lago de Tota</b> .....                                 | 40 |
| <b>3.3.4.2</b> | <b>Distribución de microcuenca</b> .....                             | 43 |
| <b>3.3.4.3</b> | <b>Uso del suelo del área de la cuenca fuente abastecedora</b> ..... | 46 |
| <b>3.3.4.5</b> | <b>Descripción de las microcuencas abastecedoras</b> .....           | 51 |
| <b>3.3.5</b>   | <b>Oferta hídrica de la fuente</b> .....                             | 52 |
| <b>3.3.5.1</b> | <b>Climatología</b> .....  | 54 |



|   |    |
|---|----|
| 3.3.5.2 Niveles Lago de Tota .....                                      | 57 |
| 3.3.6 Demanda hídrica.....  | 60 |
| 3.3.7 Balance hídrico .....   | 61 |
| 3.3.8 Inventario de infraestructura hidráulica del acueducto .....      | 62 |
| 3.3.8.1 Sistema de acueducto sector centro .....                        | 62 |
| 3.3.9 Diagnostico social .....  | 66 |
| 3.3.10 Prospectiva .....  | 67 |
| 3.3.10.1 Proyección de la demanda .....                                 | 67 |
| 3.3.10.2 Descripción del módulo de consumo.....                         | 68 |
| 3.3.11 Reducción de pérdidas .....                                      | 69 |
| Conclusiones.....   | 71 |
| 4.1 Tratamiento de agua .....   | 72 |
| 4.2 Reducción de pérdidas y módulos de consumo .....                    | 72 |
| 4.3 Eficiencia y calidad en el servicio .....                           | 74 |
| 4.4 Aguas residuales .....  | 75 |
| 4.5 Desabastecimiento de agua .....                                     | 76 |
| Recomendaciones.....  | 77 |
| 5.1 Conservación y protección de áreas estratégicas y nacimientos ..... | 78 |
| 5.2 Proyecto 2. Mejoramiento del sistema de acueducto .....             | 81 |

|            |  |     |
|------------|--|-----|
| <b>5.3</b> | <b>Proyecto 3. Educación Ambiental e implementación de nuevas tecnologías para el ahorro del agua.</b> | 86  |
| <b>5.4</b> | <b>Conclusiones y recomendaciones del desarrollo del trabajo de grado.</b>                             | 90  |
|            | <b>Referencias</b>   | 93  |
|            | <b>Anexos</b>  | 103 |
|            | <b>Matriz de control y seguimiento</b>   | 103 |

## Lista de figuras

|  |    |
|--|----|
| <b>Imagen 1</b> Provincia Sugamuxi. ....   | 21 |
| <b>Imagen 4</b> Imagen División política municipio de Cuítiva .....                        | 39 |
| <b>Imagen 5</b> Ubicación Lago de Tota .....   | 41 |
| <b>Imagen 6</b> Zonificación cuenca lago de Tota .....                                     | 43 |
| <b>Imagen 7</b> Distribución de microcuencas .....   | 45 |
| <b>Imagen 8</b> Distribución de microcuencas .....   | 45 |
| <b>Imagen 9</b> Distribución de actividades productivas en la cuenca del lago de Tota..... | 48 |
| <b>Imagen 10</b> Imagen punto de captación.....  | 50 |
| <b>Imagen 11</b> Georreferenciación del punto de captación.....                            | 50 |
| <b>Imagen 12</b> Precipitación media mensual régimen bimodal.....                          | 57 |
| <b>Imagen 13</b> Curva de capacidad del Lago de Tota .....                                 | 59 |
| <b>Imagen 14</b> Captación el Túnel Lago de Tota. ....                                     | 62 |
| <b>Imagen 15</b> Aducción el Túnel Lago de Tota, Ptap Centro.....                          | 63 |
| <b>Imagen 16</b> PTAP Acueducto del sector centro .....                                    | 64 |
| <b>Imagen 17</b> Tanque de almacenamiento Acueducto Centro.....                            | 65 |
| <b>Imagen 18</b> caracterización, fisicoquímico, y microbiológico del agua.....            | 2  |
| <b>Ilustración 19</b> Formato Entrevista Reunión.....                                      | 3  |
| <b>Ilustración 20</b> Formato Entrevista Reunión.....                                      | 4  |
| <b>Ilustración 21</b> Formato Entrevista Reunión.....                                      | 5  |
| <b>Ilustración 22</b> Formato Entrevista Reunión.....                                      | 6  |
| <b>Ilustración 23</b> Formato Entrevista Reunión.....                                      | 7  |

## Lista de tablas

|  |    |
|--|----|
| <b>Tabla 1</b> Marco legal.....  | 18 |
| <b>Tabla 2</b> proporción de habitabilidad municipio de Cuítiva.....               | 30 |
| <b>Tabla 3</b> Fuentes de información primaria, reunión con grupos focales. ....   | 32 |
| <b>Tabla 4</b> Fuentes de información primaria observación de campo.....           | 33 |
| <b>Tabla 5</b> Fuentes de información secundaria análisis documental .....         | 33 |
| <b>Tabla 6</b> Densidad poblacional .....  | 37 |
| <b>Tabla 7</b> Veredas municipio de Cuítiva.....                                   | 39 |
| <b>Tabla 8</b> Subcuencas municipio de Cuítiva .....                               | 44 |
| <b>Tabla 9</b> Distribución de microcuencas .....                                  | 45 |
| <b>Tabla 10</b> Georreferenciación del punto de captación.....                     | 50 |
| <b>Tabla 11</b> Aporte de agua al Lago de Tota .....                               | 52 |
| <b>Tabla 12</b> Principales aportantes de agua al Lago de Tota .....               | 52 |
| <b>Tabla 13</b> Estaciones climatológicas utilizadas .....                         | 54 |
| <b>Tabla 14</b> Valores totales mensuales multianuales de precipitación (mm) ..... | 55 |
| <b>Tabla 15</b> Valores totales mensuales de precipitación (mm) (Bimodales).....   | 56 |
| <b>Tabla 16</b> Usuarios servicio de acueducto .....                               | 61 |
| <b>Tabla 17</b> Esquema general de tratamiento .....                               | 64 |
| <b>Tabla 18</b> Proyección suscriptores de servicio .....                          | 68 |
| <b>Tabla 19</b> Proyección módulos de consumo. ....                                | 68 |
| <b>Tabla 20</b> Actividades de reducción de pérdidas.....                          | 70 |
| <b>Tabla 21</b> Escenarios de prospectiva tratamiento del agua.....                | 72 |
| <b>Tabla 22</b> Escenarios de prospectivas reducción de pérdidas y consumo .....   | 74 |
| <b>Tabla 23</b> Escenarios de eficiencia y calidad del servicio .....              | 75 |

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabla 24</b> Escenarios de prospectiva manejo de cuencas .....   | 79 |
| <b>Tabla 25</b> Conservación y protección de nacimientos y áreas estratégicas Predios priorizados ...                                   | 79 |
| <b>Tabla 26</b> Conservación y protección de áreas estratégicas, nacimientos y predios comprados...                                     | 80 |
| <b>Tabla 27</b> Conservación y protección de áreas estratégicas, nacimientos y monitoreo fuentes<br>aportantes .....                    | 80 |
| <b>Tabla 28</b> Conservación y protección de áreas estratégica, nacimientos y número de hectáreas<br>reforestadas.....                  | 81 |
| <b>Tabla 29</b> Mejoramiento del sistema de acueducto mantenimientos realizados por año .....   | 82 |
| <b>Tabla 30</b> Mejoramiento del sistema de acueducto número de revisiones y mantenimientos.....  | 83 |
| <b>Tabla 31</b> Mejoramiento del sistema de acueducto número de macromedidores instalados.....  | 83 |
| <b>Tabla 32</b> Mejoramiento del sistema de acueducto número de micromedidores .....  | 84 |
| <b>Tabla 33</b> Mejoramiento del sistema de acueducto monitoreo y análisis fisicoquímicos por año .                                     | 84 |
| <b>Tabla 34</b> Mejoramiento del sistema de acueducto estudio tarifario.....  | 85 |
| <b>Tabla 35</b> Mejoramiento del sistema de acueducto adopción política sobre ahorro y uso racional<br>del agua .....                   | 85 |
| <b>Tabla 36</b> Mejoramiento del sistema de acueducto revisión y limpieza punto de captación. ....                                      | 86 |
| <b>Tabla 37</b> Educación Ambiental e implementación de nuevas tecnologías para el ahorro del agua<br>.....                             | 88 |
| <b>Tabla 38</b> Educación Ambiental número de personas capacitadas.....   | 89 |
| <b>Tabla 39</b> Educación Ambiental e implementación de nuevas tecnologías para el ahorro del agua<br>acciones en pro de una Ptar. .... | 90 |

## Introducción

El departamento, Boyacá, y en general el país cuenta con una alta riqueza hídrica, ello debido a la ubicación y geografía que lo caracteriza, En contraste en muchas regiones y poblaciones no se tiene acceso a un suministro de agua constante y de calidad, así mismo el requerimiento de agua ha incrementado, lo cual ha generado dificultades sanitarias y ambientales, creando un peligro para la sostenibilidad del recurso hídrico, como lo señala la declaración de Dublín sobre el agua y desarrollo sostenible en el sentido que la falta de agua conlleva a una crisis en cuanto al

Sostenimiento de ecosistemas, la suficiencia de agua de calidad, ya que el agua es un recurso indispensable y necesario para el desarrollo de la vida.

La empresa de servicios públicos del municipio de Cuítiva, Boyacá, Emcuitiva. S.A. E.S.P. es la entidad encargada de prestar los servicios de acueducto y alcantarillado, dentro del municipio, actividad que realiza teniendo en cuenta lo señalado en la normatividad ley 373 de 1997, que constituye el Programa de uso eficiente y ahorro de agua.

Debido a que el municipio no tiene establecido el PUEAA para el acueducto del sector centro, se formuló el presente 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 Boyacá cuya finalidad es describir las diferentes actividades, planes de acción, seguimiento, opciones de mejoramiento, que permitan el cuidado del recurso hídrico, y la optimización del acueducto.

## **Planteamiento del problema**

El municipio de Cuítiva está ubicado en el centro del departamento de Boyacá, en jurisdicción en el lago de Tota, este es un municipio predominantemente rural el cual posee 11 veredas, el servicio de agua potable es prestado por la Empresa de Servicios Públicos de Cuítiva Emcuitiva S.A. E.S.P. y de acuerdo con información suministrada por esta, la empresa se encarga de prestar el servicio de acueducto en el sector urbano y rural, teniendo a su cargo siete 7 acueductos dispersos en las diferentes veredas del municipio.

El municipio cuenta como principal fuente de abastecimiento para todos sus acueductos el cuerpo hídrico del Lago de Tota.

La problemática se centra en la deficiencia de calidad y cantidad del recurso hídrico ya que este se ha visto disminuido debido al incremento de actividades agropecuarias, el uso de agroquímicos y abonos como la gallinaza los cuales por efecto de escorrentía e infiltración contaminan los afluentes y llegan al lago, la existencia y crecimiento de criaderos de trucha al interior del lago, la deforestación de bosques en zonas de páramo con la finalidad de ampliar fronteras agrícolas, condiciones que afectan la resiliencia de la cuenca del lago y por ende la cantidad y calidad del agua, que este cuerpo hídrico puede suministrar.

En este sentido una de las necesidades más sentidas de la comunidad, es contar con un buen sistema de acueducto, que pueda proveer agua de buena calidad, y de manera constante, a las veredas del municipio, permitiendo el sostenimiento de sus habitantes, y el progreso socioeconómico, ya que sin el acceso al agua potable es imposible el desarrollo de sus pobladores

### **Justificación**

El agua es indispensable para el desarrollo de la vida en el planeta, así como para el desarrollo de la actividad humana, y teniendo en cuenta que el hombre tiene que enfrentarse a cambios y exigencias cada vez más amplias en la parte ambiental, y ya que el agua ha sido indispensable en todos procesos desarrollados por el hombre, asimismo se ha presentado su uso desmedido, y falta de medidas de conservación, lo cual ha generado afectaciones ambientales, así como disminución en la disponibilidad del líquido.

En cuanto a los programas de Ahorro y uso eficiente del agua PUEAA, A nivel nacional el gobierno dentro de la política ambiental ha implementado medidas para el ahorro y uso eficiente del agua a través de la ley 373 que establece las actividades que deben aplicar las entidades encargadas de la prestación de servicios de acueducto, a través del uso y aplicación del programa de uso eficiente y ahorro del agua PUEAA, que permita la gestión del recurso hídrico, medidas que buscan el utilización sostenible del recurso hídrico.

Asimismo señala que los responsables de la aprobación, control y seguimiento son las autoridades ambientales corporaciones autónomas en sus correspondientes jurisdicciones, para este caso CORPOBOYACA

en este sentido la formulación del programa de uso y ahorro del agua PUEAA se presenta como una necesidad para el manejo adecuado del recurso hídrico, documento que señala medidas para el uso y protección de las cuencas y microcuencas de abastecimiento, que garantice una cantidad y calidad suficiente, la formulación de este programa de uso eficiente y ahorro del agua PUEAA está dirigido al sector de agua potable del acueducto del sector centro del municipio de Cútiva Boyacá, el cual es un documento requerido por la corporación autónoma regional de



Boyacá, CORPOBOYACA, y es de resaltar que la empresa de servicios públicos de Cúitiva, no ha realizado el programa de uso eficiente y ahorro del agua para el acueducto del sector centro.

## Estado del arte

En el mundo “El uso de agua sin restricciones ha crecido a nivel global a un ritmo de más del doble del aumento de la población en el siglo XX, hasta tal punto que en muchas regiones ya no es posible el suministro de un servicio de agua fiable. 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” (FAO, 2013, p9)

El uso eficiente y ahorro del agua en el mundo es una necesidad urgente para la sostenibilidad del recurso hídrico, el cual es 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” (Conferencia Internacional Sobre el Agua y el Medio Ambiente Dublín, 1992, p1 )

La organización de las naciones unidas, en 2015 creó los objetos de desarrollo sostenible, el cual en 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 sus 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” (Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, 2015, p1 )

Es debido a la presión sobre el recurso hídrico que el uso eficiente y ahorro del agua se ha tornado en una prioridad a nivel mundial considerándolo como un “recurso finito y vulnerable, esencial para sostener la vida, el desarrollo y el ambiente” por ello “El aprovechamiento y la

gestión del agua debe inspirarse en un planteamiento basado en la participación de los usuarios, los planificadores y los responsables de las decisiones a todos los niveles” (Conferencia Internacional Sobre el Agua y el Medio Ambiente Dublín, 1992, p1 )

El banco mundial afirma que “El agua afecta todos los aspectos del desarrollo y se relaciona con la mayoría de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Además, impulsa el desarrollo económico, apoya los ecosistemas saludables y es fundamental para la vida” (banco Mundial, 2019, p1)

En Colombia la responsabilidad sobre la dirección y gestión del medio ambiente y en relación al recurso hídrico recae sobre el ministerio del medio ambiente y desarrollo sostenible, asimismo existe una normatividad relacionada con el recurso hídrico como son la ley 373, la cual insta el programa para el uso eficiente y ahorro del agua, la política nacional para la gestión integral del recurso hídrico, los cuales son el marco normativo e institucional que establecen los objetivos, acciones, y estrategias, encaminadas al ahorro y uso eficiente del agua en el país.

La gestión Integral del Recurso Hídrico (GIRH) a nivel nacional busca “orientar el desarrollo de políticas públicas en materia de recurso hídrico, a través de una combinación de desarrollo económico, social y la protección de los ecosistemas. La GIRH se define como un proceso que promueve la gestión y el aprovechamiento coordinado de los recursos hídricos, la tierra y los recursos naturales relacionados, con el fin de maximizar el bienestar social y económico de manera equitativa sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales” a través de acciones como “La formulación de la Política Hídrica Nacional y el plan Hídrico Nacional, con sus respectivos planes, programas y proyectos en materia de información, planificación, instrumentación, administración y control y seguimiento, reglamentación y regulación en materia hídrica, sobre la conservación, preservación, uso y manejo del recurso

incluyendo la eficiencia en el uso y aprovechamiento de las aguas superficiales y subterráneas, definición de lineamientos y criterios para la formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas, diseño de acciones orientadas al ahorro y uso eficiente del recurso hídrico y a la prevención de la contaminación de las fuentes de agua, establecimiento de lineamientos de política relacionados con el conocimiento de la amenaza y el manejo de la vulnerabilidad ante la ocurrencia de desastres naturales asociados al recurso hídrico y el riesgo de desabastecimiento y contaminación” (Ministerio de Ambiente, 2020 p1)

Las entidades encargadas de la prestación de los servicios de acueducto, asociaciones de usuarios, a nivel nacional deben presentar el Programa de ahorro y uso eficiente del agua PUEAA, atendiendo los lineamientos de la Ley 373 de 1997 la cual establece que “Todo plan ambiental regional y municipal debe incorporar obligatoriamente un programa para el uso eficiente y ahorro del agua” (Congreso de Colombia. Ley 373 de 1997, p1).

El mismo que se entiende por “programa para el uso eficiente y ahorro de agua el conjunto de proyectos y acciones que deben elaborar y adoptar las entidades encargadas de la prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado, riego y drenaje, producción hidroeléctrica y demás usuarios del recurso hídrico” (Congreso de Colombia. Ley 373 de 1997, p1). Reconoce el concepto de gobernanza del agua como elemento fundamental para la vida, y lo define como los procesos de coordinación y cooperación de distintos y diversos actores sociales, sectoriales e institucionales que participan en su gestión integrada; y asume al territorio y a la cuenca como entidades activas en tales procesos, con el fin de evitar que el agua y sus dinámicas se conviertan en amenazas para las comunidades, y de garantizar la integridad y diversidad de los ecosistemas, para asegurar la oferta hídrica y los servicios ambientales (MADS, 2013).

En el departamento de Boyacá la autoridad ambiental es la Corporación autónoma de Boyacá CORPOBOYACA. Entidad encargada del cuidado y manejo de la Cuenca del Lago de Tota la cual lleva a cabo el “planeamiento del uso y manejo sostenible de sus recursos renovables, de manera que se consiga mantener o restablecer un adecuado equilibrio entre el aprovechamiento económico de tales recursos y la conservación de la estructura físico - biótica de la cuenca y particularmente de sus recursos hídricos”. (POMCA. 2004. P7) Con relación al uso eficiente del recurso hídrico la corporación es “la responsable del cumplimiento de los programas y proyectos identificados en el Plan de Ordenación y Manejo para la cuenca del lago de Tota, convirtiéndose así, en la herramienta de planificación más importante a nivel regional” (POMCA. 2004. p8). En cuanto a los programas de ahorro y uso eficiente del agua la corporación en cumplimiento de la ley 373 a nivel regional y local, reglamenta los PUEAAS.

## **Objetivos**

### **Objetivos generales**

Formulación del 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 Boyacá.

### **Objetivos específicos**

- Elaborar el diagnóstico general del estado actual del sistema de acueducto, del sector centro del municipio de Cuítiva.
- Identificar medidas de prevención y conservación de fuentes de abastecimiento del acueducto, que permitan el cuidado del recurso hídrico.
- Proponer estrategias que permitan realizar el uso eficiente del recurso hídrico.

## **Marco referencial**

En el presente marco de referencia se establece la base teórica para el Programa de Ahorro y uso eficiente del agua PUEAA, para el acueducto del sector centro del municipio de Cúitiva, en él se encuentra contenidos los marcos: teórico, conceptual, legal, geográfico e institucional, los cuales se señalan a continuación.

### **1.1 Marco teórico**

El agua es el recurso natural más importante no solo para el ser humano sino también para el planeta, la falta de este líquido afecta los diferentes ecosistemas acuáticos y terrestres, y su falta pone en riesgo la supervivencia de todo el planeta, el agua es un factor fundamental para el desarrollo de la vida, y aunque el agua es el componente más usual en la tierra, solamente el 2,5% es agua dulce, la cual se encuentra en glaciares, lagos, ríos, y acuíferos.

Según la ONU en su informe sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2019, establece que para el año 2050, el consumo de agua aumentara en un 30%, asimismo señala que un tercio de la población mundial no tiene acceso al agua potable, también que 1400 personas mueren alrededor del mundo al día, víctimas de enfermedades relacionadas con la falta de acceso al agua potable, y saneamiento básico, también que la principal crisis con el recurso hídrico se relaciona con su inadecuada utilización.

En nuestro país existe una de las mayores ofertas hídricas del planeta, esto debido a sus condiciones climatológicas, y geografías, aunque esta no se encuentra uniformemente distribuida en el territorio, debido a ello hay zonas con un buen abastecimiento y otras que tienen déficit del líquido, la demanda de este recurso natural es creciente, así como el déficit en la calidad del agua

derivado de los residuos domésticos, industriales, agropecuario, y el alto impacto de la llamada minería ilegal aurífera en fuentes hídricas, presentándonos un gran reto en cuanto a la mejora en la calidad y cobertura del agua, según el estudio nacional del agua ENA, presentado en 2018 por el IDEAM, la demanda de agua ha aumentado alrededor del 5%, siendo el sector agrícola el que más consume, seguido del Energético.

Según organizaciones mundiales como la Unesco, establecen que el agua es necesaria para el desarrollo socioeconómico, energético, alimentario, ecosistemas, y supervivencia de todos los seres vivos, la cual está dentro de los objetivos de desarrollo sostenible, como una necesidad en cuanto a su disponibilidad, y sostenibilidad. “el acceso al agua potable y el saneamiento para todos también puede contribuir significativamente al logro del amplio conjunto de objetivos de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible: desde la seguridad alimentaria y energética hasta el desarrollo económico y la sostenibilidad ambiental.” (ONU, Informe Mundial de Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos, 2019 p.7).

La ONU, revela una crisis a nivel mundial, originada por la insuficiencia del agua, para el desarrollo de actividades humanas. La OMS considera el agua y su calidad como indispensable para el ser humano y necesaria para la agricultura, industria, y desarrollo económico. Al respecto señala “El agua salubre y fácilmente accesible es importante para la salud pública, ya sea que se utilice para beber, para uso doméstico, para producir alimentos o para fines recreativos. La mejora del abastecimiento de agua, del saneamiento y de la gestión de los recursos hídricos puede impulsar el crecimiento económico de los países y contribuir en gran medida a la reducción de la pobreza”. (Organización Mundial de la Salud, Agua, 2019).

El uso y cuidado del agua es una necesidad a nivel mundial, y dentro de los objetivos de desarrollo sostenible OSD, planteados por la ONU, los cuales buscan entre otros objetivos la



protección del planeta y sus recursos los cuales establecen en el objetivo 6 señala “mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, eliminando el vertimiento y minimizando la emisión de productos químicos y materiales peligrosos, reduciendo a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar y aumentando considerablemente el reciclado y la reutilización sin riesgos a nivel mundial” (ONU, Objetivos De Desarrollo Sostenible ODS, 2015).

A nivel nacional el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, promueve la cultura del agua la cual establece estrategias de satisfacción de necesidades del agua, incluyendo lo que se hace con y por el agua, igualmente establece el marco normativo que establecen las responsabilidades, competencias, y lineamientos para el manejo y suministro del agua potable a la población. “la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico que establece un cambio en la forma en que se maneja el recurso hídrico en el país, al pasar de un enfoque sectorial y fraccionado, a un enfoque integral que toma en cuenta la cuenca hidrográfica como unidad de planificación y administración de los recursos naturales renovables presentes en ella”. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Política Nacional Para La gestión Integral del Recurso Hídrico, 2010, p5)

El cuidado del agua es una necesidad a nivel mundial, ya que su “gestión debe basarse en un enfoque participativo, involucrando a usuarios, planificadores y los responsables de las decisiones a todos los niveles” (Conferencia internacional sobre el Agua y el Medio Ambiente, Dublín 1992), debido ello se deben aplicar medidas que promuevan su optimización, y ayuden a su sostenibilidad. Asimismo se presentan cuatro principios rectores, enfocados en las siguientes premisas, “Principio 1 El agua dulce es un recurso finito y vulnerable, esencial para sostener la vida, el desarrollo y el medio ambiente. Principio 2 El aprovechamiento y la gestión del agua debe inspirarse en un planteamiento basado en la participación de los usuarios, los planificadores

y los responsables de las decisiones a todos los niveles. Principio 3 La mujer desempeña un papel fundamental en el abastecimiento, la gestión y la protección del agua. Principio 4 El agua tiene un valor económico en todos sus diversos usos en competencia a los que se destina y debería reconocérsele como un bien económico” (Conferencia internacional sobre el Agua y el Medio Ambiente, Dublín 1992. P2-3). También presenta programas de acción enfocados la mitigación de la pobreza y enfermedades, protección contra desastres naturales, conservación y aprovechamiento del agua, desarrollo urbano sostenible, protección de ecosistemas acuáticos, entre otros enfocados en la resolución de problemas en cuanto a recursos hídricos.

En nuestro país la atención “por el uso eficiente y ahorro del agua en Colombia, tiene sus inicios desde el Decreto - Ley 2811 de 1974 Código Nacional de Recursos Naturales Renovables, posteriormente los Decretos 1449 de 1977 y 1541 de 1978 reiteran estos lineamientos, este último compilado en el Decreto único reglamentario 1076 de 2015 del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible” (Guía Para El Uso Eficiente y ahorro del agua, 2018,p9), los Programas de uso eficiente y ahorro del agua, se implementaron a partir del año 1997, a través de la ley 373, la cual establece las acciones encaminadas al uso eficiente del agua, asimismo encarga al ministerio del medio Ambiente y desarrollo sostenible, la gestión integral del recurso hídrico, para que aplique las medidas tendientes a la gestión integral del recurso hídrico en nuestro país.

Para el buen uso del agua se requiere un manejo adecuado lo cual precisa acciones en cuanto a su oferta y demanda, y debido al crecimiento de los asentamientos y población humana, lo que se traduce en mayores usos y consumo de agua, y por ende su contaminación es necesario implementar medidas que ayuden a su uso eficiente, “El aumento en la presión sobre el recurso hídrico es inminente, por lo cual promover e implementar el uso eficiente y ahorro del agua es imperativo” (Guía Para El Uso Eficiente y ahorro del agua, 2018,p11), en este sentido los

programas de ahorro y usos eficientes del agua, ayudan a un consumo eficaz, consiente, promoviendo el cuidado y protección de las fuentes hídricas, ya que este es un recurso limitado indispensable.

En cuanto a la calidad del agua para consumo humano el Instituto Nacional de Salud entidad encargada de vigilar la calidad del agua para consumo, señala que “El agua es una necesidad vital que influye de forma directa en la salud. La calidad del agua de consumo humano se ha asociado con diversas enfermedades. Un gran número de enfermedades infecciosas y parasitarias en el mundo, se debe a la falta de acceso adecuado a fuentes de agua y a condiciones de saneamiento” (Calidad del agua para Consumo Humano y su Asociación con la Morbimortalidad en Colombia, 2012. p178). Estableciendo que “La calidad del agua demostró tener un impacto importante en la mortalidad infantil, por lo que se requiere la adopción de políticas que fortalezcan los sistemas de suministro de agua en el país. Es esencial fortalecer los programas de vigilancia en salud ambiental, para orientar las acciones de mejoramiento de la calidad del agua” (Calidad del agua para Consumo Humano y su Asociación con la Morbimortalidad en Colombia, 2012. p177). Dentro de lo cual los Programas de Ahorro y uso Eficiente del Agua, contribuyen en el acceso a agua potable de calidad.

## 1.2 Marco conceptual

**Agua:** Compuesto básico e insustituible con características únicas de gran significancia para la vida, el más abundante en la naturaleza y determinante en los procesos físicos químicos y biológicos que gobiernan el medio natural. (SIAC. 2020. p1)

**Agua potable:** Aquella que por reunir los requisitos organolépticos (olor, sabor y percepción visual), físicos, químicos y microbiológicos, puede ser consumida por la población humana sin producir efectos adversos a la salud. (Ministerio de Salud Pública. 1998. P1)

**Aducción:** son tuberías usadas para transportar los caudales desde la obra de captación hasta los tanques de almacenamiento o la planta de tratamiento. (Upme, 2015, p42)

**Aforo:** determinación del caudal que pasa por una sección definida. (Upme, 2015, p42)

**Biodiversidad:** variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas (SIAC. 2020. p1)

**Cuerpo de Agua:** se define como un surgimiento natural el cual presenta por sí mismo acumulaciones en las superficies de rocas minerales con materiales orgánicos, colmatada de agua (Ideam. P1)

**Concesión de Aguas:** la concesión de aguas superficiales consiste en obtener el derecho al aprovechamiento de las aguas superficiales. (MADS.2020.p1)

**Corporaciones autónomas Regionales:** “son entes corporativos de carácter público, creados por la ley, integrado por las entidades territoriales que por sus características constituyen

geográficamente un mismo ecosistema o conforman una unidad geopolítica, biogeográfica o hidrogeográfica, dotados de autonomía administrativa y financiera, patrimonio propio y personería jurídica, encargados por la ley de administrar, dentro del área de su jurisdicción, el medio ambiente y los recursos naturales renovables y propender por su desarrollo sostenible, de conformidad con las disposiciones legales y las políticas del Ministerio del Medio Ambiente”. (Ley 99 de 1.993 p10)

**Captación:** La práctica de recolectar y almacenar agua de una variedad de fuentes para uso benéfico. (Upme, 2015 p42)

**Caudal:** volumen de agua por unidad de tiempo. Normalmente medido en litros por segundo (L/s). (Upme, 2015 p42)

**Consumos:** la cantidad de agua que utilizan para satisfacer las necesidades diarias de consumo, aseo, limpieza, riego, etc. (Upme2015 p42)

**Demanda:** volumen de agua, en cantidad y calidad, que los usuarios están dispuestos a adquirir para satisfacer un determinado objetivo de producción o consumo. (Upme, 2015 p42)

**Fuente abastecedora:** es el espacio natural desde el cual se derivan los caudales demandados por la población a ser abastecida. Deben ser básicamente permanentes y suficientes, pudiendo ser superficiales y subterráneas, suministrando el agua por gravedad o por bombeo. (Upme, 2015 p43)

**Índice de sequía:** Valor calculado con relación a algunos de los efectos acumulativos de una prolongada y anormal deficiencia de humedad. Un índice de sequía hidrológica se referiría a niveles por debajo de la media en los cursos de agua, lagos y embalses. Sin embargo un índice de sequía agrícola ha de referirse a los efectos de un déficit total o anormal de transpiración en los cultivos. (Ideam. P3)

**Mínimo vital:** el mínimo vital de agua potable es un derecho fundamental reglamentado en la Ley Estatutaria 174 de 2012, pues es deber del Estado colombiano garantizar la prestación eficiente de los servicios públicos domiciliarios a todos los colombianos. El mínimo vital de agua implica la consideración del agua como un bien social y cultural, y no simplemente como un bien económico. Debe entenderse con relación al concepto de ‘derecho fundamental al agua’, reglamentado por la ONU. Este último se refiere al derecho de todos los seres humanos a disponer de agua suficiente (provisión de forma continua), asequible (este punto comprende la no discriminación a los sectores más vulnerables de la sociedad) y en buenas condiciones para la salud. (Minambiente.2020, P2)

**Oferta hídrica:** Corresponde al volumen de agua por unidad de tiempo que escurre por la superficie del suelo, que no se infiltra o se evapora (Ideam. P3)

**PUEAA:** Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua. Conjunto de proyectos y acciones que deben elaborar y adoptar las entidades encargadas de la prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado, riego y drenaje, producción hidroeléctrica y demás usuarios del recurso hídrico. (Congreso de Colombia. Ley 373 de1997, p1)

**Uso eficiente del agua:** buenas prácticas de aprovechamiento del recurso hídrico, en todas sus formas, que determinen la sostenibilidad del recurso y bajos costos tanto ambientales como económicos. (Minambiente.2020, P2)

### 1.3 Marco Legal

*Tabla 1 Marco legal*

| LEGISLACIÓN                            | EMISOR   | OBJETIVO   | APLICACIÓN  |
|--|--|--|---|
| Decreto 2811 de 1974                   | Presidencia de la república de Colombia                | Prevenir y controlar los daños sobre los recursos naturales derivadas de actividades humanas, Lograr la conservación, preservación, y restauración de estos. | Busca “Lograr la preservación y restauración del ambiente y la conservación, mejoramiento y utilización racional de los recursos naturales renovables, según criterios de equidad que aseguren el desarrollo armónico del hombre y de dichos recursos, la disponibilidad permanente de estos y la máxima participación social, para beneficio de la salud y el bienestar de los presentes y futuros habitantes del territorio nacional”. ( <i>República de Colombia. 1974. P1</i> ) |
| Decreto 1090                           | Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible         | El ministerio de ambiente y desarrollo sostenible a través de esta resolución estructura el contenido del programa de uso eficiente y ahorro del agua PUEAA  | Reglamentar la ley 373 de 1997 aplicándolo a autoridades ambientales, usuarios, entidades responsables de implementar acciones<br>En lo referente al programa de uso eficiente y ahorro del agua.   |
| Constitución política de Colombia 1991 | Congreso de Colombia, Asamblea Nacional Constituyente. | Designa las pautas para el manejo y aprovechamiento adecuado de los recursos naturales, buscando su sostenibilidad   | Instituye que el “El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. De igual forma, debe prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental”. ( <i>Constitución política de Colombia. 1991. P33</i> )  |
| Ley 99 de 1993                         | Congreso de La república de Colombia                   | crear el Ministerio del Medio Ambiente, encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y recursos naturales, y se implementa el                   | Dispone los Principios Generales Ambientales, con la Creación y Objetivos del Ministerio del Medio Ambiente. Como “organismo rector de la gestión del medio ambiente y de los recursos naturales renovables,  |

|                             |   |   |   |
|-----------------------------|---|---|---|
|                             |   | Sistema Nacional Ambiental, SINA  | encargado de impulsar una relación de respeto y armonía del hombre con la naturaleza y de definir, en los términos de la presente Ley, las políticas y regulaciones a las que se sujetarán la recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables y el medio ambiente de la Nación, a fin de asegurar el desarrollo sostenible”. (República de Colombia. 1993. p2) |
| Ley 373 de 1997             | Congreso de Colombia                    | Establece los lineamientos para garantizar el cumplimiento, y desarrollo, del programa para el uso eficiente y ahorro del agua a nivel nacional.                  | Conjunto de acciones que debe elaborar y adoptar todo plan ambiental regional y municipal y entidades encargadas de la prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado, riego, drenaje, y usuarios del recurso hídrico.  |
| Decreto 3102 de 1997        | Presidencia de la republica             | Regula el artículo 15 de la Ley 373 de 1997 en lo concerniente a la instalación de equipos, sistemas e implementos de bajo consumo de agua                        | Establece <i>Obligaciones a los usuarios</i> , constructores urbanizadores, y entidades oficiales que expidan licencias de construcción hacer buen uso del servicio de agua potable y reemplazar aquellos equipos y sistemas que causen fugas en las instalaciones internas, utilización de equipos, sistemas e implementos de bajo consumo de agua.  |
| RESOLUCIÓN NO. 1096 de 2000 | Ministerio De Desarrollo Económico      | Establece las condiciones generales, y requisitos técnicos, que deben tener las obras y procedimientos referentes al sector de agua potable y saneamiento básico. | Diseño, obra, en lo referente a los procesos de construcción, supervisión técnica, operación, mantenimiento, de los procesos que involucren agua potable y saneamiento básico, como sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo, a nivel nacional.   |
| Decreto 1575 de 2007        | Presidencia de la república de Colombia | Establecer un sistema para protección y control de la calidad del agua para consumo, monitoreando, y controlando los riesgos para                                 | Aplica para todas las entidades prestadoras, que provean, o distribuyan agua cruda, o tratada para consumo humano, en el territorio nacional.   |

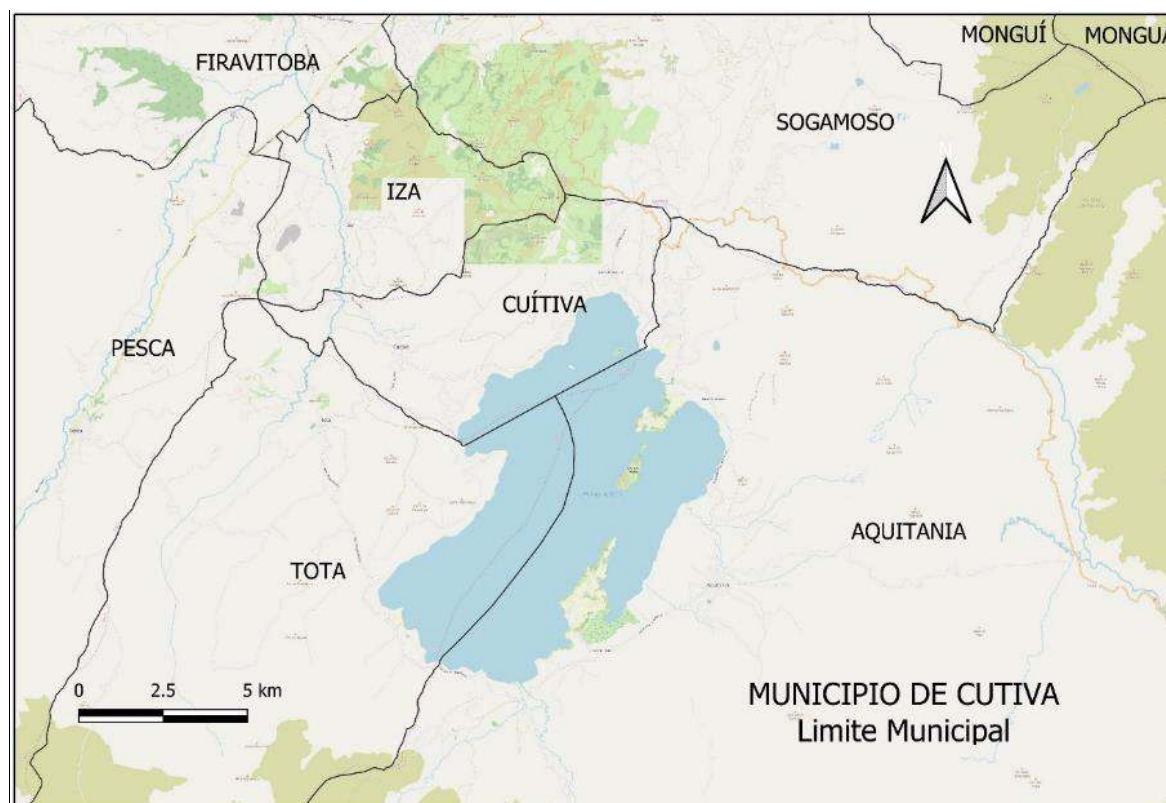


|   |                                    |  |  |
|---|------------------------------------|--|--|
|   |                                    | la salud generados por el consumo de agua.   |  |
| Resolución 2115 de 2007   | Ministerio de la protección social | Establece los parámetros, índice de riesgo de la calidad del agua para consumo humano – IRCA, equipos, y frecuencia el sistema de control y vigilancia de la calidad del agua para consumo humano. | Aplica para todas las entidades prestadoras, que provean, o distribuyan agua cruda, o tratada para consumo humano, a través de redes de distribución en el territorio nacional.  |
| Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico 2010 | Viceministerio de Ambiente         | Garantizar la sostenibilidad del recurso hídrico, a través de ordenamiento territorial, y preservación de ecosistemas hídricos   | Está planteada como herramienta para la gestión integral del recurso hídrico, estableciendo las estrategias para sus usos y aprovechamiento de manera eficiente, teniendo en cuenta los aspectos sociales, económicos, y ambientales |

Fuente: el autor.

## 1.4 Marco geográfico

### 1.4.1.1 Descripción general del municipio



**Imagen 1** Provincia Sugamuxi.

Fuente: Software de Información Geográfica QGIS

Extensión total: 43 Km<sup>2</sup>

Extensión área urbana: 3.6 Km<sup>2</sup>

Extensión área rural: 39.4 Km<sup>2</sup>

Altitud de la cabecera municipal (metros sobre el nivel del mar) msnm: 2750

El Municipio de Cúitiva se ubica en el Departamento de Boyacá, localizado aproximadamente a 233 kilómetros de la ciudad de Bogotá y a 20 kilómetros de Sogamoso, se localiza a 5° 27' 45" latitud Este, posee altitudes que van desde los 2.727 hasta los 3.200 metros sobre el nivel medio del mar. (EOT Cuitiva.2005. p27)

El municipio es eminentemente rural con un 88%, dividido en once (11) veredas las cuales se mencionan a continuación: Arbolocos, Lagunitas, Cordoncillos, La Vega, Amarillos, Balcones, Boquerón, Macías, Tapias, Caracoles y Buitreros. (EOT Cuitiva.2005. p27)

El Lago de Tota se encuentra ubicado al oriente del departamento de Boyacá, en una elevada depresión de la cordillera oriental de los Andes Colombianos. Las cuencas hidrográficas que surten al lago se encuentran en Jurisdicción de los municipios de Aquitania, Tota y Cuitiva, con relieves que presentan altitudes que van desde los 2.950 hasta los 3.900 m.s.n.m. El Lago está situado a 15 km al sur de Sogamoso por la vía que de este municipio conduce a Aquitania (Batimetría Lago de Tota. 2014. p5).

El municipio de Cúitiva cuenta con algunos ecosistemas estratégicos, como la laguna de Tota, complementados con actividades productivas agropecuarias y bosques que hacen de éste un territorio privilegiado. Los recursos del municipio no son explotados sustancialmente, en razón a que no se ha desarrollado el potencial turístico y productivo y a pesar de su localización posee los recursos necesarios para lograr un crecimiento sostenible. (EOT Cuitiva.2005. p28)

**Límites del municipio.** Por el norte con el Municipio de Iza, por el Oriente con el Municipio de Sogamoso, por el Occidente con el Municipio de Aquitania y por el Sur con el Municipio de Tota. El municipio de Cúitiva se enmarca en las coordenadas geográficas aproximadas 72°58'11" de Longitud y 05°34'56" de Latitud. (EOT Cuitiva.2005. p28)

## **1.5 Marco institucional**

### **1.5.1 Entidades relacionadas con el recurso hídrico**

#### **✓ Ministerio de Ambiente, vivienda y desarrollo territorial - MAVDT.**

Entidad encargada de promover la conservación, recuperación, protección, uso, manejo y aprovechamiento de los recursos naturales renovables, buscando su desarrollo sostenible, asimismo establece la política ambiental nacional, a su vez a través del Viceministerio de Ambiente y de la Dirección de Agua Potable, Saneamiento Básico y Ambiental, el Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial ejerce sus roles de Planeador, Coordinador y Regulador en materia ambiental, saneamiento básico y ambiental, a través de la reglamentación y fijación de políticas, y proyectos en relación al acceso al agua potable y saneamiento básico, asimismo trabaja de la mano con ministerio de Agricultura y Desarrollo rural, y Ministerio de Salud y Protección Social en la formulación de políticas y requisitos relacionados con Agua potable, saneamiento básico, calidad de agua.

#### **✓ Comisión reguladora de Agua potable – CRA.**

Esta es una entidad de orden nacional, con autonomía técnica, administrativa, y patrimonial, con funciones de administración, y control de la eficiencia de los servicios públicos domiciliarios, esta regula la prestación de los servicios públicos domiciliarios de agua potable y saneamiento básicos, los cuales son de cumplimiento por las entidades prestadoras, que provean, o distribuyan agua cruda, o tratada para consumo humano, en el territorio nacional.

Dentro de sus objetivos principales esta promover la sostenibilidad del recurso hídrico, su calidad, cobertura del saneamiento básico, la ejecución de planes, políticas, y programas relacionados con recursos naturales renovables, el medio ambiente, y la aplicación de medidas legales acerca de su manejo y administración

### **1.5.2 Ámbito regional**

#### **✓ Corporación autónoma regional de Boyacá- CORPOBOYACÁ**

Atendiendo la normatividad y políticas presentados por el Ministerio de Ambiente en cuanto al uso eficiente y ahorro del agua, en este caso la corporación autónoma de Boyacá Corpoboyacá, orientan las asociaciones de usuarios, empresas prestadoras del servicio de acueducto y asociaciones de usuarios, acerca de los lineamientos de los programas de ahorro y uso eficiente de agua PUEAA, de acuerdo a establecido por la autoridad ambiental nacional y regional, ello propendiendo por el buen uso, manejo, aprovechamiento, protección, conservación, y recuperación de la fuente y cuenca abastecedora.

#### **✓ Dirección de Recurso Hídrico Gobernación de Boyacá**

Entidad encargada de direccionar la conservación ambiental, en pro de la preservación y uso de recursos, servicios eco sistémicos, biodiversidad, y recurso hídrico, promoviendo la calidad y cobertura del agua potable y saneamiento básico, a través de acciones enfocadas en la protección y recuperación de los ecosistemas en el departamento.

### 1.5.3 **Ámbito local**

#### ✓ **Municipio de Cuítiva**

El rol fundamental del municipio es el de Asegurador o garantizador de la prestación eficiente de los servicios públicos domiciliarios a sus habitantes, y su vez ejerce el control, y dirección en la operación que desarrolla la empresa de servicios públicos del municipio de Cuítiva EMCUITIVA S.A. E.S.P. Ya que la ley 142 de 1994 estableció la prestación de este servicio por parte de las entidades territoriales, a través de empresas de servicios públicos, constituidas por sociedad por acciones, y en este caso el municipio es su socio Principal, y mayoritario.

#### ✓ **Empresa de servicios públicos de Cuítiva EMCUITIVA S.A E.S.P.**

Es la entidad encargada de la prestación del servicio de acueducto, aseo y alcantarillado, en el municipio, promoviendo un desarrollo sostenible y por ende encargada de aplicar el programa de ahorro y uso eficiente del agua PUEAA.

## **Metodología**

Para la recolección y análisis de datos se planteó la aplicación de una metodología descriptiva la cual es un método para la recopilación de datos, esta técnica de investigación que consiste en describir las particularidades de ciertos conjuntos con determinadas diferencias, lo cual permite conseguir la información necesaria que permita realizar la caracterización del uso del recurso hídrico en el acueducto del centro del casco urbano del municipio de Cuítiva, permitiendo darle respuesta al objetivo planteado, formular el del 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 Boyacá.

Para su desarrollo, se emplean herramientas como la recolección de información documental, para su posterior procesamiento, y análisis, para así poder establecer la descripción, conclusiones y recomendaciones acerca de la caracterización del uso del recurso hídrico, del acueducto en mención, para lo cual se solicitó autorización a la empresa de servicios públicos de Cuítiva Emcuitiva S.A. E.S.P. para el desarrollo del proyecto, a lo cual la empresa de servicios compartió información y documentación para su avance.

A través de trabajo de campo se recogió información primaria, como: datos entidad usuaria prestadora del servicio, información de la fuente o fuentes donde se capta el agua, caudal promedio de la fuente de captación, número de usuarios del sistema, información de la calidad del agua de la fuente abastecedora, reconocimiento de la cuenca hidrográfica abastecedora, esquema hidrológico, información acerca de infraestructura y operación del acueducto.

La información secundaria se recogió de documentación como: los lineamientos establecidos en la guía para la planeación del programa de uso eficiente y ahorro del agua

PUEAA para acueductos municipales, creado por la CAR, asimismo el plan de ordenamiento y manejo de la cuenca del Lago de Tota POMCA emitido por Corpoboyacá, el Esquema de ordenamiento territorial EOT, el plan de desarrollo municipal de Cúitiva Boyacá, la guía para el uso eficiente y ahorro del agua del ministerio de Ambiente, y la política Nacional para la gestión integral del recurso hídrico del viceministerio de ambiente, el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS. El mapa de riesgo de la calidad de agua para consumo humano de la laguna de Tota.

Dentro de las técnicas de análisis a emplear, se utilizó la técnica descriptiva, en la que se usó los datos recopilados para comprobar y validar la información, y generar un resumen de información categorizada, y organizada para su correcta interpretación, dentro de las herramientas se contempló el uso de computador, y programas que permitieron tabular y organizar la información como el paquete de Microsoft Office, el cual contiene herramientas como hojas de cálculo, de manipulación de texto, graficación, y aplicación de imágenes, que ayudaron a procesar la información de manera adecuada.

## **2.1 Diseño metodológico**

Este proceso investigativo se desarrolló con base en el modelo de investigación cualitativo planteado por Hernández Sampieri, Fernández-Collado, & Baptista Lucio, 2017, el cual consta de diez fases:

**Idea**, concerniente a la identificación del problema de investigación, la cual es la necesidad de diseñar 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 Boyacá.

**Planteamiento del problema**, la idea se va delimitando para determinar los objetivos y preguntas de investigación, trazadas en la elaboración del diagnóstico del sistema de acueducto, social y ambiental parara el municipio de Cuítiva, la identificación de medidas de prevención y conservación de fuentes de abastecimiento del acueducto, la proposición estrategias que permitan realizar el uso eficiente del recurso hídrico.

**Marco teórico**, este se construyó a partir de literatura relacionada con la investigación, se identifican el tema central para el desarrollo del proyecto, relacionados con el programa de uso eficiente y ahorro de agua PUEAA para el sistema de captación, tratamiento, y suministro de agua potable sector centro del casco urbano del municipio de Cuítiva, Boyacá, teniendo en cuenta la bibliografía normatividad concerniente al tema.

**Alcance del estudio**, a partir de los objetivos y pregunta de investigación se definió su alcance el cual es analítico, debido a que el proceso de investigación está dirigido a formular el programa de uso eficiente y ahorro de agua, para el sistema de captación, tratamiento, y suministro de agua potable por gravedad del sector centro del casco urbano del municipio de Cuítiva.

**Definición de variables**, de acuerdo con el planteamiento teórico se establecieron las variables a medir, y que nos permita establecer y describir las cualidades, circunstancias, características, y condiciones relacionadas con el programa de uso eficiente y ahorro de agua.

**Desarrollo diseño de investigación**, se fijó un plan para desarrollar las variables, el diseño de investigación correspondía a un estudio de carácter descriptivo, y se aplicó describiendo todas sus dimensiones en este caso, el programa de uso eficiente y ahorro de agua.

**Definición y selección de muestras**, en esta fase se estableció como población la totalidad de los habitantes del municipio, usuarios y beneficiarios de la cuenca hidrográfica donde se extrae el recurso hídrico, y la muestra conformada por la población urbana, usuarios del acueducto del sector centro del municipio.

**Recolección de datos**, para ello se realizó una revisión y recopilación de documentación y bibliografía como la guía para la planeación del programa de uso eficiente y ahorro del agua PUEAA para acueductos municipales, creado por la CAR, asimismo el plan de ordenamiento y manejo de la Cuenca del Lago de Tota POMCA emitido por Corpoboyacá, el Esquema de ordenamiento territorial EOT, el plan de desarrollo municipal de Cúitiva Boyacá, la guía para el uso eficiente y ahorro del agua del ministerio de Ambiente, y la política Nacional para la gestión integral del recurso hídrico del viceministerio de ambiente, el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS.

**Análisis de datos**, se realizan análisis de los datos obtenidos a través de recolección de información primaria y secundaria, información que se sistematizan a través de herramientas computacionales como Microsoft Office, para posteriormente, compilar estos resultados.

**Reporte de resultados**, en esta fase se presentan los resultados del estudio los cuales responden la pregunta de investigación y los objetivos propuestos inicialmente, el cual es 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.

## 2.2 Población

En este punto se tomó como población la totalidad de los habitantes urbanos usuarios del acueducto del sector centro y de acuerdo con datos suministrados por el municipio a través de la secretaria de Sisbén municipal para el año 2019 es de 189 habitantes, distribuidos en 51 hogares distribuidos a lo largo del casco urbano. Como se muestra en la tabla 2:

**Tabla 2** proporción de habitabilidad municipio de Cuítiva

| <b>Municipio</b> | <b>Población Urbana</b> | <b>Población Rural</b> | <b>Población Total</b> | <b>Grado De Urbanización</b> |
|------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|------------------------------|
| Cuítiva          | 189 = 9,0%              | 1911 = 91,0%           | 2100                   | 9,0%                         |

*Fuente: Base de datos SISBEN municipal Cuítiva.*

## 2.3 Muestra

Esta corresponde a una proporción de individuos, que se extraen de la población, para reunir la muestra fue necesario seleccionar cuales elementos del estudio serian analizadas en este caso se realizó in muestreo por conveniencia, y tomó el 25 % de la población, y analizando los datos de esta muestra se establece la muestra como la población urbana usuarios del acueducto del sector centro, representados por el 25%, o sea 47 individuos, que conforman 12 hogares.

## **2.4 Fuentes de información**

Para su desarrollo, se emplearon fuentes de información primarios, y secundarios, y para su recolección se acudió a la alcaldía Municipal de Cuítiva, Boyacá, la empresa de servicios públicos de Cuítiva Emcuitiva S.A. E.S.P. así como sitios de internet relacionado con el desarrollo de PUEAAS y ahorro y uso eficiente del agua. De lo cual se obtuvo información y documentación para el desarrollo del proyecto.

## **2.5 Técnicas de recolección de datos**

Para la recolección de datos se aplican algunos métodos y herramientas, ello con la finalidad de recopilar información lo más exacta y válida posible, útil para la investigación.

Dentro de los métodos para la recolección de información se dividieron en dos categorías; métodos primarios, y secundarios, y se aplicaron técnicas como la reunión con grupos focales, la observación de campo, y el análisis documental.

En la técnica de reunión con grupos focales se realizaron varios encuentros, con algunos funcionarios de la alcaldía municipal de Cuítiva, asimismo con funcionarios y directivas, de la empresa de servicios públicos de Cuítiva, de lo cual se obtuvo información relevante, como muestra se anexan los formatos de reunión para recolección de información primaria, y se indica en la siguiente tabla las fuentes de información:

**Tabla 3 Fuentes de información primaria, reunión con grupos focales.**

| <b>Fuentes de información recolección de datos<br/>fuentes de información primaria<br/>reunión con grupos focales</b> |                            |   |   |
|---|----------------------------|---|---|
| <b>Entidad</b>  | <b>Nombre</b>              | <b>Función /<br/>Cargo</b>                          | <b>Documentación Información<br/>Recolectada</b>  |
| Empresa de servicios públicos de Cuítiva Emcuitiva S.A. E.S.P.  | Mónica Andrea Castellanos  | Gerente.  | Información acerca de la entidad prestadora del servicio, infraestructura, operación del acueducto.   |
| Empresa de servicios públicos de Cuítiva Emcuitiva S.A. E.S.P.  | Héctor Alfonso Vargas Mora | Asistente, Gerente                                  | documentación, número de usuarios del sistema, información de la calidad del agua, caudal promedio de la fuente abastecedora,   |
| Empresa de servicios públicos de Cuítiva Emcuitiva S.A. E.S.P.  | Marcos Antonio Barrera     | Fontanero, y operario, Acueducto sector Centro      | Visita, tanque de almacenamiento, y planta de tratamiento de agua potable, del sector centro.   |
| Alcaldía Municipio de Cuítiva   | Hugo Fernando Mesa         | Secretario de Planeación y obras Publicas Municipal | Documentación, EOT municipal, plan de desarrollo, Plan De Ordenamiento Y Manejo De La Cuenca Del Lago De Tota POMCA, COMPES 3801 De Manejo Ambiental Integral De La Cuenca Hidrográfica Del Lago De Tota entre otros. |
| Alcaldía Municipio de Cuítiva   | Íngrid Fabiola Vargas      | Administradora Sisbén Municipal                     | Información acerca demografía y población en el municipio.  |

*Fuente: El autor*

Con la técnica de observación de campo se realizó el reconocimiento de los lugares donde se desarrollan las actividades inherentes al acueducto, los datos para la recolección de esta técnica se señala la siguiente tabla:

**Tabla 4 Fuentes de información primaria observación de campo**

| <b>Fuentes de información recolección de datos<br/>fuentes de información primaria<br/>observación de campo</b> |  |
|---|--|
| <b>Entidad</b>  | <b>Documentación, información recolectada</b>  |
| Municipio de Cúitiva, Lago de Tota.   | Reconocimiento de la cuenca hidrográfica abastecedora, sistema de captación, tratamiento, y suministro de agua potable, procesos, Estado actual, elementos de distribución del sistema de abastecimiento, medidores, almacenamiento, extracción del acueducto del sector centro. |

*Fuente: El autor*

Posteriormente, en la fase de recopilación de información secundaria y a través de la técnica de análisis documental, de los archivos que se recogieron de la alcaldía municipal de Cúitiva, Boyacá, la empresa de servicios públicos del municipio de Cúitiva Emcuitiva S.A. E.S.P, y diferentes fuentes de internet, se obtuvo información de diferentes fuentes, como lo señala la subsecuente tabla:

**Tabla 5 Fuentes de información secundaria análisis documental**

| <b>Fuentes de información recolección de datos<br/>fuentes de información secundaria<br/>análisis documental</b> |  |
|--|--|
| <b>Documentación información secundaria recolectada</b>  |  |
|  | Guía para la planeación del programa de uso eficiente y ahorro del agua PUEAA para acueductos municipales, creado por la CAR |
|  | Plan de ordenamiento y manejo de la cuenca del Lago De Tota POMCA emitido por Corpoboyacá                                    |
|  | Esquema de ordenamiento territorial EOT municipio de Cúitiva   |
|  | plan de desarrollo municipio de Cúitiva Boyacá   |
|  | guía para el uso eficiente y ahorro del agua del ministerio de Ambiente  |
|  | política Nacional para la gestión integral del recurso hídrico del viceministerio de ambiente                                |
|  | Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS   |
|  | mapa de riesgo de la calidad de agua para consumo humano de la laguna de tota  |
|  | Declaración de dublín sobre el Agua y el desarrollo sostenible   |
|  | Ley 373 de 1997  |
|  | Ley 99 de 1993   |
|  | Plan de ordenación y manejo de la cuenca del Lago de Tota POMCA  |

Estudio nacional del agua  
Informe Batimetría Lago de Tota  
Gestión integral del recurso hídrico.  
Gobernanza del agua  
Cultura del agua  
Guía para el uso eficiente y ahorro del agua.  
Observatorio Colombiano de gobernanza del Agua  
Decreto 1090 de 2018  
Resolución 2115 de 2007  
COMPES 3801 de manejo ambiental integral de la cuenca hidrográfica del Lago de Tota  
Mapa de riesgo de la calidad del agua para consumo humano de la laguna de tota, fuente abastecedora del casco urbano de los municipios de Firavitoba y Cuítiva  
Afrontar la escasez de Agua  
Objetivo 6 programa de las naciones unidas para el desarrollo  
Desarrollo de los recursos hídricos  
Objetivos de desarrollo sostenible  
Decreto 2811 de 1974  
Constitución política de Colombia.  
Decreto 3102 de 1997  
Decreto 1076 de 2015  
Decreto 1575 de 2007  
Decreto 1449 de 1977  
Decreto 1541 de 1978  
Resolución 1096 de 2000  
Política nacional para la gestión integral del recurso hídrico  
Mapa de riesgo de la calidad del agua para consumo humano de la alguna de tota  
Análisis fisicoquímico agua lago de Tota  
Mapa de riesgo de la calidad del agua para consumo humano de la alguna de tota  
Guía para la elaboración del programa de uso eficiente y ahorro del Agua  
Reglamento técnico del sector de Agua potable y saneamiento básico – RAS

## 2.6 Procesamiento de la información

En esta fase con la ayuda de un equipo de cómputo, y usando un paquete de programas informáticos en este caso, Microsoft Office, se procesan los datos recopilados, dispersos, obtenidos en las diferentes fases, durante el trabajo de campo en la etapa de recolección de datos, generando como resultado los datos agrupados, a partir de los cuales se realizó el análisis de acuerdo a los objetivos de investigación, enfocado con la formulación del programa de uso eficiente y ahorro de agua PUEAA para el sistema de captación, tratamiento, y suministro de agua potable sector centro del casco urbano del municipio de Cuítiva, Boyacá.

Dentro de las variables o criterios para ordenar los datos se basó en el uso de herramientas de estadística descriptiva para lo cual se organizó la información estructurada obtenida de la información primaria, posteriormente se organiza la información no estructura obtenida de la información secundaria, consolidando la información de manera que obtuvimos la información más relevante, y a través de un análisis multivariado en el cual los datos obtenidos a través de entrevistas, y textos se organizan por medio de una estructura física-lógica y de operaciones computacionales, en las que se tabulo de manera ordenada y lógica la información.



## **Resultados y discusión**

A continuación se muestran los resultados obtenidos a través del desarrollo del proyecto aplicado de Formulación del Programa de Uso Eficiente y Ahorro de Agua PUEAA para el sistema de captación, tratamiento, y suministro de agua potable del acueducto del sector Centro, casco urbano del Municipio de Cuítiva, Boyacá.

### **3.1 Información preliminar**

El Municipio de Cuítiva se ubica en el Departamento de Boyacá, se encuentra localizado aproximadamente a 233 kilómetros de la ciudad de Bogotá y a 20 kilómetros de Sogamoso, se localiza a 5° 27' 45" latitud Este, posee altitudes que van desde los 2.727 hasta los 3.200 metros sobre el nivel medio del mar. (Mapa de Riesgo de la Calidad de Agua para consumo humano de la Laguna de Tota. 2012 P7)

El municipio es eminentemente rural con un 88%, dividido en once (11) veredas Arbolocos, Lagunitas, Cordoncillos, La Vega, Amarillos, Balcones, Boquerón, Macías, Tapias, Caracoles y Buitreros. (EOT Cuitiva.2005. p3)

### **3.2 Número de habitantes**

El municipio de Cuítiva cuenta con 2100 habitantes (que representa el 0.94% del total provincial) distribuidos en 523 hogares o núcleos familiares residentes en 523 viviendas.

**Tabla 6** Densidad poblacional

| <b><u>DENSIDAD POBLACIONAL VEREDAL</u></b> |              |               |              |                              |
|--|--------------|---------------|--------------|------------------------------|
| <b>VEREDA</b>                              | <b>TOTAL</b> | <b>HOMBRE</b> | <b>MUJER</b> | <b>%densidad poblacional</b> |
| Amarillos                                  | 108          | 53            | 55           | 5,3                          |
| Arbolocos                                  | 138          | 64            | 74           | 6,7                          |
| Balcones                                   | 76           | 33            | 43           | 3,7                          |
| Boquerón                                   | 101          | 41            | 60           | 4,9                          |
| Buitreros                                  | 454          | 225           | 229          | 22,1                         |
| Caracoles                                  | 28           | 12            | 16           | 1,4                          |
| Centro Urbano                              | 189          | 68            | 71           | 6,8                          |
| Cordoncillos                               | 94           | 51            | 43           | 4,6                          |
| La Vega                                    | 121          | 58            | 63           | 5,9                          |
| Lagunitas                                  | 197          | 104           | 93           | 9,6                          |
| Llano De Alarcón                           | 86           | 48            | 38           | 4,2                          |
| Macías                                     | 414          | 197           | 217          | 20,2                         |
| Tapias                                     | 94           | 45            | 49           | 4,6                          |
| <b>Total</b>                               | <b>2100</b>  | <b>999</b>    | <b>1051</b>  | <b>100</b>                   |

Fuente: Sisbén municipio de Cúitiva.

### 3.2.1 Alcance

Con la implementación del PUEAA se buscó plantear alternativas que permitan identificar actividades que ayuden al uso eficiente y ahorro de agua, conservar y proteger la fuente de suministro de agua, reducir las pérdidas, el mejoramiento y la sostenibilidad de los indicadores de calidad y eficiencia en la empresa de servicios públicos del municipio así como de los beneficios ambientales, financieros y operativos que pueden ser alcanzados a través de la implementación del programa, y de esta manera contribuir al uso razonable del recurso hídrico.

La formulación del programa del Uso Eficiente y Ahorro de Agua “PUEAA” suministra la gestión integral del recurso hídrico y la prestación del servicio, permitiendo el análisis de las fortalezas y las debilidades presentes en los diferentes componentes que integran el sistema, los cuales proporcionan los fundamentos indispensables para la conveniente determinación de proyectos destinados a promover acciones de progreso efectivas y con cualidades de correlación entre los aspectos estructurales, sociales y ambientales que hacen parte de la prestación de un servicio de este tipo.

### **3.3 Diagnostico**

#### **3.3.1 Área de estudio**

El municipio de Cúitiva cuenta con algunos ecosistemas estratégicos, como la laguna de Tota, complementados con actividades productivas agropecuarias y bosques que hacen de éste un territorio privilegiado. Los recursos del municipio no son explotados sustancialmente, en razón a que no se ha desarrollado el potencial turístico y productivo y a pesar de su localización posee los recursos necesarios para lograr un crecimiento sostenible.

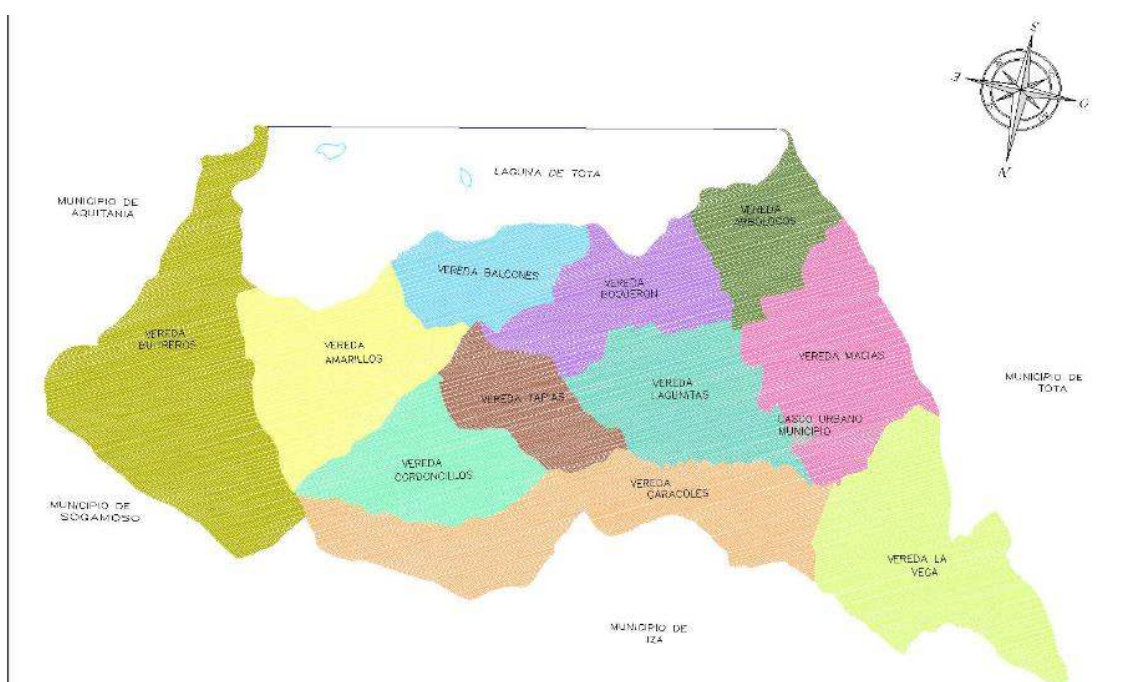
***Límites del municipio.*** Por el norte con el Municipio de Iza, por el Oriente con el Municipio de Sogamoso, por el Occidente con el Municipio de Aquitania y por el Sur con el Municipio de Tota.

#### **3.3.2 Localización georreferenciada del municipio**

El municipio de Cúitiva se enmarca en las coordenadas geográficas aproximadas 72°58'11" de Longitud y 05°34'56" de Latitud.

### 3.3.3 División política

El territorio está dividido por 11 veredas distribuidos de la siguiente manera: Amarillos con 3.6 km<sup>2</sup>, Arbolocos con 2 km<sup>2</sup>, Balcones con 5.4 km<sup>2</sup>, Boquerón, con 4.2 km<sup>2</sup>, Caracoles 4.7 km<sup>2</sup>, Centro 6.2 km<sup>2</sup>, Cordoncillos 3.9 km<sup>2</sup>, La Vega con 4.3 km<sup>2</sup>, Lagunitas 3.6 km<sup>2</sup>, Macias 4.2 km<sup>2</sup>, Tapias 1.9 km<sup>2</sup>. La siguiente imagen y cuadro muestra la división política del municipio:



**Imagen 2** Imagen División política municipio de Cúitva

Fuente: EOT Municipal.2005

**Tabla 7** Veredas municipio de Cúitva

| VEREDA       | Km2 | %   |
|--------------|-----|-----|
| Arbolocos    | 1,9 | 4,3 |
| Amarillos    | 3,5 | 8   |
| Balcones     | 1,9 | 4,3 |
| Boquerón     | 2,5 | 5,7 |
| Buitreros    | 6,5 | 15  |
| Caracoles    | 4,7 | 11  |
| Cordoncillos | 2,5 | 5,7 |
| Lagunita     | 3   | 6,8 |
| La Vega      | 4,4 | 10  |

|                 |              |             |
|-----------------|--------------|-------------|
| Macias          | 3,4          | 7,7         |
| Tapias          | 1,8          | 4           |
| Laguna De Tota  | 7,83         | 17,3        |
| <b>Subtotal</b> | <b>43,93</b> | <b>99,8</b> |
| Sector Urbano   | 3,6          | 0,2         |
| <b>Total</b>    | <b>44</b>    | <b>100</b>  |

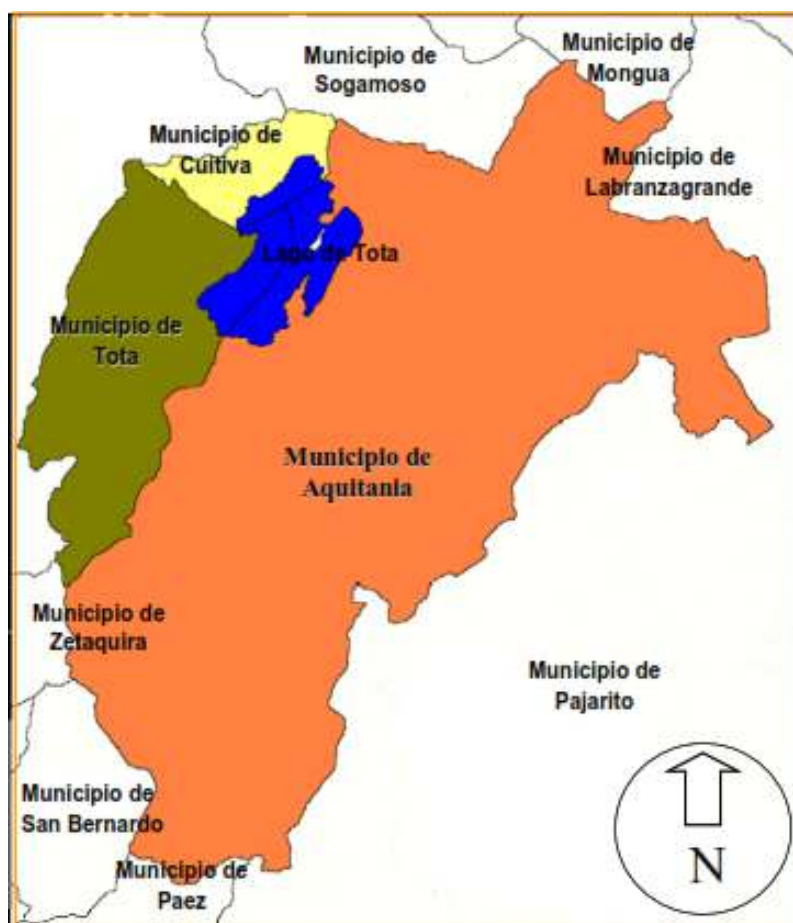
*Fuente: EOT municipio de Cúltiva*

### 3.3.4 Nacimientos y zonas protegidas

La fuente de abastecimiento para el acueducto centro, objeto del presente estudio es cuerpo hídrico de Lago de Tota. Por tal razón, a continuación, hacemos un diagnóstico de la cuenca del lago de Tota y sus microcuencas aportantes o que drenan a dicho cuerpo.

#### 3.3.4.1 Cuenca del Lago de Tota

La Cuenca Hidrográfica de la Laguna de Tota, se localiza en la provincia de Sugamuxi; limitando por el Norte con los Municipios de Sogamoso – Municipio de Mongüa y Labranzagrande; por el sur comparte con el Municipio de Pajarito y el Municipio de Páez; por el oriente con el Municipio de Pajarito y por el Occidente con el Municipio de Zetaquirá. (POMCA 2004, Corpoboyacá). Como lo señala la siguiente imagen.



**Imagen 3** Ubicación Lago de Tota  
Fuente POMCA 2004

La cuenca de Lago de Tota se encuentra dividida en 5 zonas de manejo especial de acuerdo con sus características hidrológicas y climáticas (Corpoboyacá, 2012.p 10)

### **Zona A.**

Esta zona contiene la única cabecera municipal ubicada en la cuenca del Lago de Tota y la mayoría de los cultivos de cebolla, por lo tanto, es un agua con altas demandas. La subcuenca no posee estaciones climatológicas (CO, CP Y ME) con información suficiente para llevar a cabo dicha caracterización. Por otra parte, la región se encuentra muy bien instrumentada en lo que se refiere a datos de caudales. (Corpoboyacá, 2012.p 10)

**Zona B.**

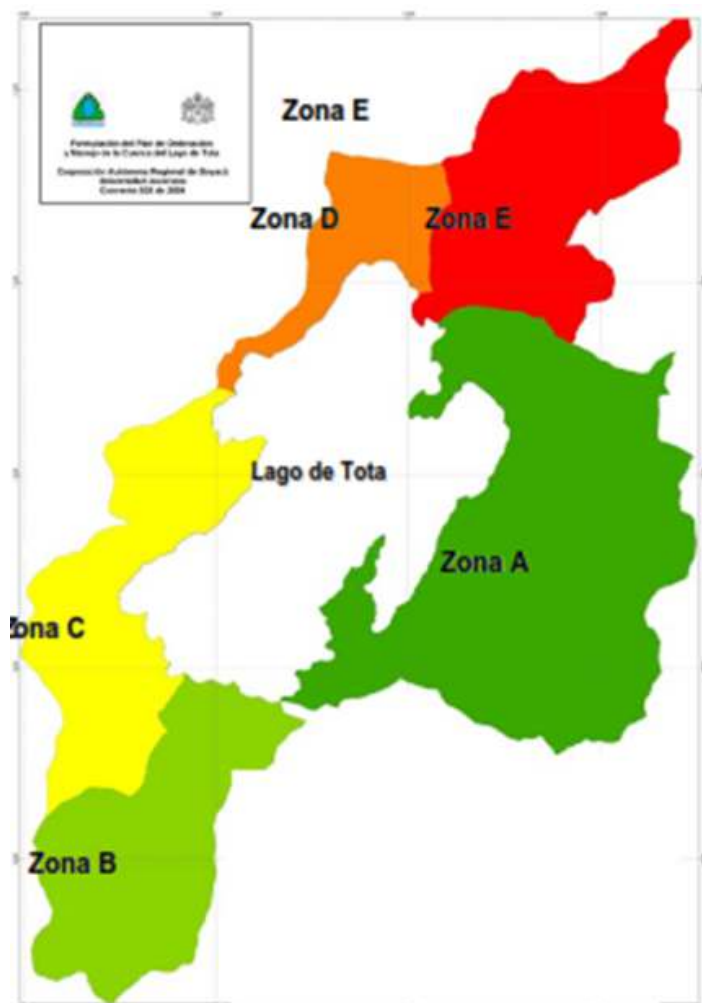
La subcuenca del Río Olarte es la más representativa de esta zona ya que comprende casi el 80% del área total de la zona C. Esta subcuenca pertenece artificialmente a la cuenca de la Laguna de Tota ya que se construyó hace más de 30 años, un canal de desviación para cumplir los requerimientos de niveles necesarios para el abastecimiento de los acueductos de Sogamoso y para la industria de Acerías Paz del Río. En un comienzo el sistema funcionaba automáticamente mediante el uso de compuertas, sin embargo, en la actualidad este sistema se encuentra deteriorado y las compuertas son operadas manualmente. (Corpoboyacá, 2012.p 10)

**Zona E.**

Está conformada por la cuenca del río Hato Laguna, el cual presenta una problemática especial en lo que se refiere a escasez de agua en periodos secos. Esto se ve reflejado en la media de la serie de caudales la cual tiene un valor bajo a pesar de los picos de caudales observados. (Corpoboyacá, 2012.p 10)

**Zona C y D.**

En esta zona, a pesar no existir cuerpos de agua se encuentra ubicada la derivación de la laguna que surte los acueductos de municipios que no pertenecen a la cuenca y también a la industria Acerías Paz del Río. Por esta razón resulta importante analizar las variables climatológicas que caracterizan esta zona. Cuenta con dos estaciones con registros importantes de precipitación (Villitas y el Túnel), con información suficiente para desarrollar un análisis de series de tiempo de la precipitación. (Corpoboyacá, 2012.p 11). La siguiente imagen muestra las zonas de manejo especial de acuerdo con sus características.



**Imagen 4** Zonificación cuenca lago de Tota

Fuente: POMCA del Lago de Tota. 2004

### 3.3.4.2 Distribución de microcuenca

Para desarrollar un diagnóstico hidrológico de las microcuencas, se agruparon en 5 áreas de manejo especial que se representan de acuerdo con el color de la Imagen 6, esta división se hizo en el Estudio de Manejo y Conservación de la Laguna de Tota y su Cuenca según información del POMCA del Lago de Tota. 2004. En la tabla se muestran todas las subcuencas, su área en km y la respectiva zona en la que se encuentra agrupada:

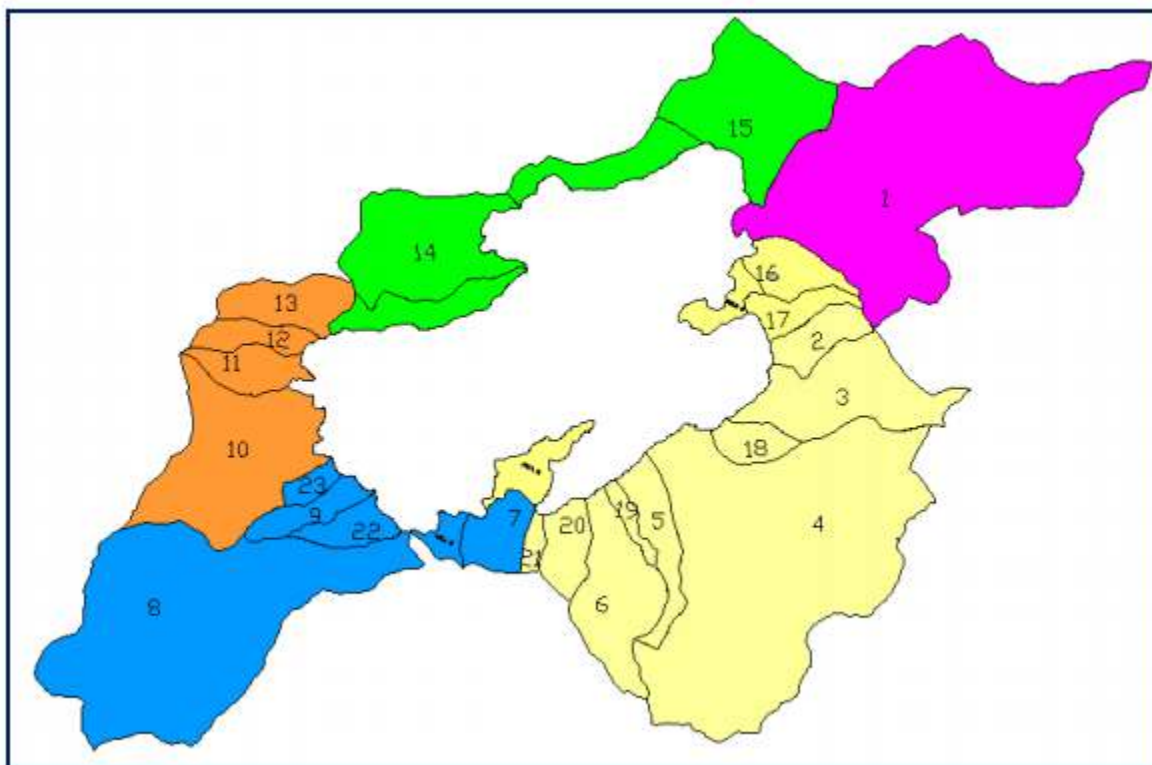


**Tabla 8** Subcuencas municipio de Cúitiva

| <b>Nombre</b>      | <b>AREA (Km2)</b> | <b>ZONA</b> |
|--------------------|-------------------|-------------|
| Q. Los Corrales    | 2,08              | A           |
| Q. Los Pozos       | 7,2               | A           |
| R. Tobal           | 32,65             | A           |
| Cda. Sama          | 1,55              | A           |
| Q. La Mugre        | 2,88              | A           |
| Q. Intermedia      | 0,7               | A           |
| Q. Aguas Blancas   | 6,09              | A           |
| Cda. Lemus         | 2,14              | A           |
| El Manzano         | 0,59              | A           |
| Q. Mojan           | 2,3               | A           |
| Q. Savia           | 1,64              | A           |
| Islas              | 1,26              | A           |
| Islas              | 0,38              | A           |
| Islas              | 1,87              | A           |
| Islas              | 0,84              | A           |
| Q. Ajjes           | 2,33              | B           |
| Q. Zapatero        | 0,81              | B           |
| Q. Hatoviejo       | 1,79              | B           |
| Q. San Antonio     | 1,67              | B           |
| R. Olarte          | 25,24             | B           |
| Q. Salitre         | 8,82              | C           |
| Al lado de salitre | 3,08              | C           |
| Q. Guaquira        | 7,97              | C           |
| Túnel              | 2,74              | D           |
| Q. Casasia         | 3,2               | D           |
| Q. Donsiquira      | 1,71              | D           |
| Q. Arrayanes       | 2,48              | D           |
| Q. Guayachal       | 11,02             | D           |
| R. Hato laguna     | 30,76             | E           |
| Espejo de agua     | 55,96             | Lago        |
| <b>TOTAL</b>       | <b>223,75</b>     |             |

Fuente: POMCA del Lago de Tota. 2004

A continuación, esta imagen nos muestra la distribución de la microcuenca.



**Imagen 5** Distribución de microcuencas

Fuente: POMCA del Lago de Tota. 2004

**Tabla 9** Distribución de microcuencas

| ID | CORRIENTE CUENCA | ID | CORRIENTE CUENCA |
|----|------------------|----|------------------|
| 1  | R. Hato laguna   | 13 | Q. Casasia       |
| 2  | Q. Los Corrales  | 14 | Q. Guaquira      |
| 3  | Q. Los Pozos     | 15 | Q. Salitre       |
| 4  | R. Tobal         | 16 | Q. Mojan         |
| 5  | Q. La Mugre      | 17 | Q. Savia         |
| 6  | Q. Aguas Blancas | 18 | Cda. Sama        |
| 7  | Q. Ajies         | 19 | Q. Intermedia    |
| 8  | R. Olarte        | 20 | Cda. Lemus       |
| 9  | Q. Hato Viejo    | 21 | Q. El Manzano    |
| 10 | Q. Guayachal     | 22 | Q. San Antonio   |
| 11 | Q. Arrayanes     | 23 | Q. Zapatero      |
| 12 | Q. Donsiquira    |    |                  |

**Imagen 6** Distribución de microcuencas

Fuente: POMCA del Lago de Tota. 2004

### 3.3.4.3 Uso del suelo del área de la cuenca fuente abastecedora

De acuerdo con la clasificación por zonas de la cuenca de la Laguna de Tota, se identifican componentes topográficos, medios acuáticos, suelo, y cobertura vegetal que establecen el sistema de producción presente en cada zona. Cada subcuenca pertenece a una zona de manejo especial.

Los cultivos comerciales incluyen cebolla (*Allium fusiforme*), papa de año (*Solanum tuberosum*), papa criolla (*Solanum phureja*), habas (*Vicia faba*) y arveja (*Pisum sativum*). En cuanto a la rotación de cultivos, la cebolla, por lo general, no se alterna con otros cultivos. En el caso de que suceda, se rota con zanahoria (*Daucus carotta*) e incluso se asocia con haba y arveja. El trigo es el cultivo de elección para hacer rotación en las zonas en donde la papa es el principal cultivo comercial. La papa, las habas y la arveja, son cultivos que se rotan entre sí. (POMCA. 2005. P4)

Dentro de los cultivos de pan coger se encuentran las rubas, las habias, nabos (*Brassica campestris*), y en una proporción no significativa, el maíz (*Zea mays*). Las hortalizas se cultivan en baja proporción sin presentarse un comportamiento de siembra claro. La información recolectada sugiere que son cultivos que responden a la preferencia alimenticia de los cultivadores. (POMCA. 2005. P4)

**Producción pecuaria.** La actividad pecuaria se realiza principalmente con bovinos y ovinos con claros propósitos comerciales. Igualmente se hace producción con cerdos, conejos y aves de corral, con propósito de consumo familiar, aunque la venta de estos animales y de sus productos se usa para aumentar el ingreso familiar y sostener los cultivos comerciales. Esta actividad no

esta tecnificada y no dispone de asesoría técnica sistemática, como en el caso de los cultivos.

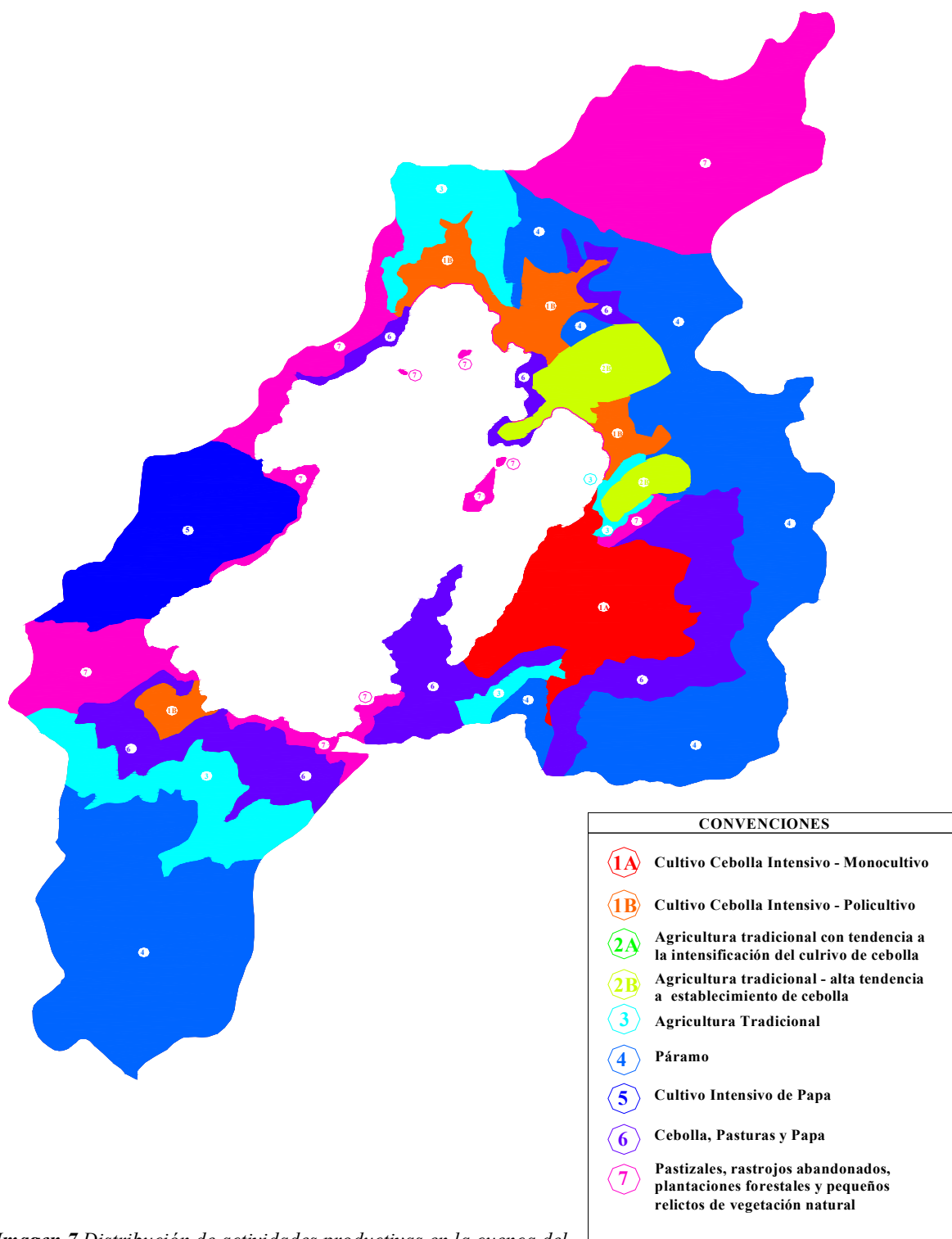
(POMCA. 2005. P4)

Los bovinos y los ovinos están principalmente en las zonas de ladera en pasturas de Kikuyu. Las praderas no se establecen con propósitos de producción pecuaria, sino que se consideran zonas de descanso de cultivos (barbecho) y se aprovecha la producción forrajera para soportar una producción pecuaria extensiva. En las zonas de páramo, las praderas son el cultivo dominante y hacen de la ganadería bovina extensiva, el sistema predominante. (POMCA. 2005. P4)

Teniendo en cuenta las actividades productivas más importantes, desarrolladas en la cuenca de la Laguna de Tota y la Incidencia tanto en calidad del agua como en la disponibilidad del recurso, de acuerdo con información del POMCA del lago de tota 2004, a continuación, se clasifican y se distribuyen seis tipos de actividades agropecuarias presentes:

- Cultivo intensivo de cebolla larga
- Agricultura de policultivo con alta incidencia al cultivo de la cebolla
- Agricultura de policultivo
- Producción de páramo
- Cultivo intensivo de papá
- Cultivo de cebolla larga, papa y pasto

La siguiente imagen nos muestra la distribución de actividades productivas.



**Imagen 7** Distribución de actividades productivas en la cuenca del .

Fuente: POMCA lago de Tota 2004

**Problemática.** En el mes de enero existe una fuerte presión sobre el recurso hídrico en todas las zonas siendo mucho más grave en las zonas A, B y C. Esto denota una urgencia máxima del ordenamiento de la oferta y la demanda a través de mecanismos que regulen la demanda agrícola que es la que tiene más influencia sobre la demanda. En estos casos la baja disponibilidad de agua puede constituir un factor limitador del desarrollo económico en escenarios futuros. (CONPES 3801 de 2014. POMCA del Lago de Tota 2014, Corpoboyacá)

En la Zona A, se presenta la existencia de una gran extensión de áreas de cultivo intensivo de cebolla en las regiones cercanas a la laguna. El problema se agrava ya que en esta región se encuentra ubicada la mayor parte de la población de la cuenca (40%). Esto deriva en la proliferación de mangueras conectadas directamente a la laguna, las cuales permiten mitigar el problema y por otro lado aumentan el uso desmedido de agua, ya que esta no tiene ningún costo. (CONPES 3801 de 2014. POMCA del Lago de Tota 2014, Corpoboyacá)

**Sector centro** Para el sector Centro se cuenta con una concesión de aguas otorgada mediante la resolución número 1539 del 13 de junio de 2012, por la cual reglamenta el uso del recurso hídrico de las corrientes pertenecientes a las microcuencas Los Pozos, Hato laguna, Olarte y Tobal, todas afluentes del Lago de Tota. Para el caso del acueducto del sector Centro, solo se abastece de una corriente perteneciente a la cuenca, debido a la cantidad de habitantes suscritos al acueducto no es necesario abastecerse de otras fuentes hídricas, razón por la cual el recurso que el acueducto proviene de una sola corriente específica. A continuación, se evidencia el punto de captación del agua:



**Imagen 8** Imagen punto de captación

Fuente: El Autor

#### 3.3.4.4 Georreferenciación del punto de captación

A continuación, la tabla 10, e imagen satelital, señalan la ubicación del punto de captación.

**Tabla 10** Georreferenciación del punto de captación (Coordenadas Magna Sirgas)

| Latitud    | Longitud    |
|------------|-------------|
| 5°34'23.0" | 72°56'39.7" |

Fuente: El Autor



**Imagen 9** Georreferenciación del punto de captación

Fuente: Google Earth

**Punto de captación.** El punto de captación de agua se encuentra en una infraestructura denominada el túnel compuesto por canales y bocatomas, operado Actualmente por Coservicios S.A. el cual drena de manera artificial el agua para abastecer las cabeceras municipales de Sogamoso, Iza, Firavitoba, Tota, y Cuítiva.

**Características del medio.** En los alrededores del punto de captación se encuentran cultivos de papa y cebolla, la población del sector se dedica a la ganadería por lo que también se encuentran este tipo de animales en sus alrededores.

El principal uso de los suelos de la zona sobre todo en la parte baja pertenece a actividades agropecuarias como crianza y lévate de ganado ovino, y caprino, así como cultivos de cebolla, papa, arveja, haba, entre otras legumbres, mientras que en la parte superior del punto de captación se puede observar zonas con bosques, también se encuentra una carretera la cual comunica el casco urbano del municipio con diferentes veredas del municipio.

#### **3.3.4.5 Descripción de las microcuencas abastecedoras**

El sector centro cuenta con una extensión de 3,6 Km<sup>2</sup>, se ubica en la vereda de Macías, y limita con la vereda Caracoles, y la vega. “Las entradas de agua al Lago de Tota provienen principalmente de Aquitania, que aporta al Lago 4,63 m<sup>3</sup> /s, seguido de Tota con 0,132 m<sup>3</sup> /s y Cuítiva con 0,03 m<sup>3</sup> /s. Las fuentes principales con aportes al Lago de Tota” (COMPES.2014. p16)

Como se muestra en la siguiente tabla:



**Tabla 11** Aporte de agua al Lago de Tota

| <b>Fuente Hidrica</b> | <b>Aporte (m3/sg)</b> |
|-----------------------|-----------------------|
| Rio Olarte            | 2,08                  |
| Rio Tobal             | 1,59                  |
| Hato Laguna           | 0,58                  |
| Los pozos             | 0,25                  |
| El Mugre              | 0,12                  |
| El Manzano            | 0,01                  |

Fuente: COMPES.2014. p16

Las microcuencas de las cuales se tiene la concesión de aguas son: Los pozos, Hato laguna, Olarte y Tobal y sus corrientes, todas afluentes al Lago de Tota.

### 3.3.5 Oferta hídrica de la fuente

La microcuenca que aporta el mayor volumen de agua es la del río Olarte, la cual cuenta con un canal de desagüe, con el fin de regular el agua que entra en el lago de acuerdo con la precipitación. Así, si la precipitación es baja, el agua del río Olarte se vierte en el lago y si esta es alta, sigue hacia el río Upía. (Conpes 3801 de 2014)

*En la siguiente tabla se muestran las principales fuentes aportantes de agua al lago.*

**Tabla 12** Principales aportantes de agua al Lago de Tota

| <b>Fuente hídrica</b> | <b>Aporte (m3/seg.)</b> |
|-----------------------|-------------------------|
| Rio Olarte            | 0,66                    |
| Las Cintas            | 0,48                    |
| Los Pozos             | 0,27                    |
| El Mugre              | 0,12                    |
| El Manzano            | 0,01                    |

Fuente: Ideam 2014.

A continuación, se describen las cuatro principales cuencas que aportan a la Laguna de Tota, y de las cuales se tiene información disponible, por parte del Ideam:

***Rio Olarte.*** Se ubica en el “municipio de Aquitania, parte sur del Lago de Tota, cuenta con un área de drenaje de 207,0 km<sup>2</sup>; la distribución de los caudales en esta parte de la cuenca del Lago de Tota para el período 1968-2012, es de tipo monomodal, característica del régimen de la Orinoquia, en donde los meses altos se presentan entre Julio y agosto, destacándose de manera especial valores altos en el mes de julio. El caudal medio mensual multianual estimado para el río Olarte es 0,66 m<sup>3</sup>/s, y caudal máximo instantáneo es 4,87 m<sup>3</sup>/s.” (Estudio de Batimetría Lago de Tota-Ideam 2014 p32).

***Quebrada las Cintas.*** Se ubica en el municipio de Aquitania, parte norte del Lago de Tota, cuenta con un área de drenaje de 34,0 km<sup>2</sup>; la distribución de los caudales en esta parte de la cuenca del Lago de Tota para el período 1971-2012 es mas de tipo bimodal, característica del régimen de la región Andina, en donde los meses altos se presentan entre agosto y noviembre. El caudal medio mensual multianual estimado para la quebrada 0,48 m<sup>3</sup>/s. /s,y caudal máximo instantáneo es 2,70 m<sup>3</sup>/s. (Estudio de Batimetría Lago de Tota-Ideam 2014 p32)

***Quebrada los Pozos.*** Se ubica en el municipio de Aquitania, parte norte del Lago de Tota, cuenta con un área de drenaje de 6,0 km<sup>2</sup>, la distribución de los caudales en esta parte de la cuenca del Lago para el período 1971-2012, es de tipo bimodal, en donde los meses altos se presentan entre junio y octubre. El caudal medio mensual multianual estimado para la quebrada 0,27 m<sup>3</sup>/s y caudal máximo instantáneo es 1,81 m<sup>3</sup>/s. (Estudio de Batimetría Lago de Tota-Ideam 2014 p33)

**Rio el Tobal.** Según un estudio del Compes 3801 del año 2914, se estableció que el Rio el Tobal aporta un caudal medio de 1,59 m<sup>3</sup>/s, sin embargo, en la actualidad, el IDEAM no lo contempla como uno de los principales aportantes.

### 3.3.5.1 Climatología

En la siguiente tabla, “se presenta la relación de las estaciones climatológicas principales identificada dentro y/o cerca de la zona del estudio” y “en el cuadro antes mencionado se describe el código de la estación, la categoría, las coordenadas geográficas, la elevación, la corriente o cuenca y el municipio donde se encuentran. (Estudio de Batimetría Lago de Tota- Ideam 2014)

**Tabla 13** Estaciones climatológicas utilizadas

| Estación            | Código   | Tipo | Coordenadas |         | Elevación<br>m.s.n.m | Corriente     | Municipio |
|---------------------|----------|------|-------------|---------|----------------------|---------------|-----------|
|                     |          |      | Norte       | Este    |                      |               |           |
| <b>Toquilla</b>     | 35190020 | PM   | 5°31'       | 72° 42' | 2.690                | Cusiana       | Aquitania |
| <b>Cintas</b>       | 35190010 | PG   | 5° 36'      | 72°52'  | 3.400                | Q. Las Cintas | Sogamoso  |
| <b>Guamo</b>        | 35090070 | PM   | 5°22'       | 72°55'  | 2.575                | Upia          | Aquitania |
| <b>Potrerito</b>    | 35095050 | ME   | 5°29'       | 72°57'  | 3.225                | Olarte        | Aquitania |
| <b>Las Villitas</b> | 35095080 | ME   | 5° 37'      | 72° 55' | 3.150                | Q. El Salitre | Aquitania |
| <b>Tunguavita</b>   | 24035170 | AM   | 5° 44'      | 73° 06' | 2.470                | Salitre       | Paipa     |
| <b>El Crucero</b>   | 24030760 | PM   | 5° 38'      | 72°55'  | 3.225                | Chicamocha    | Sogamoso  |
| <b>El Túnel</b>     | 35095030 | CO   | 5° 34'      | 72° 52' | 3.000                | Lago de Tota  | Cúitiva   |
| <b>Tota</b>         | 35095060 | ME   | 5° 34'      | 72° 59' | 2.900                | Tota          | Tota      |

Fuente: batimetría lago de Tota, Ideam 2014

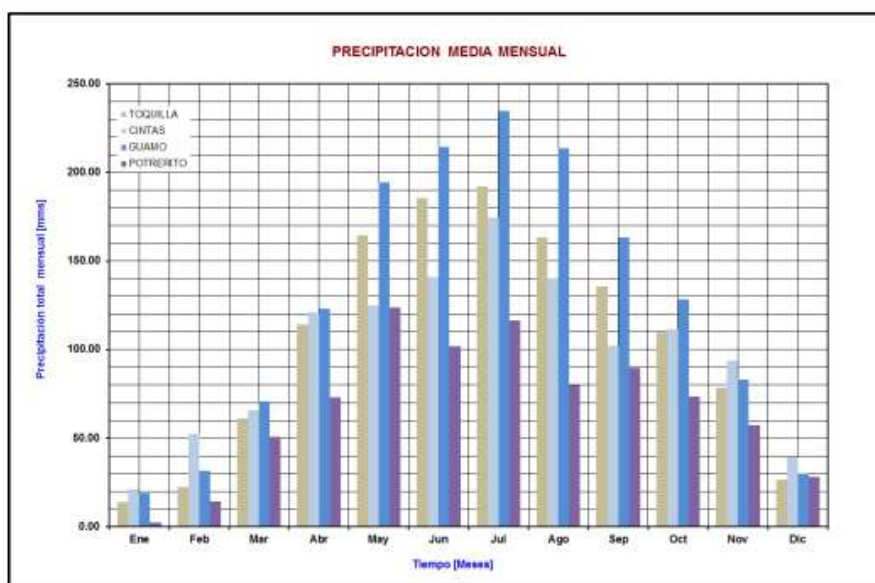
**Precipitación.** Los resultados obtenidos se muestran en gráficas comparativas que nos permiten encontrar diferencias en cuanto a tendencias, máximos y mínimos. A continuación, en la tabla 13 se muestran los resultados de precipitaciones por estación, los que se dividieron en dos gráficas de acuerdo a la forma de las distribuciones. (*Estudio de Batimetría Lago de Tota-Ideam 2014*).

**Tabla 14** Valores totales mensuales multianuales de precipitación (mm)

| Estación  | Ene  | Feb  | Mar  | Abr   | May   | Jun   | Jul   | Ago   | Sep   | Oct   | Nov  | Dic  | Valor Anual |
|-----------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------------|
| Toquilla  | 13,8 | 22,6 | 61,3 | 114,2 | 164,5 | 185,7 | 191,9 | 163,3 | 135,8 | 109,4 | 78,3 | 26,6 | 1267,4      |
| Cintas    | 21,4 | 52,2 | 65,6 | 121   | 124,8 | 141   | 174,6 | 140,1 | 102,1 | 111,4 | 93,7 | 39,4 | 1187,3      |
| Guamo     | 19   | 31,8 | 70,6 | 123   | 194,4 | 214,5 | 243,5 | 213,7 | 163,2 | 128,4 | 83,2 | 30,2 | 1506,5      |
| Potrerito | 2,4  | 14,4 | 51   | 72,9  | 123,9 | 102   | 116,6 | 79,8  | 89,4  | 73,3  | 57,3 | 28,2 | 811,2       |
| PROMEDIO  | 14,2 | 30,3 | 62,1 | 107,8 | 151,9 | 160,8 | 179,4 | 149,2 | 122,6 | 105,6 | 78,1 | 31,1 | 1193,1      |

Fuente: batimetría lago de Tota, IDEAM 2014

Estas estaciones presentan un comportamiento denominado monomodal con precipitaciones máximas entre los meses entre junio y julio, con precipitaciones máximas que van desde los 234,5 mm registrados en la estación de Guamo para el mes de Julio y 214,5 mm para el mes de junio, también registrados en la misma estación. Y se observan que las menores precipitaciones son en los meses de enero y febrero. Como lo indican la tabla 14, y siguientes imágenes.



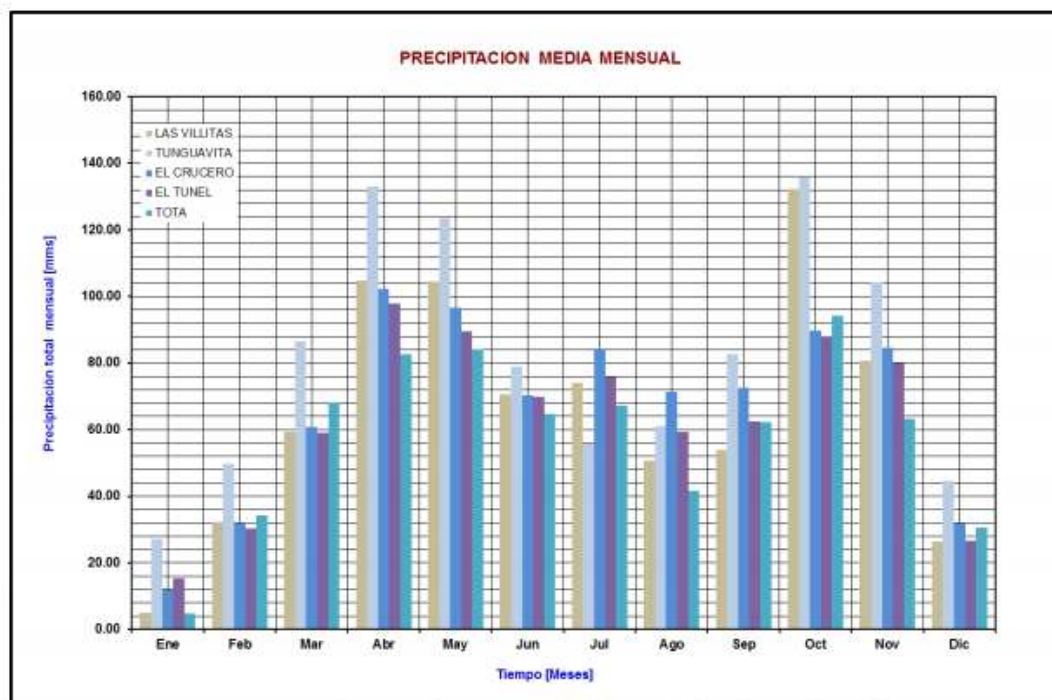
*Imagen II* Precipitación media mensual régimen monomodal

Fuente: batimetría lago de Tota, IDEAM. 2014

*Tabla 15* Valores totales mensuales de precipitación (mm) (Bimodales)

| Estación        | Ene  | Feb  | Mar  | Abr   | May   | Jun  | Jul  | Ago  | Sep  | Oct   | Nov   | Dic  | Valor Anual |
|-----------------|------|------|------|-------|-------|------|------|------|------|-------|-------|------|-------------|
| <b>Villitas</b> | 5    | 32,3 | 59,3 | 104,7 | 104,4 | 70,7 | 74   | 50,8 | 53,8 | 132,3 | 80,7  | 26,5 | 794,5       |
| <b>Tunguavi</b> | 27,2 | 49,8 | 86,6 | 132,9 | 123,3 | 78,9 | 55,6 | 61,1 | 82,7 | 135,7 | 104,2 | 44,6 | 982,6       |
| <b>Crucero</b>  | 12   | 31,8 | 60,8 | 102,2 | 96,7  | 70,3 | 84,3 | 71,4 | 72,6 | 89,7  | 84,7  | 31,7 | 808,2       |
| <b>El Túnel</b> | 15,3 | 30,3 | 59,1 | 97,8  | 89,6  | 69,8 | 75,8 | 59,2 | 62,4 | 87,5  | 80    | 26,6 | 753,4       |
| <b>Tota</b>     | 4,8  | 34,2 | 68,1 | 82,6  | 84,2  | 64,7 | 67,1 | 41,6 | 62,2 | 94,2  | 63,3  | 30,5 | 697,5       |
| <b>Promedio</b> | 14,8 | 36,5 | 68,7 | 103,9 | 98,5  | 70,9 | 70,7 | 58,3 | 70   | 102,8 | 83,1  | 33,4 | 810,4       |

Fuente: batimetría lago de Tota, IDEAM 2014



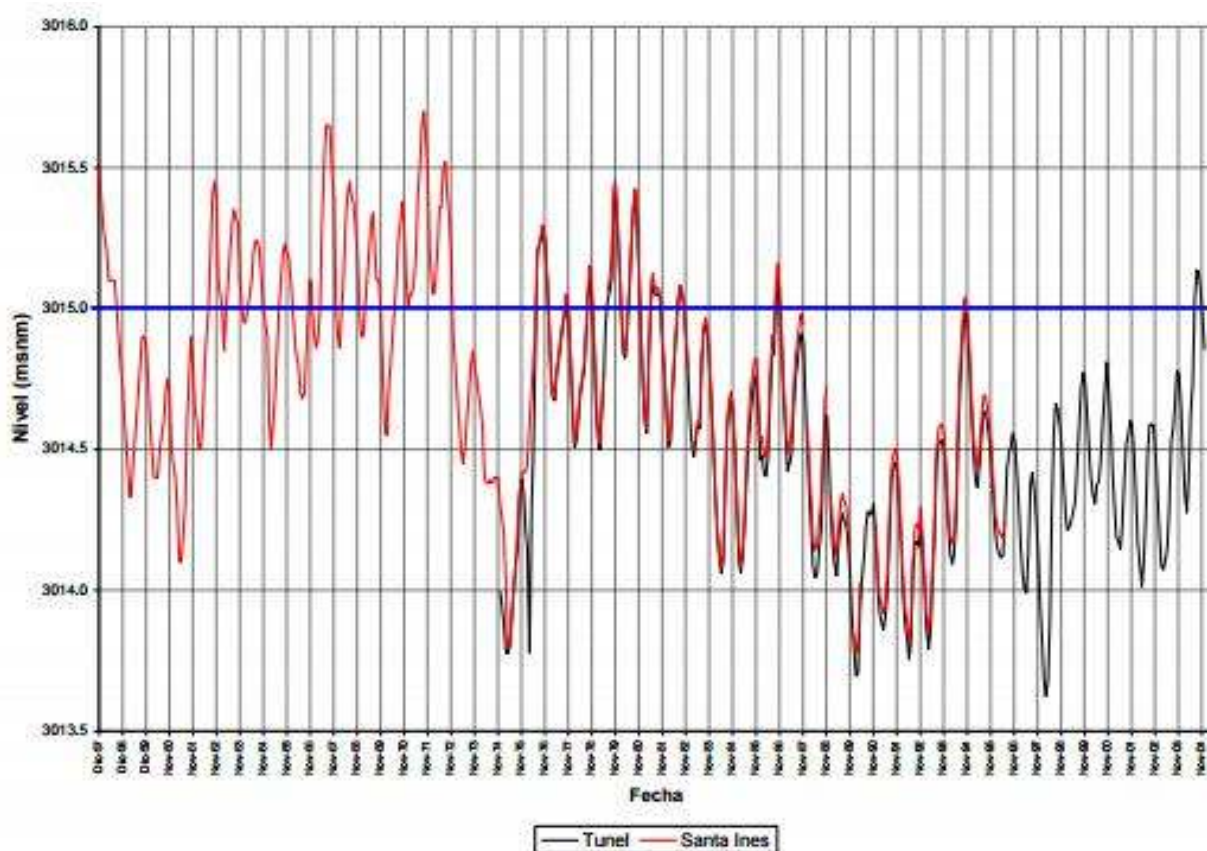
**Imagen 10** Precipitación media mensual régimen bimodal

Fuente: batimetría lago de Tota, IDEAM 2015

### 3.3.5.2 Niveles Lago de Tota

Desde 1958 hasta el presente se ha llevado a cabo un registro continuo de niveles en el lago (niveles medios, máximos y mínimos). Para efectos de este análisis se evaluaron los niveles medios mensuales obtenidos a partir del estudio de batimetría lago de Tota, (Estudio de Batimetría Lago de Tota-Ideam 2014 p33).

El cual muestra una recopilación de niveles, esta serie se completó con los datos de mediciones de niveles dados por Corpoboyacá. La serie de niveles del lago consultada fue la que muestra la imagen 12

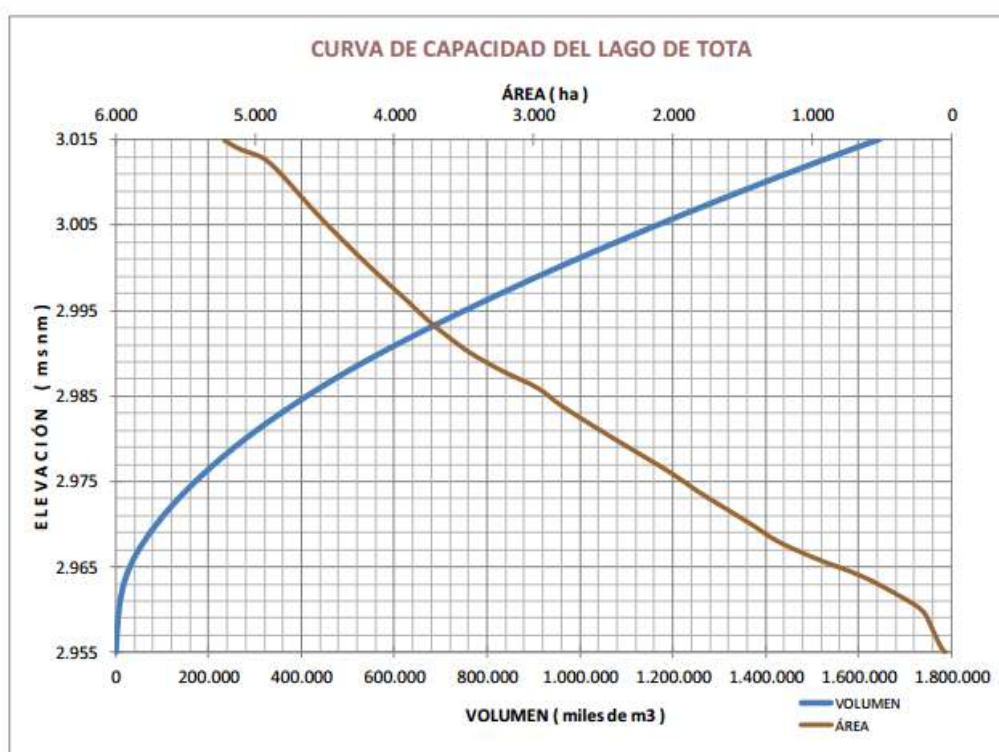


**Imagen 12** Niveles del Lago de Tota

Fuente: batimetría lago de Tota, IDEAM. 2014

Se puede observar en la serie de datos la línea de la cota 3015 (línea azul) y los niveles máximos y mínimos históricos de la serie que equivalen a 3015.70 y 3013.69 respectivamente. Por otra parte, es fácil darse cuenta de la tendencia de los niveles del lago a descender a partir de 1987, pero es imposible determinar hasta cuándo va a llegar esa tendencia con la información disponible. (Estudio de Batimetría Lago de Tota-Ideam 2014 p33).

**Curva de capacidad del lago de Tota.** Utilizando los resultados de los levantamientos batimétricos realizado con mediciones de correntometría Doppler (ADCP), se construyó la curva de capacidad del lago que representa, para cada nivel de la superficie del agua, el volumen total embalsado (*Estudio de Batimetría Lago de Tota-Ideam 2014 p39*), como a continuación lo muestra la imagen 13



**Imagen 11** Curva de capacidad del Lago de Tota

Fuente: batimetría lago de Tota, IDEAM. 2014

Las condiciones topográficas y de relieve en el lago, permiten crear un embalse por lo menos hasta la cota 3.015 m.s.n.m. que corresponde a la ubicación de un vertedero del lago al Río Olarte. La máxima capacidad de almacenamiento del lago es de 1.650 Mm<sup>3</sup> con el Nivel de Aguas Máximas Ordinario en la cota 3.015 m.s.n.m (*Estudio de Batimetría Lago de Tota-Ideam 2014 p39*).



Por otro lado, con relación a amenazas por inundación o sequía es de resaltar que el Lago de Tota presenta niveles e inundaciones más altos entre los meses de abril y octubre. Los aportes del río Olarte al Lago de Tota son indispensables para que este no pierda sus niveles de operación y se puedan compensar las salidas y entradas al lago. En época de verano los niveles descienden en promedio 0,56 m, aunque se han presentado años con descensos de 0,93 m y 1,5 m. Así mismo, en la época de invierno el lago ha ascendido en promedio 0,55 m. Sin embargo, se han presentado incrementos del nivel hasta de 1,46 m. (Compes.2014 p16).

En general, debido a que las microcuencas aportantes son de un tamaño pequeño, los aportes promedios de caudal por cada una de ellas no superan 1m<sup>3</sup>/seg. Según la curva de capacidad de almacenamiento del lago a la cota máxima del lago de 3015 msnm, el volumen máximo almacenado esta del orden de 1.650 Mm<sup>3</sup> (Estudio de Batimetría Lago de Tota-Ideam 2014 p39).

Durante de levantamiento de la batimetría, se encontraron profundidades máximas cercanas a los 65.5 metros de profundidad, localizadas estas muy cercanas al sector de “ Playa Blanca” De acuerdo con lo anterior se puede decir que el volumen de almacenamiento de agua del Lago de Tota (1.650 Mm<sup>3</sup>) cercano al volúmen que almacena el Embalse de Betania (1.900 Mm<sup>3</sup>), localizada en el departamento del Huila. (Estudio de Batimetría Lago de Tota-Ideam 2014 p40).

### **3.3.6 Demanda hídrica**

Para el consumo doméstico, el Municipio de Cuítiva cuenta con 7 acueductos al servicio de la comunidad, de los cuales seis son rurales y uno para el casco urbano sector centro, los

cuales tienen punto de captación de la laguna de Tota, en el sector el Túnel, y la línea dos de Coservicios. El presente estudio hace mención a uno de ellos y corresponde al sector Centro.

A continuación, la tabla 15 hace referencia a los datos y usuarios del servicio de acueducto:

**Tabla 16** Usuarios servicio de acueducto

| ACUEDUCTO                       | CENTRO                       |                     |
|---------------------------------|------------------------------|---------------------|
| <b>GEOREFERENCIACION</b>        | <b>LATITUD</b>               | <b>LONGITUD</b>     |
| <b>Bocatoma</b>                 | 5°34'23.0"                   | 72°56'39.7"         |
| <b>PTAP</b>                     | <b>5°34'50.40"</b>           | <b>72°57'48.22"</b> |
| <b>No. Resolución Concesión</b> | 1539 del 13 de junio de 2012 |                     |
| <b>Usuarios</b>                 | 189                          |                     |
| <b>Centros educativos</b>       | 2                            |                     |
| <b>Centros de salud</b>         | 1                            |                     |
| <b>Entidades oficiales</b>      | 2                            |                     |
| <b>Subtotal</b>                 | 194                          |                     |
| <b>Cobertura</b>                | 98,00%                       |                     |

*Fuente: Plan de desarrollo municipal de Cúltiva.*

### 3.3.7 Balance hídrico

En conjunto, el Lago de Tota cuenta con la capacidad para abastecer el acueducto del sector Centro. Sin embargo, se establece en base a la información disponible que el Lago de Tota presenta índices de Escases altos en los meses de diciembre, enero, febrero, y marzo, para usos agrícolas y/o pecuarios con relación a toda la cuenca. El Índice de escases baja a un 0% como es normal en el periodo de mayo a Agosto, que es el periodo de lluvias.

### 3.3.8 Inventario de infraestructura hidráulica del acueducto

A continuación, se realiza un diagnóstico del estado y funcionamiento de las estructuras que componen el sistema el cual está compuesto por los sistemas de captación, almacenamiento, conducción, distribución, macro y micro medición.

#### 3.3.8.1 Sistema de acueducto sector centro

##### 3.3.8.1.1 Captación

El punto de captación de agua se encuentra en una infraestructura denominada el Túnel, compuesto por un canal, y una bocatoma lateral en concreto formado por una caja de 1,5m por 1,5m, y una profundidad de 2,5 m, que además cumple una función de separación de materiales sólidos, el cual drena por gravedad el agua del Lago de Tota, este es operado Actualmente por Coservicios S.A. del cual hay una derivación de 3", concesionada por Corpoboyacá, para el acueducto del centro del municipio de Cuítiva. Este punto de captación se localiza a orillas del lago de Tota, en la vereda Macías del Municipio de Cuítiva en las coordenadas 5°34'23.0"N 72°56'39.7"E. A una altura de 3.037 msnm. Su estado general es bueno, como lo muestra la imagen 14.

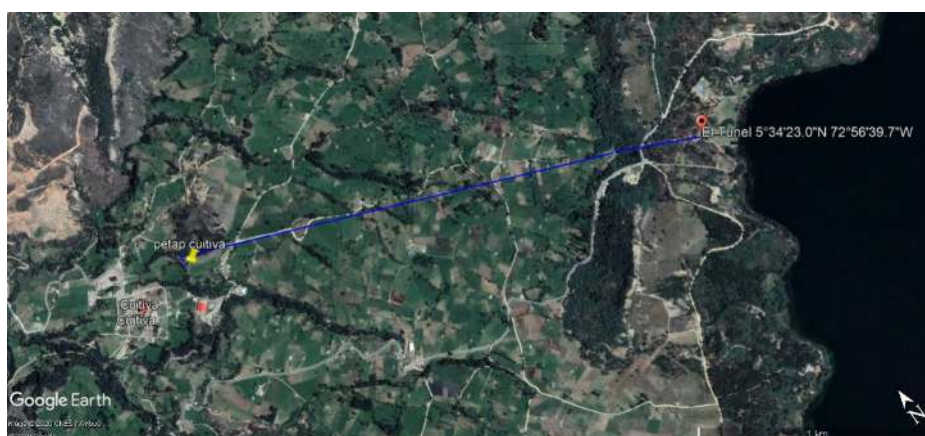


**Imagen 12** Captación el Túnel Lago de Tota.

Fuente: El Autor.

### 3.3.8.1.2 Aducción

El agua se transporta desde la captación hasta La planta de tratamiento de agua potable PTAP, mediante abastecimiento de agua por gravedad, a través de tubería de 3” y 2 Km de largo aproximadamente, su estado general es bueno, a continuación, la siguiente imagen satelital, muestra la ubicación del punto de captación, línea de aducción hasta la PTAP.



**Imagen 13** Aducción el Túnel Lago de Tota, Ptap Centro

Fuente: Google Earth

### 3.3.8.1.3 Tratamiento

El agua llega a la planta de tratamiento, que corresponde a una plata compacta, construida e instalada en el año 2010. Consta de 2 unidades de filtración en su orden: filtro de arena y filtro de carbón activado, y un proceso de desinfección con hipoclorito de calcio, por inyección en la tubería antes de la llegada al tanque de almacenamiento, La tubería que conecta los diferentes subsistemas de la planta es en PVC de 2” pulgadas. Su estado general es bueno, y se evidencia mantenimiento constante. Se ubica en las coordenadas 5°34'50.40"N 72°57'48.22"E. A continuación, la imagen 15, se muestra la PTAP del acueducto del sector centro.

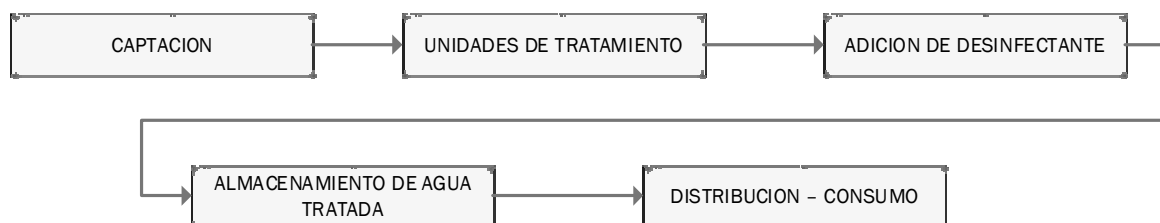


**Imagen 14** PTAP Acueducto del sector centro

Fuente: El Autor.

A continuación, la tabla 15 muestra el esquema de tratamiento de la PTAP, del acueducto del sector centro.

**Tabla 17** Esquema general de tratamiento



Fuente: El Autor.

#### 3.3.8.1.4 Almacenamiento

Antes de la llegada a la etapa de tratamiento, el agua es transportada desde la captación hasta la planta de tratamiento PETAP Donde es tratada, y posteriormente se dispone en un tanque de almacenamiento en concreto con una capacidad de 65 M3, desde allí se realiza la distribución

al usuario, Su estado general es bueno y se observa un mantenimiento reciente, como se observa en las siguientes imágenes:



**Imagen 15** Tanque de almacenamiento Acueducto Centro

Fuente: El Autor.

#### **3.3.8.1.5 Macromedición y micromedición**

El sistema de acueducto no cuenta actualmente con sistemas y/o equipos de macromedición. Sin embargo, se cuenta con equipos de micromedición, Pero al no existir macromedición no es posible cuantificar las pérdidas en el sistema.

#### **3.3.8.1.6 Red de distribución**

El servicio de acueducto tiene una cobertura aproximada de 100%, con una red de distribución de diferentes diámetros desde 2 pulgadas hasta las instalaciones domiciliarias de ½ pulgada.

#### **3.3.8.1.7 Cobertura de alcantarillado**

N° De Viviendas: 51

Cobertura alcantarillado:  $(N.^{\circ} \text{ conexiones} / N.^{\circ} \text{ viviendas}) * 100 = (50/51) * 100 = 98,03\%$

### 3.3.9 Diagnostico social

La comunidad campesina del Municipio de Cuítiva, se dedica a la producción agrícola, y pecuaria cada uno de los productos de la agricultura, que se obtienen obtiene materias primas de origen vegetal a través del cultivo de Papa, Tubérculos, Arveja, Cebolla, Vegetales varios, Entre otros cultivos de tierra fría, igualmente esta la crianza de ganado bovino, y ovino.

Dentro de las actividades económicas también se cuenta con la pesca la cual es realizada en la laguna de Tota por varios habitantes quienes se dedican a pescar trucha arcoiris (pescado típico). Para la comercialización de los productos no hay una ruta establecida dado que se hace de acuerdo con la cosecha y a la necesidad del consumidor. La papa, la cebolla y arveja se vende en bultos en especial en la ciudad de Bogotá y municipios aledaños (Plan de Desarrollo del Municipio de Cuítiva. 2020. P9).

Para fortalecer este sector en la administración pasada adquirió maquinaria y equipo Agrícola; sin embargo, se hace necesario mejoramiento de praderas y razas bovino, y ovino. La población residente en el área rural tiene su parcela y de este porcentaje el 68.8% tiene actividades agropecuarias.

Desde este sector el municipio es visto con buenos ojos dado su potencial recurso hídrico en el lago de Tota y para este periodo se pretende apoyar iniciativas de proyectos productivos en frutales y variedad de cultivos aledaños (Plan de Desarrollo del Municipio de Cuítiva. 2020. P10)

Referente a la continuidad del servicio de acueducto, este se presta o tiene una continuidad de 24 horas durante los 7 días de la semana, lo que podría traducirse en una satisfacción para el usuario.

Es común que se hagan cortes esporádicos cuando se requiera realizar actividades de mantenimiento y/o purgas de los filtros.

Sobre políticas para la preservación del recurso hídrico, el Plan Desarrollo Municipal del Municipio de Cúitiva. 2020, establece el “Programa 2.3 Por una Cúitiva innovadora y sostenible en la protección del medio ambiente 2.3.1 Sector ambiental”, (Plan de Desarrollo del Municipio de Cúitiva. 2020. P85), en el cual contempla como uno de sus objetivos principales de Mejorar la sostenibilidad ambiental del Municipio mediante el uso adecuado del recurso hídrico como una de las principales fortalezas del Municipio garantizando el bienestar económico y social de los Cuitivenses.

También es importante mencionar que el lago de Tota cuenta con un Plan Ordenación y Manejo de la Cuenca del Lago de Tota declarado por Corpoboyacá en el año 2004 y que actualmente se encuentra en revisión y/o actualización.

### **3.3.10 Prospectiva**

#### **3.3.10.1 Proyección de la demanda**

De acuerdo con la información suministrada por la empresa prestadora del servicio de acueducto, cada año se suscriben entre 1 y 3 usuarios nuevos. Es importante mencionar que este sector se ubica en una región de alta proyección en turismo y de desarrollo productivo del sector agropecuario, sin embargo, no tiene mucha proyección la llegada de usuarios nuevos. Por tanto, la empresa de servicios públicos tiene una proyección estimada de 2 usuarios nuevos por año, como lo muestra la tabla 17.



**Tabla 18** Proyección suscriptores de servicio

| <b>Año</b> | <b>Nº De Suscriptores<br/>Proyectados</b> | <b>Población Estimada<br/>Proyectada</b> |
|------------|---|--|
| 2016       | 48  | 178                                      |
| 2017       | 49  | 181                                      |
| 2018       | 50  | 185                                      |
| 2019       | 51  | 189                                      |
| 2020       | 53  | 196                                      |
| 2021       | 55  | 203                                      |
| 2022       | 57  | 211                                      |

Fuente: Emcuitiva S.A. E.S.P.

### 3.3.10.2 Descripción del módulo de consumo

La empresa prestadora del servicio de acueducto no tiene datos e información que indiquen un promedio de la cantidad del agua consumida. Por tal motivo se asume una dotación máxima de conformidad con lo establecido en el Título B del RAS-2000, Tabla B.2.2, y en la Resolución de Concesión, la cual es de 115 l/hab/día. De otro lado, asumiendo pérdidas del 30%. De acuerdo con esto, planteamos las metas de reducción para el horizonte del programa. Como lo indica la tabla 19.

**Tabla 19** Proyección módulos de consumo.

| <b>Módulo de<br/>Consumo l/hab/día</b> | <b>ACTUAL</b> | <b>AÑO 1</b> | <b>AÑO 2</b> | <b>AÑO 3</b> | <b>AÑO 4</b> | <b>AÑO 5</b> |
|--|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>Doméstico<br/>(Permanente)</b>      | 150           | 147          | 142          | 130          | 121          | 115          |
| <b>Doméstico<br/>(Transitorio)</b>     | 95            | 90           | 85           | 75           | 65           | 55           |
| <b>Abrevadero</b>                      | 45            | 40           | 43           | 40           | 37           | 34           |

Fuente: El Autor

### 3.3.11 Reducción de pérdidas

El IANC es el índice de agua no contabilizada, parámetro establecido por la Comisión de Reguladora de Agua CRA para determinar la pérdida de agua potable en un sistema de acueducto a partir su captación hasta su distribución, en una relación de tiempo, “Las pérdidas técnicas corresponden principalmente a fugas en los componentes de conducción y distribución de agua, filtraciones en los tanques de almacenamiento de agua y fugas en las conexiones domiciliarias. Las pérdidas comerciales corresponden principalmente a asuntos asociados a la gestión de medición y de facturación de los suscriptores del sistema” (CRA.2014 p13).

Debido a que el acueducto del sector centro no tiene macro-medidores, no se puede determinar las pérdidas en el suministro de agua, por ello se incluye el desarrollo e implementación de un programa de reducción de pérdidas.

Por ello se propuso priorizar el programa de reducción de pérdidas, por lo anterior, se recomienda realizar un estudio tarifario para el cobro del servicio en función del agua consumida real, lo que indica que para ello es indispensable la instalación de macro-medidores.

Así mismo es necesario establecer actividades asociadas directamente a la red de acueducto y la PTAP del Centro, con el fin de disminuir las pérdidas en los procesos de captación, aducción, tratamiento, almacenamiento, y distribución al interior vivienda.

A continuación, en la tabla 20, se presentan las actividades propuestas que contribuyen en la disminución de pérdidas del recurso hídrico en los diferentes procesos en la red de acueducto.

**Tabla 20** Actividades de reducción de pérdidas

| <b>Actividades para la disminución de pérdidas</b>                               | <i>Captación</i> | <i>Aducción</i> | <b>Tratamiento</b> | <b>Almacenamiento</b> | <b>Distribución</b> | <b>Distribución interior vivienda</b> |
|--|------------------|-----------------|--------------------|-----------------------|---------------------|---------------------------------------|
| <b>Plan de identificación y reparación de fugas en las redes de distribución</b> | X                | X               |                    |                       | X                   | X                                     |
| <b>Mantenimiento de la PTAP</b>  | X                |                 | X                  | X                     | X                   |                                       |
| <b>Instalación de macromedidores</b>   | X                |                 |                    |                       | X                   |                                       |
| <b>Instalaciones de micromedidores</b>   |                  |                 |                    |                       | X                   | X                                     |
| <b>Verificación de condiciones punto de captación</b>                            | X                |                 |                    |                       | X                   |                                       |
| <b>Limpiezas y mantenimiento en bocatoma y puntos de unión</b>                   | X                | X               |                    |                       | X                   |                                       |

*Fuente: El Autor*

## Conclusiones

Como resultado del proyecto aplicado PUEAA, se puede concluir que la problemática del acueducto objeto del presente trabajo de grado es la falta de agua de calidad y cantidad, ya que esta se ha visto disminuida debido al incremento de actividades agropecuarias, el uso de agroquímicos y abonos como la gallinaza los cuales por efecto de escorrentía e infiltración contaminan los afluentes y llegan al lago, la existencia y crecimiento de criaderos de trucha al interior del lago, la deforestación de bosques y zonas de paramo con la finalidad de ampliar fronteras agrícolas,

Asimismo se concluye que con la formulación del programa del Uso Eficiente y Ahorro de Agua “PUEAA” se describen las diferentes actividades, planes de acción, seguimiento, y opciones de mejoramiento, que ayuden al cuidado del recurso hídrico, y se proponen alternativas para la gestión integral del recurso hídrico, la prestación del servicio, a través de una gestión estratégica e integral del recurso hídrico, también se concluye que al modificar prácticas y comportamientos de los diferentes usuarios del agua, se puede realizar una adecuada gestión que asegure un manejo sostenible de los recursos naturales e hídricos de la cuenca abastecedora,

A continuación se presentan algunas alternativas que pueden ayudar a mejorar la calidad del servicio, aumentar la calidad, cobertura.

#### 4.1 Tratamiento de agua

Como conclusión se recomienda realizar las actividades de tratamiento de agua, que permitan garantizar la calidad requerida para el consumo humano. Se plantea espacios factibles en base a las carencias observadas en la fase de diagnóstico, como se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 21** Escenarios de prospectiva tratamiento del agua

| Componente                  | Escenario Tendencial                                 | Escenario Optimo   | Escenario Factible  |
|-----------------------------|--|--|---|
| <b>Tratamiento del agua</b> | Sin sistema desinfección con cloro, cuenta con PTAP. | Con tratamiento completo de cloro 100%. Un mantenimiento semestral | Con tratamiento de cloración en 50%, un Mantenimiento semestral |
| <b>Calidad del agua</b>     | Agua apta para El consumo humano, no potable.        | Agua 100% potable  | Agua apta para el consumo                                       |

*Fuente: El Autor*

#### 4.2 Reducción de pérdidas y módulos de consumo

Uno de los aspectos más importantes en los programas de uso eficiente y ahorro del agua es la reducción de pérdidas y reducción del módulo de consumo. Por lo que la empresa de servicios públicos, junto a la administración municipal debe incentivar el uso responsable del recurso hídrico y su adecuado manejo.

Se propone un programa orientado al control de pérdidas y módulos de consumo con el fin de disminuir las mismas hasta los valores admisibles, y se proyectan las medidas descritas a continuación:

- ✓ En la aducción se requiere verificar el estado en donde se encuentra ubicada la tubería para la toma directa, en la cual no sea afectada por algún agente externo, así mismo se debe realizar limpieza alrededor de la bocatoma con el fin de llevar un control en cuanto al estado y mantenimiento de la tubería.
- ✓ En la conducción se requiere tener un control de cada uno de los sectores con ayuda de la instalación de macro-medidores para el monitoreo de instalaciones fraudulentas de los mismos usuarios, o daños en la tubería por la intervención natural o humana, estas intervenciones son difíciles de detectar en las zonas rurales.
- ✓ En la PTAP, se deben realizar mantenimientos mínimos semestralmente para garantizar el buen funcionamiento de esta.
- ✓ En las redes de distribución se plantea realizar la instalación de macro-medidores por sectores y garantizar su mantenimiento.
- ✓ Adicionalmente en las redes de distribución se recomienda realizara un plan de mantenimiento y reparación de las fugas que se puedan presentar a lo largo de la red.

Estas acciones se realizan con el fin de determinar pérdidas en el sistema de distribución a través de la diferencia entre el volumen de agua suministrada y el volumen de agua facturada.

Actualmente no se encuentran implementado sistema de macro-medidores y para dar cumplimiento al artículo 6 de la Ley 3737 de 1997, por lo cual se establece como una actividad primordial.

En la planta de tratamiento se realiza un mantenimiento semanal por parte de los empleados responsables del buen funcionamiento de la infraestructura que compone la PTAP con el fin de garantizar su continua distribución del recurso hídrico.

Adicionalmente se deben realizar charlas alusivas al buen manejo y cuidado del recurso hídrico hacia la comunidad y los trabajadores del acueducto.

En la tabla 21, se proponen alternativas para la reducción de pérdidas del recurso hídrico.

**Tabla 22** Escenarios de prospectivas reducción de pérdidas y consumo

| Componente                                 | Escenario Tendencial                                   | Escenario Optimo   | Escenario Factible  |
|--|--|--|---|
| Reducción de pérdidas y módulos de consumo | Pérdidas del 30% (Nivel de complejidad bajo, RAS 2000) | Pérdidas del 0%  | Reducción de pérdidas al 17%  |
|  | 0% de micromedidores instalados                        | 100% de cobertura De micromedidores<br>Instalación de 3 macromedidores:                                    | 80% en cobertura de micromedidores  |
|  | 0% de macromedidores instalados                        | Uno después de la bocatoma, otro a la llegada a la PTAP, y otro en la salida del tanque de almacenamiento. | Instalación de dos macromedidores: Uno en la bocatoma y otro a la entrada de la PTAP. |

Fuente: El Autor

### 4.3 Eficiencia y calidad en el servicio

La prestación del servicio de acueducto, aseo y alcantarillado la viene realizando la empresa EMCUITVA S.A.E.S.P desde el 1 de abril de 2010, después de que el servicio lo estuviera prestando la Unidad de Servicios Públicos de Cúitiva.

La constitución de la empresa como tal se convirtió en el primer paso rumbo a la modernización y al mejoramiento de la prestación del servicio con calidad.

Actualmente se requiere con urgencia una actualización o estudio tarifario, la cual está en proceso de gestión por parte del gerente de la empresa.

Igualmente, la empresa en su plan de inversiones no puede dejar de lado los costos por mantenimiento y/o optimización de los sistemas de acueducto.

La tabla 23, muestra los posibles escenarios en cuanto a eficiencia y calidad del servicio:

**Tabla 23** Escenarios de eficiencia y calidad del servicio

| Componente                               | Escenario Tendencial   | Escenario Optimo   | Escenario Factible  |
|--|--|--|---|
| <b>Eficiencia y calidad del servicio</b> | La empresa prestadora del servicio no cuenta con estudio tarifario | La empresa cuenta con un estudio tarifario que permite el cobro de tarifas justas para el Mejoramiento del recaudo que permite la generación de nuevas inversiones | La empresa implementará un estudio tarifario para el mejoramiento del recaudo |

Fuente: El Autor

Teniendo en cuenta que los empleados son un componente necesario e indispensable para el buen funcionamiento de la PTAP, se recomienda realizar mínimo dos capacitaciones al año sobre la implementación y ejecución del PUEAA con el fin de garantizar la implementación de este. Con el fin de incentivar a los empleados se publicará en la cartelera de la empresa al trabajador que demuestre mayor compromiso frente al cuidado y preservación de la fuente hídrica, este será un reconocimiento de mérito que lo destacara entre los demás.

#### 4.4 Aguas residuales

El sector Centro cuenta con un sistema de alcantarillado el cual lleva los vertimientos a un colector final que descarga a la quebrada san Cayetano, Por este motivo se proponen una serie de actividades a desarrollarse junto con la comunidad

- ✓ Realizar charlas con la comunidad con el fin de enseñarles nuevas tecnologías en la recolección de las aguas lluvias, usando un sistema de recolección, almacenamiento y distribución proveniente de las cubiertas de las viviendas.



- ✓ Incentivar a la población para que el agua usada en actividades domésticas tenga una disposición final diferente a la del vertimiento directo, como el regado de las plantas, lavado y limpieza de pisos.
- ✓ Teniendo en cuenta que el sector centro no dispone de una planta de tratamiento de agua residual, se propone estudiar la factibilidad de la implementación de un sistema de tratamiento de agua residual básico que conste de filtración, sedimentación, a través de un humedal artificial, este proyecto se debe plantear y estudiar con la comunidad para que los recursos necesarios sean financiados por la alcaldía, la empresa de acueducto y la comunidad, mediante un porcentaje de incremento en el recibo bimensual.

#### **4.5 Desabastecimiento de agua**

En caso de presentarse riesgo por posible desabastecimiento de agua por el descenso significativo en los niveles de la fuente, se propone optar por el racionamiento de los servicios.

Lo anterior para garantizar un uso racional y de ahorro en la comunidad, al sentir esa necesidad toda vez que la cantidad a ser suministrada sería mínima.

De otro lado, en caso de una orden de suspensión total de captar agua de la fuente del Lago de Tota, sería necesario el suministro de agua en carro tanque proveniente de otra fuente disponible en la región, como un nacedero en la parte alta del Municipio. De allí la importancia de la propuesta de contar con áreas estratégicas para la preservación del recurso hídrico.

Sí la emergencia es por daños en el sistema, se plantea implementarán medidas que contemple el plan de contingencias establecido por la empresa y presentado a la Súper Intendencia de Servicios Públicos.

## Recomendaciones

No obstante que la empresa de servicios públicos de Cúitva, tiene dentro de su propósito el uso eficiente del agua, se recomienda la ejecución del programa de uso eficiente y ahorro del agua, formulado para el acueducto del sector centro el cual es una herramienta de planificación que permite alcanzar las metas propuestas en el en cuanto a Protección de cuencas, oferta y demanda de agua, permitiendo garantizar la calidad y cantidad de agua, proponiendo evitar la sobreexplotación del recurso.

En esta etapa se presentan los espacios factibles con base a las carencias presentadas en la etapa de diagnóstico de las microcuencas del sistema de acueducto del sector Centro, teniendo en cuenta los recursos económicos disponibles para la ejecución del Plan de Ahorro y Uso Eficiente del agua.

El Lago de Tota cuenta con un Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca del Lago de Tota, declarada por Corpoboyacá. En ese orden, se propone al Municipio, como estrategia para la protección y conservación del recurso hídrico establecer convenios con la Corporación Autónoma, ya que la priorización concertada de áreas de interés ambiental para el abastecimiento del lago de Tota es competencia de la Corporación.

A continuación, se plantean los proyectos con sus respectivas actividades, responsables fuentes de financiación, metas, indicadores, proyectado a cinco años y costos para su ejecución. De acuerdo a la Ley 373 y sus normatividad.

### **5.1 Conservación y protección de áreas estratégicas y nacimientos**

En el diagnóstico se identificaron las fuentes proveedoras del Lago de Tota, se establece que las fuentes hídricas Quebrada Donsiquirá, Quebrada el Túnel, Río Casasia, Quebrada Arrayanes y Quebrada Guayachal que aportan caudales al Lago, se ubican y tiene influencia en el Municipio de Cútiva. En general la cuenca del Lago de Tota está expuesta a problemas por el establecimiento de cultivos.

#### **Actividades propuestas**

- ✓ Priorizar áreas de importancia ambiental para la cuenca del Lago de Tota, específicamente en las fuentes nombradas en el párrafo anterior, en coordinación y concertación con la Corporación Autónoma Regional de Boyacá, y según lo estipulado en el Artículo 111 de la Ley 99 de 1993, y su Decreto reglamentario 930 de 2013, y con lo establecido en el POMCA del Lago de Tota.
- ✓ Realizar convenios en conjunto con otras alcaldías y Corpoboyacá para la compra de predios priorizados.
- ✓ Reforestar con especies nativas predios previamente adquiridos, o participar en convenio con otra entidad para llevarla a cabo.
- ✓ Realizar monitoreo de calidad y oferta de fuentes hídricas aportantes al Lago de Tota.

A continuación, en las siguientes tablas se presentan los posibles escenarios para la conservación del recurso hídrico.

**Tabla 24** Escenarios de prospectiva manejo de cuencas

| Componente   | Escenario Tendencial  | Escenario Óptimo  | Escenario Factible   |
|--|---|---|--|
| <b>Conservación y protección de áreas estratégicas y nacimientos</b> | El Municipio no cuenta con áreas estratégicas priorizadas para la conservación del recurso hídrico                                | Que el Municipio haya priorizado dos predios como áreas de importancia ambiental              | El Municipio ha priorizado y diagnosticado un predio.  |
|  | El Municipio no tiene la capacidad financiera para la compra de predio de importancia ambiental                                   | El Municipio tiene la capacidad financiera para adquirir dos predios de importancia ambiental | El Municipio ha adquirido en convenio con otras entidades un predio de importancia ambiental para la conservación del recurso hídrico. |
|  | El Municipio no realiza monitoreo de calidad y oferta de fuentes hídricas que estén en su jurisdicción aportantes al Lago de Tota | El Municipio realiza al menos un monitoreo anual a las fuentes hídricas                       | El Municipio realiza dos monitoreo quinquenales de las fuentes hídricas que estén en su jurisdicción aportantes al lago de Tota.       |
|  | El Municipio no ha realizado repoblación vegetal en predios de importancia estrategia y ambiental                                 | El Municipio ha realizado reforestaciones en dos predios de importancia ambiental             | El Municipio ha reforestado al menos un predio estratégico de importancia ambiental para el abastecimiento del recurso hídrico.        |

Fuente. El Autor.

**Tabla 25** Conservación y protección de nacimientos y áreas estratégicas Predios priorizados

| Proyecto   | Actividad  | Meta                  | Indicador  | Cronograma   |       |        |       |       |
|--|--|-----------------------|--|--|-------|--------|-------|-------|
|  |  |                       |  | Año 1  | Año 2 | Año 3  | Año 4 | Año 5 |
| 1. Conservación y protección de nacimientos y áreas estratégicas | 1.1. Priorizar áreas de importancia ambiental para la cuenca del Lago de Tota, en coordinación y/o concertación con Corpoboyacá teniendo en cuenta lo establecido en el Artículo 111 de la Ley 99 de 1993, y su Decreto reglamentario 930 de 2013. | 2 predios priorizados | predios predio priorizados de mínimo de 2 Ha/predios identificados | 1  |       | 1      |       |       |
| Costos de ejecución (Cifras en miles)                            |  |                       |  | \$7000   |       | \$8000 |       |       |
| Fuentes de financiación responsables                             |  |                       |  | Recursos Artículo 111 Ley 99/93 Alcaldía de Cuítiva, Corpoboyacá |       |        |       |       |

Fuente. El Autor.

**Tabla 26** Conservación y protección de áreas estratégicas, nacimientos y predios comprados

| Proyecto   | Actividad  | Meta  | Indicador       | Cronograma                       |       |          |       |          |
|--|--|---|-----------------|----------------------------------|-------|----------|-------|----------|
|  |  |   |                 | Año 1                            | Año 2 | Año 3    | Año 4 | Año 5    |
| 1. Conservación y protección de nacimientos y áreas estratégicas | 1.2. Realizar convenios en conjunto con otras alcaldías y Corpoboyacá para la compra de predios priorizados. | Dos convenios para la compra de un predio o predios priorizados | predio comprado |                                  |       | 1        |       | 1        |
| Costos de ejecución (Cifras en miles)                            |  |   |                 |                                  |       | \$45.000 |       | \$50.000 |
| Fuentes de financiación  |  |   |                 | Recursos Artículo 111 Ley 99/93  |       |          |       |          |
| Responsables   |  |   |                 | Alcaldía de Cúitiva, Corpoboyacá |       |          |       |          |

Fuente. El Autor.

**Tabla 27** Conservación y protección de áreas estratégicas, nacimientos y monitoreo fuentes aportantes

| Proyecto   | Actividad   | Meta                 | Indicador  | Cronograma                       |       |          |       |          |
|--|---|----------------------|--|----------------------------------|-------|----------|-------|----------|
|  |   |                      |  | Año 1                            | Año 2 | Año 3    | Año 4 | Año 5    |
| 1. Conservación y protección de nacimientos y áreas estratégicas | 1.3. Realizar monitoreo de calidad y oferta de fuentes hídricas aportantes al Lago de Tota. | 2 monitoreo estudios | Número de monitoreo / número de fuentes aportantes al lago de Tota o directamente Lago de Tota |                                  | 1     |          |       | 1        |
| Costos de Ejecución (Cifras en miles)                            |   |                      |  |                                  |       | \$10.000 |       | \$12.000 |
| Fuentes de financiación responsables                             |   |                      |  | Recursos Artículo 111 Ley 99/93  |       |          |       |          |
|  |   |                      |  | Alcaldía de Cúitiva, Corpoboyacá |       |          |       |          |

Fuente. El Autor.

**Tabla 28** Conservación y protección de áreas estratégica, nacimientos y número de hectáreas reforestadas

| Proyecto   | Actividad  | Meta              | Indicador   | CRONOGRAMA   |          |       |       |          |
|--|--|-------------------|---|--|----------|-------|-------|----------|
|  |  |                   |   | Año 1  | Año 2    | Año 3 | Año 4 | Año 5    |
| 1. Conservación y protección de nacimientos y áreas estratégicas | 1.4. Reforestar con especies nativas un predio o predios previamente adquiridos, o participar en convenio con otra entidad para llevarla a cabo. | 3 Ha reforestadas | Número Has reforestadas / Has totales del predio o predios a reforestar |  |          | 2     |       | 1        |
| Costos de Ejecución (Cifras en miles)                            |  |                   |   |  | \$25.000 |       |       | \$18.000 |
| Fuentes de financiación responsables                             |  |                   |   | Recursos Artículo 111 Ley 99/93<br>Alcaldía de Cúitiva (Secretaría de Planeación)<br>Corpoboyacá |          |       |       |          |

Fuente. El Autor.

## 5.2 Proyecto 2. Mejoramiento del sistema de acueducto

Para garantizar el suministro de agua potable en calidad, y cantidad, así como para obtener una reducción de pérdidas y módulos de consumo, se recomiendan las siguientes acciones:

- ✓ Realizar mantenimiento de la planta de agua potable, que incluya además captación, aducción y almacenamiento.
- ✓ Implementar un plan de identificación y reparación de fugas en las redes de distribución.
- ✓ Instalación de macromedidores en el sistema de acueducto.
- ✓ Instalación de micromedidores en el sistema de acueducto.
- ✓ Realizar monitoreo de caudal captado y de análisis físico químicos y bacteriológicos.

- ✓ Realizar e implementar un estudio tarifario, que propenda por el mejoramiento del recaudo, para sustentar futuros planes de inversiones.
- ✓ Formular y adoptar una política para el ahorro y uso eficiente del agua de las entidades públicas del Municipio.
- ✓ Verificación del estado de la tubería y limpieza en los alrededores del punto de captación del agua.

Las siguientes tablas presentan las actividades recomendadas para el mejoramiento del sistema de acueducto:

**Tabla 29** *Mejoramiento del sistema de acueducto mantenimientos realizados por año*

| Proyecto   | Actividad   | Meta  | Indicador                         | Cronograma                       |         |         |         |         |
|--|---|---|-----------------------------------|----------------------------------|---------|---------|---------|---------|
|  |   |   |                                   | Año 1                            | Año 2   | Año 3   | Año 4   | Año 5   |
| 2.<br>Mejoramiento del sistema de acueducto para garantizar el suministro de agua potable en calidad, cantidad con reducción de pérdidas y módulos de consumo. | 2.1. Realizar mantenimiento de la planta de agua potable, que incluya además captación, aducción y almacenamiento | Un mantenimiento por semestre/dos veces por año | Mantenimientos realizados por año | 2                                | 2       | 2       | 2       | 2       |
| Costos de ejecución (Cifras en miles)  |   |   |                                   | \$3.200                          | \$3.400 | \$3.600 | \$3.800 | \$4.000 |
| Fuentes de financiación  |   |   |                                   | Recursos Artículo 111 Ley 99/93  |         |         |         |         |
| Responsables   |   |   |                                   | Alcaldía de Cúitiva, Corpoboyacá |         |         |         |         |

*Fuente: el Autor.*

**Tabla 30** Mejoramiento del sistema de acueducto número de revisiones y mantenimientos

| Proyecto   | Actividad   | Meta                         | Indicador                       | Cronograma  |         |         |         |         |
|--|---|------------------------------|---------------------------------|---|---------|---------|---------|---------|
|  |   |                              |                                 | Año 1   | Año 2   | Año 3   | Año 4   | Año 5   |
| 2.<br>Mejoramiento del sistema de acueducto para garantizar el suministro de agua potable en calidad, cantidad con reducción de pérdidas y módulos de consumo. | 2.2.<br>Implementar un plan de identificación y reparación de fugas en las redes de distribución. | Revisión una (1) vez por año | No. Revisiones y mantenimientos | 1   | 1       | 1       | 1       | 1       |
| Costos de ejecución (Cifras en miles)  |   |                              |                                 | \$1.000   | \$1.100 | \$1.200 | \$1.300 | \$1.400 |
| Fuentes de financiación responsables   |   |                              |                                 | Recursos Artículo 111 Ley 99/93<br>Alcaldía de Cúitiva, Corpoboyacá |         |         |         |         |

Fuente: el Autor.

**Tabla 31** Mejoramiento del sistema de acueducto número de macromedidores instalados

| Proyecto   | Actividad  | Meta                      | Indicador                           | Cronograma  |         |       |       |       |
|--|--|---------------------------|-------------------------------------|---|---------|-------|-------|-------|
|  |  |                           |                                     | Año 1   | Año 2   | Año 3 | Año 4 | Año 5 |
| 2.<br>Mejoramiento del sistema de acueducto para garantizar el suministro de agua potable en calidad, cantidad con reducción de pérdidas y módulos de consumo. | 2.3. Instalación de macromedidores en el sistema de acueducto. | Instalar 2 macromedidores | Número de macromedidores instalados | 1   | 1       |       |       |       |
| Costos de ejecución (Cifras en miles)  |  |                           |                                     | \$1.000   | \$1.100 |       |       |       |
| Fuentes de financiación responsables   |  |                           |                                     | Recursos Artículo 111 Ley 99/93<br>Alcaldía de Cúitiva, Corpoboyacá |         |       |       |       |

Fuente: el Autor.



**Tabla 32** Mejoramiento del sistema de acueducto número de micromedidores

| Proyecto   | Actividad   | Meta                          | Indicador  | Cronograma  |         |         |         |         |
|--|---|-------------------------------|--|---|---------|---------|---------|---------|
|  |   |                               |  | Año 1   | Año 2   | Año 3   | Año 4   | Año 5   |
| 2.<br>Mejoramiento del sistema de acueducto para garantizar el suministro de agua potable en calidad, cantidad con reducción de pérdidas y módulos de consumo. | 2.4.<br>Instalación de micromedidores en el sistema de acueducto. | 100% cobertura micromedidores | Número de micromedidores / número de usuarios *<br>100 | 20  | 20      | 20      | 20      | 20      |
| Costos de Ejecución (Cifras en miles)  |   |                               |  | \$2.000   | \$2.100 | \$2.200 | \$2.300 | \$2.400 |
| Fuentes de financiación responsables   |   |                               |  | Recursos Artículo 111 Ley 99/93<br>Alcaldía de Cuítiva, Corpoboyacá |         |         |         |         |

Fuente: el Autor.

**Tabla 33** Mejoramiento del sistema de acueducto monitoreo y análisis fisicoquímicos por año

| Proyecto   | Actividad  | Meta                 | Indicador           | Cronograma  |         |         |         |         |
|--|--|----------------------|---------------------|---|---------|---------|---------|---------|
|  |  |                      |                     | Año 1   | Año 2   | Año 3   | Año 4   | Año 5   |
| 2.<br>Mejoramiento del sistema de acueducto para garantizar el suministro de agua potable en calidad, cantidad con reducción de pérdidas y módulos de consumo. | 2.5. Realizar monitoreos de caudal y análisis fisicoquímicos y bacteriológicos | 2 monitoreos por año | Número de monitoreo | 2   | 2       | 2       | 2       | 2       |
| Costos de Ejecución (Cifras en miles)  |  |                      |                     | \$2.800   | \$2.900 | \$3.000 | \$3.100 | \$3.200 |
| Fuentes de financiación responsables   |  |                      |                     | Recursos Artículo 111 Ley 99/93<br>Alcaldía de Cuítiva, Corpoboyacá |         |         |         |         |

Fuente: el Autor.

**Tabla 34** *Mejoramiento del sistema de acueducto estudio tarifario*

| Proyecto   | Actividad   | Meta  | Indicador                        | Cronograma  |       |       |       |       |
|--|---|---|----------------------------------|---|-------|-------|-------|-------|
|  |   |   |                                  | Año 1   | Año 2 | Año 3 | Año 4 | Año 5 |
| 2.<br>Mejoramiento del sistema de acueducto para garantizar el suministro de agua potable en calidad, cantidad con reducción de pérdidas y módulos de consumo. | 2.6.<br>Realizar un estudio tarifario con el objetivo de mejorar el recaudo y un cobro por metro cúbico consumido | Un estudio tarifario realizado e implementado | Cobro por metro cúbico consumido | 1   |       |       |       |       |
| Costos de Ejecución (Cifras en miles)  |   |   |                                  | \$15.000  |       |       |       |       |
| Fuentes de financiación responsables   |   |   |                                  | Recursos Artículo 111 Ley 99/93<br>Alcaldía de Cuítiva, Corpoboyacá |       |       |       |       |

Fuente: el Autor.

**Tabla 35** *Mejoramiento del sistema de acueducto adopción política sobre ahorro y uso racional del agua*

| Proyecto   | Actividad  | Meta   | Indicador                      | Cronograma  |       |       |       |       |
|--|--|--|--------------------------------|---|-------|-------|-------|-------|
|  |  |  |                                | Año 1   | Año 2 | Año 3 | Año 4 | Año 5 |
| 2.<br>Mejoramiento del sistema de acueducto para garantizar el suministro de agua potable en calidad, cantidad con reducción de pérdidas y módulos de consumo. | 2.7.<br>Formular y adoptar la política de ahorro y uso racional del agua | 2.7.<br>Formular y adoptar la política de ahorro y uso racional del agua | Política adoptada y promulgada | 1   |       |       |       |       |
| Costos de Ejecución (Cifras en miles)  |  |  |                                | \$2.000   |       |       |       |       |
| Fuentes de financiación responsables   |  |  |                                | Recursos Artículo 111 Ley 99/93<br>Alcaldía de Cuítiva, Corpoboyacá |       |       |       |       |

Fuente: el Autor.

**Tabla 36** *Mejoramiento del sistema de acueducto revisión y limpieza punto de captación.*

| Proyecto   | Actividad   | Meta           | Indicador                                 | Cronograma  |         |         |         |         |
|--|---|----------------|---|---|---------|---------|---------|---------|
|  |   |                |   | Año 1   | Año 2   | Año 3   | Año 4   | Año 5   |
| 2.<br>Mejoramiento del sistema de acueducto para garantizar el suministro de agua potable en calidad, cantidad con reducción de pérdidas y módulos de consumo. | 2.8.<br>Verificación del estado de la tubería y limpieza en los alrededores del punto de captación del agua | Una vez al año | Revisión y limpieza al punto de captación | 1   | 1       | 1       | 1       | 1       |
| Costos de Ejecución (Cifras en miles)  |   |                |   | \$1.000   | \$1.000 | \$1.000 | \$1.100 | \$1.100 |
| Fuentes de financiación responsables   |   |                |   | Recursos Artículo 111 Ley 99/93<br>Alcaldía de Cuítiva, Corpoboyacá |         |         |         |         |

*Fuente: el Autor.*

### **5.3 Proyecto 3. Educación Ambiental e implementación de nuevas tecnologías para el ahorro del agua.**

Como es de esperar, casi nunca o nunca se evidencia en un diagnóstico que las empresas o alcaldías municipales lleven a cabo proceso de campañas educativas en cuanto al adecuado uso del recurso hídrico y su conservación. Por lo anterior, se plantea que el programa se debe complementar con la inclusión de actividades enfocadas a la educación y/o sensibilización ambiental de los usuarios y comunidades.

#### **Actividades Planteadas**

- ✓ Realizar charlas educativas de concientización a los usuarios en cuanto al uso racional del recurso hídrico, apoyado, mediante talleres y el uso de elementos audiovisuales.

- ✓ Fortalecer la coordinación interinstitucional de los entes ambientales con la alcaldía Municipal en cuanto al manejo, conservación y protección del agua, mediante los PRAES y PROCEDAS.
- ✓ Cofinanciar la adquisición de equipos ahorradores de agua, para los usuarios.
- ✓ capacitar a toda la comunidad y trabajadores del acueducto, con el fin de sensibilizarlos acerca de la problemática que trae consigo el inadecuado vertimiento de las aguas residuales tanto a los suelos como al lago de Tota, además de las problemáticas de salubridad asociadas a las aguas estancadas.
- ✓ Estudiar junto a la comunidad la factibilidad de la implementación de un sistema de tratamiento de agua residual básico que conste de filtración, sedimentación, y un humedal artificial.

A continuación, las siguientes tablas presentan las actividades recomendadas en cuanto a Educación Ambiental e implementación de nuevas tecnologías para el ahorro del agua:

**Tabla 37** Educación Ambiental e implementación de nuevas tecnologías para el ahorro del agua

| Proyecto  | Actividad  | Meta   | Indicador                              | Cronograma   |          |          |          |         |
|---|--|--|--|--|----------|----------|----------|---------|
|   |  |  |  | 2020   | 2021     | 2022     | 2023     | 2024    |
| Educación Ambiental e implementación de nuevas tecnologías para el ahorro del agua. | Realizar charlas educativas de concientización a los usuarios en el uso racional del recurso.  | 10 eventos y/o talleres                      | Nº de eventos usuarios asistentes      | 2  | 2        | 2        | 2        | 2       |
|   | Fortalecer la coordinación interinstitucional de los entes ambientales con la alcaldía Municipal en cuanto al manejo, conservación y protección del agua | 2 Convenios de PRAES y PROCEDAS              | Número de convenios                    |  | 1        | 1        |          |         |
|   | Cofinanciar la adquisición de equipos ahorradores de agua, para los usuarios   | 60 usuarios con equipos para ahorro del agua | Usuarios beneficiados/usuarios totales | 20   | 20       | 20       | 10       | 10      |
|   | Costos de Ejecución (Cifras en miles)  |  |  | \$ 500   | \$ 550   | \$ 600   | \$ 650   | \$ 700  |
|   | Costos de Ejecución (Cifras en miles)  |  |  |  | \$12.000 | \$15.000 |          |         |
|   | Costos de Ejecución (Cifras en miles)  |  |  |  | \$4.000  | \$4.000  | \$ 2.000 | \$2.000 |
|   | Fuentes de financiación Act 1  |  |  | Recursos propios de inversión SGP                  |          |          |          |         |
|   | Fuentes de financiación Act 2  |  |  | Compensaciones - SGP                               |          |          |          |         |
|   | Fuentes de financiación Act 3  |  |  | Recursos particulares-SGP                          |          |          |          |         |
|   | Responsables actividad 1   |  |  | Empresa prestadora del servicio/alcaldía municipal |          |          |          |         |
|   | Responsables actividad 2   |  |  | Empresa-Alcaldía-Corpoboyacá                       |          |          |          |         |
|   | Responsables actividad 3   |  |  | Usuarios-Alcaldía-Empresa                          |          |          |          |         |

Fuente: El Autor.

**Tabla 38** Educación Ambiental número de personas capacitadas

| Proyecto  | Actividad  | Meta           | Indicador                  | Cronograma  |       |       |       |       |
|---|--|----------------|----------------------------|---|-------|-------|-------|-------|
|   |  |                |                            | Año 1   | Año 2 | Año 3 | Año 4 | Año 5 |
| Educación Ambiental e implementación de nuevas tecnologías para el ahorro del agua. | Capacitar a toda la comunidad y trabajadores del acueducto, sobre la problemática del vertimiento de las aguas residuales tanto a los suelos como al lago de Tota, además de las problemáticas de salubridad asociadas a las aguas estancadas. | Una vez al año | N° de personas capacitadas | 1   | 1     | 1     | 1     | 1     |
| Costos de ejecución (Cifras en miles)   |  |                |                            | \$400   | \$400 | \$400 | \$400 | \$400 |
| Fuentes de financiación responsables  |  |                |                            | Recursos particulares-Recursos SGP                  |       |       |       |       |
|   |  |                |                            | Empresa prestadora del servicio-Alcaldía de Cúitiva |       |       |       |       |

Fuente: El Autor.

**Tabla 39** Educación Ambiental e implementación de nuevas tecnologías para el ahorro del agua acciones en pro de una Ptar.

| Proyecto  | Actividad   | Meta  | Indicador  | Cronograma |       |       |         |         |
|---|---|---|--|------------|-------|-------|---------|---------|
|   |   |   |  | Año 1      | Año 2 | Año 3 | Año 4   | Año 5   |
| Educación Ambiental e implementación de nuevas tecnologías para el ahorro del agua. | Estudiar junto a la comunidad la factibilidad de la implementación de un sistema de tratamiento de agua residual básico que conste de filtración, sedimentación, y un humedal artificial. | Reuniones, debates y acciones junto a la comunidad. Por lo menos una vez cada cuatro meses. | Número de acciones desarrolladas en pro de una PTAR para la comunidad.                 |            |       |       | 1       | 1       |
| Costos de Ejecución (Cifras en miles)   |   |   |  |            |       |       | \$2.500 | \$2.500 |
| Fuentes de financiación responsables  |   |   | Recursos particulares-Recursos SGP Empresa prestadora del servicio-Alcaldía de Cúitiva |            |       |       |         |         |

Fuente: El Autor.

## 5.4 Conclusiones y recomendaciones del desarrollo del trabajo de grado.

En este ítem se presentan algunas conclusiones y recomendaciones obtenidas durante el desarrollo de este trabajo de grado.

### 5.4.1 Conclusiones

- ✓ Con el desarrollo de este proyecto aplicado a un caso real, se han puesto en práctica los conocimientos adquiridos durante el programa de ingeniería ambiental.
- ✓ Se ha alcanzado los objetivos planteados a lo largo del trabajo, en cuanto a la formulación del programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua para el sector Centro, del municipio de Cúitiva.

- ✓ Con el desarrollo del trabajo se pudo realizar la caracterización del uso del recurso hídrico, asimismo establecer el diagnóstico del sistema de acueducto, social y ambientalmente, identificando las medidas de prevención y conservación de la fuente de abastecedora del acueducto, y la proposición estrategias que permitan realizar el uso eficiente del recurso hídrico.
- ✓ Se realizó el diagnóstico del sistema de acueducto, lo que condujo a identificar opciones para la disminución de pérdidas de agua en el sistema, lo que conllevan a garantizar el acceso a agua constante y de calidad sus habitantes.
- ✓ Se logró Identificar las medidas de prevención y conservación de la fuente de abastecimiento de agua estableciendo estrategias para el uso eficiente del agua, alternativas que permiten ayudar a conservar y proteger la fuente de suministro de agua.

#### **5.4.2 Recomendaciones**

A continuación, se identifican algunas recomendaciones basadas en los resultados obtenidos, acciones que pueden ayudar a mejorar la optimización del acueducto y la protección de cuenca hídrica.

- ✓ Realizar otros estudios empleando metodologías diferentes que permitan ahondar en otros tipos de estrategias que busquen mejorar la calidad y cantidad de agua para consumo y así optimizar aún más el uso del recurso hídrico.
- ✓ Debido a que las tecnologías de Ecoeficiencia en el uso del agua potable evolucionan, es recomendable aplicar estas nuevas herramientas, que permitirían optimizar el uso del agua consumo.



- ✓ Realizar convenios interinstitucionales, y con la comunidad buscando alternativas como procesos de reforestación, y recolección de residuos, reciclaje en el área rural, entre otros, para proteger, y conservar la fuente de recurso hídrico.
  
- ✓ Se recomienda buscar medidas de compensación ambiental con otros acueductos municipales de la provincia que se surten y benefician de la cuenca hídrica del lago de Tota.

## Referencias

Banco Mundial. (2019). Agua. Recuperado de:

<https://www.bancomundial.org/es/topic/water/overview>

Conferencia Internacional sobre el Agua y el Medio Ambiente CIAMA. (1992). Declaración De

Dublín Sobre El Agua Y El Desarrollo Sostenible. Recuperado de:

<http://appweb.cndh.org.mx/derechoagua/archivos/contenido/CPEUM/E1.pdf>

Congreso de Colombia. (1993). Ley 99. Recuperado de:

[http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_0099\\_1993.html](http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0099_1993.html)

Congreso de Colombia. (1997). Ley 373. Recuperado de:

[https://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/Legislacion\\_del\\_agua/Ley\\_373.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/Legislacion_del_agua/Ley_373.pdf)

Corporación Autónoma De Boyacá Corpoboyacá. (2004). Plan De Ordenación Y Manejo De La Cuenca Del Lago De Tota POMCA. Recuperado De:

<https://www.Corpoboyacá.gov.co/cms/wp-content/uploads/2015/11/prospectiva-pomca-lago-tota.pdf>

Corporación Autónoma De Boyacá Corpoboyacá. (2004). Plan De Ordenación Y Manejo De La Cuenca Del Lago De Tota POMCA. Capítulo VI sistemas productivos. Recuperado De:

<https://www.corpoboyaca.gov.co/cms/wp-content/uploads/2015/11/diagnostivo-sistemas-productivos-lago-tota.pdf>

Hernández Sampieri, Fernández-Collado, & Baptista Lucio. (2017). Metodología de la investigación. Recuperado de: <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>

Ideam. (2018). Estudio nacional del agua 2018. Recuperado de: [http://www.andi.com.co/Uploads/Cartilla\\_ENA\\_%202018.pdf](http://www.andi.com.co/Uploads/Cartilla_ENA_%202018.pdf)

Ideam. (2020). Glosario. Recuperado de: <http://www.ideam.gov.co/web/atencion-y-participacion-ciudadana/glosario>

Instituto Geográfico Agustín Codazzi. IGAC. (2020). Geoportal Cartografía Y Geografía. Recuperado De: <https://geoportal.igac.gov.co/contenido/datos-abiertos-cartografia-y-geografia>

Instituto Nacional de Salud. (2012). La calidad del agua para consumo humano y su asociación con la morbimortalidad en Colombia, 2008-2012. Recuperado de: <https://www.ins.gov.co/sivicap/Documentacin%20SIVICAP/2015%20Calidad%20del%20agua%20y%20asociaci%C3%B3n%20con%20morbimortalidad.pdf>

Instituto De Hidrología Meteorología Y Estudios Ambientales IDEAM. (2014). Informe

Batimetría Lago De Tota. Recuperado De:

<http://www.ideam.gov.co/documents/14691/16003/Batimetria+Lago+de+Tota/6d14d1a2-a91b-4a20-86e3-58cb4242a616>

Municipio De Cuítiva Boyacá. (2005). Esquema De Ordenamiento Territorial EOT. Recuperado

De: <https://docplayer.es/18306294-Capitulo-esquema-de-ordenamiento-territorial-del-municipio-de-cuitiva-boyaca-presentacion.html>

Municipio de Cuítiva Boyacá. (2020). Plan de desarrollo municipio de Cuítiva. Recuperado de:

[https://cuitivaboyaca.micolombiadigital.gov.co/sites/cuitivaboyaca/content/files/000166/8298\\_plan-de-desarrollo-final.pdf](https://cuitivaboyaca.micolombiadigital.gov.co/sites/cuitivaboyaca/content/files/000166/8298_plan-de-desarrollo-final.pdf)

Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. (2020). Gestión integral del recurso hídrico.

Recuperado de: <https://www.minambiente.gov.co/index.php/gestion-integral-del-recurso-hidrico>

Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. (2013). Gobernanza del agua. Recuperado de:

<https://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/1957-gobernanza-del-agua>

Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. (2011). Cultura del agua. Recuperado de:

<https://www.minambiente.gov.co/index.php/gestion-integral-del-recurso->

hidrico/gobernanza-del-agua/programa-de-cultura-del-agua-participacion-y-transformacion-de-conflictos-relacionados-con-el-recurso-hidrico/cultura-del-agua

Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. (2018). Guía Para El Uso Eficiente y ahorro del agua. Recuperado de: <https://www.minambiente.gov.co/index.php/gestion-integral-del-recurso-hidrico/administracion-del-recurso-hidrico/demanda/uso-eficiente-y-ahorro-de-agua>

Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. (2020). Observatorio Colombiano de Gobernanza del Agua. Recuperado de: <http://www.ideam.gov.co/web/ocga/glosario>

Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. (2018). Decreto 1090. Recuperado de: <https://dapre.presidencia.gov.co/normativa/normativa/DECRETO%201090%20DEL%2028%20DE%20JUNIO%20DE%202018.pdf>

Ministerio De La Protección Social Ministerio De Ambiente, Vivienda Y Desarrollo Territorial. (2007). Resolución 2115. Recuperado De: [https://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/Legislacion\\_del\\_agua/Resoluci%C3%B3n\\_2115.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/Legislacion_del_agua/Resoluci%C3%B3n_2115.pdf)

Ministerio De Ambiente Y Desarrollo Sostenible, Agricultura, Vivienda, Comercio. (2014). Documento COMPES De Manejo Ambiental Integral De La Cuenca Hidrográfica Del Lago De Tota. Recuperado de:

<https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/conpes/12-Conpes%20No.%203801-2014.pdf>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2018). Guía para el uso eficiente y ahorro del Agua. Recuperado de:

[https://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/Usos-eficiente-y-ahorro-del-agua/GUIA\\_USO\\_EFICIENTE\\_DEL\\_AGUA.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/Usos-eficiente-y-ahorro-del-agua/GUIA_USO_EFICIENTE_DEL_AGUA.pdf)

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2020). Uso y aprovechamiento del agua.

Recuperado de: <https://www.minambiente.gov.co/index.php/gestion-integral-del-recurso-hidrico/administracion-del-recurso-hidrico/demanda/uso-y-aprovechamiento-del-agua#:~:text=La%20concesi%C3%B3n%20de%20aguas%20superficiales,abrevaderos%20cuando%20se%20requiera%20derivaci%C3%B3n.>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2020). Glosario Juridico Gobernanza del Agua.

Recuperado de:

<http://www.ideam.gov.co/web/ocga/glosario#:~:text=M%C3%ADnimo%20Vital%3A%20el%20m%C3%ADnimo%20vital,domiciliarios%20a%20todos%20los%20colombianos.>

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Viceministerio De Ambiente. (2010).

Politica Nacional Para La gestión Integral del Recurso Hidrico. Recuperado De:

<https://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/Presenta>

ci%C3%B3n\_Pol%C3%ADtica\_Nacional\_-\_Gesti%C3%B3n\_libro\_pol\_nal\_rec\_hidrico.pdf

Ministerio de Vivienda. Comisión de regulación de agua potable y saneamiento básico CRA.

(2014). Marco Tarifario para los servicios públicos de Acueducto y Alcantarillado Nivel de pérdidas aceptable. Recuperado de:

<https://tramitesccu.cra.gov.co/normatividad/admon1202/files/3.%20Documento%20de%20trabajo%20Perdidas.pdf>

Ministerio de Salud Pública. (1998). Decreto 475 de 1998. Recuperado de:

[https://www.minsalud.gov.co/Normatividad\\_Nuevo/DECRETO%200475%20DE%201998.PDF](https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/DECRETO%200475%20DE%201998.PDF)

Gobernación de Boyacá. (2012). Mapa de riesgo de la calidad del agua para consumo humano de la laguna de tota, fuente abastecedora del casco urbano de los municipios de firavitoba y Cuítiva. Recuperado de: [https://www.boyaca.gov.co/secretariasalud/wp-content/uploads/sites/67/2014/07/images\\_Documentos\\_Salud\\_Publica\\_Ano\\_2014\\_AGU\\_A\\_CONSUMO\\_HUMANO\\_MAPA\\_RIESGO\\_MAPA-DE-RIESGO-DE-LA-LAGUNA-DE-TOTA.pdf](https://www.boyaca.gov.co/secretariasalud/wp-content/uploads/sites/67/2014/07/images_Documentos_Salud_Publica_Ano_2014_AGU_A_CONSUMO_HUMANO_MAPA_RIESGO_MAPA-DE-RIESGO-DE-LA-LAGUNA-DE-TOTA.pdf)

Organización De Las Naciones Unidas Para La Alimentación Y La Agricultura. FAO. (2013).

Afrontar La Escasez De Agua. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/a-i3015s.pdf>

Organización mundial de la salud. OMS. Programa De Las Naciones Unidas Para El Desarrollo.

(2015). Objetivo 6: Agua Limpia Y Saneamiento. Recuperado De:

<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/water-and-sanitation/>

Organización de las Naciones unidas ONU. (2019). Desarrollo de los recursos hídricos 2019.

Recuperado de: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000367304>

Organización mundial de la salud. OMS. Programa De Las Naciones Unidas Para El Desarrollo.

(2015). Objetivos de Desarrollo Sostenible. Recuperado De:

<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

Otzen Tamara. Y Manterola Carlos. (2017). Técnicas de muestreo sobre una población de

estudio. Recuperado de: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ijmorphol/v35n1/art37.pdf>

Presidencia De La República De Colombia. (1974). Decreto 2811. Recuperado De:

[https://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/normativa/Decreto\\_2811\\_de\\_1974.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/normativa/Decreto_2811_de_1974.pdf)

Presidencia de la República de Colombia. (1991). Constitución política de Colombia. Recuperado

de:

<https://www.corteconstitucional.gov.co/inicio/Constitucion%20politica%20de%20Colombia.pdf>



Presidencia de la República de Colombia. (1997). Decreto 3102. Recuperado de:

<https://www.habitatbogota.gov.co/decreto-3102#:~:text=Por%20el%20cual%20se%20reglamenta,de%20bajo%20consumo%20de%20agua>

Presidencia de la república de Colombia. (2015). Decreto 1076. Recuperado de:

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=78153>

Presidencia de la República de Colombia. (2007). Decreto 1575. Recuperado de:

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=30007#:~:text=El%20objeto%20del%20presente%20decreto,consumo%2C%20exceptuando%20el%20agua%20envasada.>

República de Colombia Ministerio De Agricultura. (1977). Decreto 1449. Recuperado De:

[https://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/Normativa/Decretos/dec\\_1449\\_270677.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/Normativa/Decretos/dec_1449_270677.pdf)

República De Colombia Ministerio De Agricultura.(1978). Decreto 1541. Recuperado De:

[https://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/normativa/Decreto\\_1541\\_de\\_1978.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/normativa/Decreto_1541_de_1978.pdf)

República De Colombia Ministerio De Desarrollo Económico. (2000). Resolución 1096.

Recuperado De: <http://www.minvivienda.gov.co/ResolucionesAgua/1096%20-%202000.pdf>

República De Colombia Viceministerio de Ambiente. (2010). Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico. Recuperado de:  
<https://www.minambiente.gov.co/index.php/gestion-integral-del-recurso-hidrico/direccion-integral-de-recurso-hidrico/politica-nacional-para-la-gestion-integral-del-recurso-hidrico>

Secretaria de salud de Boyacá. (2012). Mapa de riesgo de la calidad del agua para consumo humano de la alguna de tota, fuente abastecedora del casco urbano de los municipios de Firavitoba y Cuitiva. Recuperado de:  
[https://www.boyaca.gov.co/SecSalud/images/Documentos/Salud\\_Publica/Ano\\_2014/AGUA\\_CONSUMO\\_HUMANO/MAPA\\_RIESGO/MAPA%20DE%20RIESGO%20DE%20LA%20LAGUNA%20DE%20TOTA.pdf](https://www.boyaca.gov.co/SecSalud/images/Documentos/Salud_Publica/Ano_2014/AGUA_CONSUMO_HUMANO/MAPA_RIESGO/MAPA%20DE%20RIESGO%20DE%20LA%20LAGUNA%20DE%20TOTA.pdf)

Secretaria de salud de Boyacá. (2019). Análisis fisicoquímico agua lago de Tota. Recuperado de:  
<https://www.boyaca.gov.co/secretariasalud/servicio-analisis-muestras-por-parte-del-laboratorio-de-salud-publica-en-el-departamento-de-boyaca/>

Secretaria de salud de Boyacá. (2012). Mapa de riesgo de la calidad del agua para consumo humano de la alguna de tota, fuente abastecedora del casco urbano de los municipios de Firavitoba y Cuitiva. Recuperado de:  
[https://www.boyaca.gov.co/SecSalud/images/Documentos/Salud\\_Publica/Ano\\_2014/AGUA\\_CONSUMO\\_HUMANO/MAPA\\_RIESGO/MAPA%20DE%20RIESGO%20DE%20LA%20LAGUNA%20DE%20TOTA.pdf](https://www.boyaca.gov.co/SecSalud/images/Documentos/Salud_Publica/Ano_2014/AGUA_CONSUMO_HUMANO/MAPA_RIESGO/MAPA%20DE%20RIESGO%20DE%20LA%20LAGUNA%20DE%20TOTA.pdf)

Sistema De Información Ambiental De Colombia SIAC. (2020). Agua. Recuperado de:

<http://www.siac.gov.co/aguaques#:~:text=El%20agua%20es%20un%20compuesto,que%20gobiernan%20el%20medio%20natural.>

Sistema De Información Ambiental De Colombia SIAC. 2020. Biodiversidad. Recuperado de:

<http://www.siac.gov.co/biodiversidad#:~:text=De%20acuerdo%20al%20CDB%20la,de%20cada%20especie%2C%20entre%20las>

Unidad de planeación minero energética UPME. (2015). Guía Para La Elaboración Del Programa

De Uso Eficiente Y Ahorro Del Agua En La Minería De Metales Preciosos Y Carbón

Pueaa. Recuperado de:

[http://www.upme.gov.co/SeccionMineria\\_sp/Guia\\_programa\\_uso\\_eficiente\\_ahorro\\_agua\\_en\\_la\\_mineria.pdf](http://www.upme.gov.co/SeccionMineria_sp/Guia_programa_uso_eficiente_ahorro_agua_en_la_mineria.pdf)

Viceministerio De Agua Y Saneamiento Básico Colombia. (2000). Reglamento Técnico Del

Sector De Agua Potable Y Saneamiento Básico - RAS Titulo B. Recuperado De:

<http://www.minvivienda.gov.co/Documents/ViceministerioAgua/TITULOB%20030714.pdf>

## **Anexos**

### **Matriz de control y seguimiento**

Se elabora una matriz como una herramienta de seguimiento y control para la alcaldía y la empresa prestadora del servicio público.

## Matriz de Pueaa del acueducto centro del municipio de Cúitiva

| N° | Proyecto  | N°  | Actividad  | Meta                  | Indicador  | Responsable   | CRONOGRAMA |    |      |   |      |    |      |   | TOTAL | COSTOS | Fuentes De Financiamiento |               |                                      |
|----|---|-----|--|-----------------------|--|---|------------|----|------|---|------|----|------|---|-------|--------|---------------------------|---------------|--------------------------------------|
|    |   |     |  |                       |  |   | 2021       | %  | 2022 | % | 2023 | %  | 2024 | % |       |        |                           | 2025          | %                                    |
| 1  | Conservación y protección de nacimientos y áreas estratégicas | 1.1 | Priorizar áreas de importancia ambiental para la cuenca del Lago de Tota, en coordinación y/o concertación con la Corporación Autónoma Regional de Boyacá, teniendo en cuenta lo establecido en el Artículo 111 de la Ley 99 de 1993, y el POMCA del Lago de Tota. | 2 predios priorizados | Número de predios priorizados/<br>Predios Identificados o diagnosticados | Alcaldía de Cúitiva (secretaría de Planeación)<br>Corpoboyacá | 1          | 50 | 0    | 0 | 1    | 50 | 0    | 0 | 0     | 0      | 50                        | \$ 17.000.000 | Recursos Artículo 111 Ley 99/93. SGP |

|     |  |   |  |  |   |   |   |    |   |    |   |   |   |    |   |                   |   |
|-----|--|---|--|--|---|---|---|----|---|----|---|---|---|----|---|-------------------|---|
| 1.2 | Realizar convenios en conjunto con otras alcaldías y Corpoboyacá para la compra de predios priorizados.          | Dos convenios para la compra de predios | Número predios comprados / número de predios priorizados   | Alcaldía de Cúitiva (secretaría de Planeación) Corpoboyacá Gobernación de Boyacá | 0 | 0 | 0 | 0  | 1 | 50 | 0 | 0 | 1 | 50 | 2 | \$ 100.000.000,00 | Recursos Artículo 111 Ley 99/93, SGP                        |
| 1.3 | Realizar monitoreos de calidad y oferta de fuentes hídricas aportantes al Lago de Tota y/ al propio Lago de Tota | 2 monitoreos /estudios realizados       | Número de monitoreos realizados / número de fuentes aportantes al lago de tota o fuente directa lago de Tota | Alcaldía, IDEAM, Corpoboyacá, empresa prestadores del servicio                   | 0 | 0 | 1 | 50 | 0 | 0  | 0 | 0 | 1 | 50 | 2 | \$ 27.000.000,00  | Recursos SGP Alcaldía Compensaciones ambientes, Corpoboyacá |

---

|     |   |                    |  |  |   |   |   |   |   |    |   |    |   |                  |   |
|-----|---|--------------------|--|--|---|---|---|---|---|----|---|----|---|------------------|---|
| 1.4 | Reforestar con especies nativas predios previamente adquiridos, o participar en convenio con otra entidad para llevarla a cabo. | 3 Has reforestadas | Número Has reforestadas / Has a reforestar | Alcaldía de Cúitiva, Corpoboyacá y Gobernación de Boyacá | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 67 | 1 | 33 | 3 | \$ 50.000.000,00 | Recursos SGP Alcaldía Compensaciones ambientes, Corpoboyacá |
|-----|---|--------------------|--|--|---|---|---|---|---|----|---|----|---|------------------|---|

---

---

|   |   |     |   |   |  |  |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |    |                     |                                      |
|---|---|-----|---|---|--|--|---|----|---|----|---|----|---|----|---|----|----|---------------------|--------------------------------------|
| 2 | Mejora<br>miento<br>o del<br>sistema<br>de<br>acuedu<br>cto<br>para<br>garanti<br>zar el<br>suminis<br>tro<br>de agua<br>potable<br>en<br>calidad<br>y<br>cantida<br>d y<br>reducci<br>ón de<br>pérdida<br>s. | 2.1 | Realizar<br>mantenimie<br>nto de la<br>planta de<br>agua<br>potable, que<br>incluya<br>además<br>captación,<br>aducción y<br>almacenami<br>ento | Dos<br>(2)<br>mante<br>nimien<br>to<br>por<br>año                     | Número de<br>mantenimi<br>ento<br>s                    | Empresa<br>prestador<br>a del<br>servicio<br>de<br>acueduct<br>o | 2 | 20 | 2 | 20 | 2 | 20 | 2 | 20 | 2 | 20 | 10 | \$<br>23.000.000,00 | Recursos<br>propios<br>de inversión. |
|   |   | 2.2 | Implementa<br>r un<br>plan de<br>identificaci<br>ón y<br>reparación<br>de<br>fugas en las<br>redes de<br>distribución                           | Una<br>(1)<br>revisió<br>n y/o<br>mante<br>nimien<br>to<br>por<br>año | Número de<br>revisiones<br>y<br>mantenimi<br>ento<br>s | Empresa<br>prestador<br>a del<br>servicio<br>de<br>acueduct<br>o | 1 | 20 | 1 | 20 | 1 | 20 | 1 | 20 | 1 | 20 | 5  | \$<br>6.000.000,00  | Recursos<br>propios<br>de inversión. |

---



---

|     |   |  |   |  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |                     |                                |
|-----|---|--|---|--|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|---------------------|--------------------------------|
| 2.3 | Instalación de macromedidores en el sistema de acueducto                  | Instalar 2 macromedidores                    | Número de macromedidores instalados                 | Empresa prestadora del servicio de acueducto           | 1  | 50 | 1  | 50 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 2   | \$<br>2.300.000,00  | Recursos propios de inversión. |
| 2.4 | Instalación de micromedidores en el sistema de acueducto.                 | Instalar 148 (100% cobertura) micromedidores | Número de micromedidores / número de usuarios * 100 | Usuarios, empresa prestadora del servicio de acueducto | 30 | 20 | 30 | 20 | 30 | 20 | 30 | 20 | 28 | 19 | 148 | \$<br>16.000.000,00 | Recursos particulares          |
| 2.5 | Realizar monitoreos de caudal y análisis físicoquímicos y bacteriológicos | 2 monitoreos por año                         | Número de monitoreos                                | Empresa prestadora del servicio de acueducto           | 2  | 20 | 2  | 20 | 2  | 20 | 2  | 20 | 2  | 20 | 10  | \$<br>16.000.000,00 | Recursos propios de inversión  |

---

---

|     |   |   |   |  |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |                  |                               |
|-----|---|---|---|--|---|----|---|----|---|----|---|----|---|----|---|------------------|-------------------------------|
| 2.6 | Realizar un estudio tarifario con el objetivo de mejorar el recaudo y un cobro por metro cúbico consumido | Un estudio tarifario realizado e implementado | Cobro por metro cúbico consumido          | Alcaldía Municipal, empresa prestadora del servicio de acueducto | 1 | ## | 0 | 0  | 0 | 0  | 0 | 0  | 0 | 0  | 1 | \$ 17.000.000,00 | Recursos propios de inversión |
| 2.7 | Formular y adoptar la política de ahorro y uso racional del agua  | Una política adoptada                         | Política adoptada y promulgada            | Alcaldía-Empresa de servicios                                    | 1 | ## | 0 | 0  | 0 | 0  | 0 | 0  | 0 | 0  | 1 | \$ 2.500.000,00  | Recursos propios de inversión |
| 2.8 | Formular y adoptar la política de ahorro y uso racional del agua  | Una vez al año                                | Revisión y limpieza al punto de captación | Empresa prestadora del servicio de acueducto                     | 1 | 20 | 1 | 20 | 1 | 20 | 1 | 20 | 1 | 20 | 5 | \$ 5.000.000,00  | Recursos propios de inversión |

---

|   |   |     |  |                                   |                                       |   |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |    |                  |   |
|---|---|-----|--|-----------------------------------|---------------------------------------|---|---|----|---|----|---|----|---|----|---|----|----|------------------|---|
| 3 | Educación Ambiental e implementación de nuevas tecnologías para el ahorro del agua. | 3.1 | Realizar charlas educativas de concientización a los usuarios en el uso racional del recurso.                | 10 eventos y/o talleres           | Número de eventos usuarios asistentes | Empresa prestadora del servicio/ alcaldía municipal   | 2 | 20 | 2 | 20 | 2 | 20 | 2 | 20 | 2 | 20 | 10 | \$ 3.200.000,00  | Recursos propios de inversión- SGP de la Alcaldía Municipal |
|   |   | 3.2 | Fortalecer la coordinación interinstitucional, para el manejo, conservación y protección del recurso hídrico | 2 convenios de PRAE S y PROC EDAS | Número de convenios suscritos         | Empresa prestadora del servicio- Alcaldía Corpoboyacá | 0 | 0  | 1 | 50 | 0 | 0  | 0 | 0  | 1 | 50 | 2  | \$ 32.000.000,00 | Recursos propios de SGP de las Alcaldía Corpoboyacá         |

---

|     |   |   |   |  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |                  |  |
|-----|---|---|---|--|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|------------------|--|
| 3.3 | Cofinanciar la adquisición de equipos ahorradores de agua, para los usuarios        | 80 usuarios con elementos ahorradores de agua | Usuarios beneficiados/ usuarios totales | Usuarios, Alcaldía, empresa prestadores del servicio | 10 | 13 | 10 | 13 | 20 | 25 | 20 | 25 | 20 | 25 | 80 | \$ 32.600.000,00 | Recursos particulares, recursos de inversión y SGP de la Alcaldía. |
| 3.4 | Educación Ambiental e implementación de nuevas tecnologías para el ahorro del agua. | Una vez al año                                | Número de personas capacitadas          | Empresa prestadora del servicio                      | 1  | 20 | 1  | 20 | 1  | 20 | 1  | 20 | 1  | 20 | 5  | \$ 2.000.000,00  | Recursos propios de inversión                                      |

---

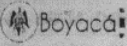
---

|     |   |   |   |                                 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |                    |                               |
|-----|---|---|---|---------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|--------------------|-------------------------------|
| 3.5 | Educación Ambiental e implementación de nuevas tecnologías para el ahorro del agua. | Reuniones, debates y acciones junto a la comunidad. Por lo menos una vez cada cuatro meses. | Número de acciones desarrolladas en pro de una Ptar para la comunidad . | Empresa prestadora del servicio | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 50 | 50 | \$<br>5.000.000,00 | Recursos propios de inversión |
|-----|---|---|---|---------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|--------------------|-------------------------------|

---

*Análisis, caracterización, fisicoquímico, y microbiológico del agua.*

| Boyacá   |   | FORMATO   | VERSIÓN: 0                |                    |             |
|--|---|---|---------------------------|--------------------|-------------|
| INFORME DE ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO |   | CÓDIGO: M-GS-L5-F-088                           | FECHA: 26/Ago/2019        |                    |             |
| NIT: 900306390   | Persona Prestadora: - EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DEL MUNICIPIO DE CUITIVA S.A. ESP |   |                           |                    |             |
| <b>INFORMACIÓN DE LA MUESTRA</b>                               |   |   |                           |                    |             |
| Muestra No: 81   | Código laboratorio: 3832 AG-19  | Contramuestra pp: No                            |                           |                    |             |
| Fecha de toma: 04/11/2019 16:34:00                             | Fecha de recep. laboratorio: 05/11/2019 8:48:00                                       | Fecha análisis laboratorio: 05/11/2019 14:20:00 |                           |                    |             |
| Muestra Tomada por: REINALDA LEÓN AGUILAR                      | Desinfectante: HIPOCLORITO DE CALCIO  | Coagulante: NO UTILIZA                          |                           |                    |             |
| Análisis Solicitados: Fisicoquímico, Microbiológico            | Resultados para: Vigilancia   | Tipo de muestra: Tratada                        |                           |                    |             |
| <b>INFORMACIÓN DEL LABORATORIO</b>                             |   |   |                           |                    |             |
| Código: 146  | Nombre: LABORATORIO DE SALUD PÚBLICA DE BOYACA  | Teléfono: 7 420115                              |                           |                    |             |
| Fax: 7 420115  | Dirección: CALLE 23 NO. 12 - 74   | Email:  |                           |                    |             |
| Página WEB:  |   |   |                           |                    |             |
| <b>INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE</b>                             |   |   |                           |                    |             |
| Nombre: GOBERNACION DE BOYACA                                  | Departamento: Boyacá  | Municipio: Tunja                                |                           |                    |             |
| <b>INFORMACIÓN DEL PUNTO DE TOMA</b>                           |   |   |                           |                    |             |
| Departamento: Boyacá   | Municipio: Cuitiva  | Población: 0,00                                 | Clase: Cabecera Municipal |                    |             |
| Lugar: COLEGIO SANTO DOMINGO SAVIO - SECCION PRIMARIA          | Descripción: -GRIFO DIRECTO DE RED. CODIGO 0003.                                      | Código punto: 3                                 |                           |                    |             |
| Dirección: PARTE POSTERIOR DE LA UNIDAD SANITARIA.             | GPS:  | Fuente: -LAGO DE TOTA                           |                           |                    |             |
| Concertado: SI   | Intradomiciliario: No   |   |                           |                    |             |
| <b>ANÁLISIS FISIQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS</b>                 |   |   |                           |                    |             |
| Característica   | Método  | Resultado                                       | Unidades                  | Valores Aceptables | Diagnóstico |
| Cloro residual libre   | Kit   | 0,6   | mg Cl <sub>2</sub> /L     | ≥ 0,3 ≤ 2          | Aceptable   |
| Cloruros   | Argentométrico  | 19,36   | mg Cl <sup>-</sup> /L     | ≥ 0 ≤ 250          | Aceptable   |
| Coliformes totales   | Sustrato definido   | 0   | UFC/100ml - NMP/100ml     | ≥ 0 ≤ 0            | Aceptable   |
| Color aparente   | Comparación visual  | 5   | UPC                       | ≥ 0 ≤ 15           | Aceptable   |
| Dureza total   | Volumétrico EDTA  | 49,29   | mg CaCO <sub>3</sub> /L   | ≥ 0 ≤ 300          | Aceptable   |
| E. coli  | Sustrato definido   | 0   | UFC/100ml - NMP/100ml     | ≥ 0 ≤ 0            | Aceptable   |
| Fosfatos   | Espectrofotométrico   | 0,053   | mg PO <sub>4</sub> 3-/L   | ≥ 0 ≤ 0,5          | Aceptable   |
| ph   | Kit   | 7,8   | Unidades de PH            | ≥ 6,5 ≤ 9          | Aceptable   |
| Turbiedad  | Nefelométrico   | 0,5   | UNT                       | ≥ 0 ≤ 2            | Aceptable   |
| <b>ANÁLISIS ESPECIALES</b>                                     |   |   |                           |                    |             |
| Característica   | Método  | Resultado                                       | Unidades                  | Valores Aceptables | Diagnóstico |
| <b>CARACTERÍSTICAS ADICIONALES**</b>                           |   |   |                           |                    |             |
| Característica   | Método  | Resultado                                       | Unidades                  |                    |             |

|   |  |                                     |
|---|--|-------------------------------------|
|  | FORMATO  | VERSIÓN: 0<br>CÓDIGO: M-GS-LS-F-088 |
|   | INFORME DE ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO | FECHA: 26/Ago/2019                  |

\*\*IRCA sin tomar en cuenta las características adicionales no considerados en la resolución 2115 de 2007.


**OBSERVACIONES:** Los datos de pH y Cloro corresponden a los determinados in situ por el T.S.A.

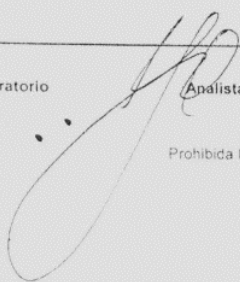
**NOTA:** Según los parámetros analizados, la muestra de agua se clasifica en el nivel de riesgo: SIN RIESGO. Es apta para consumo humano desde el punto de vista Microbiológico según la resolución 2115 del 2007 del MPS / MAVDT.

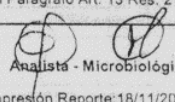
**CARACTERÍSTICAS ANALIZADOS:** 9

| Índice de Riesgo de la Calidad del Agua IRCA |                     |                       |              |
|--|---------------------|-----------------------|--------------|
| Características para IRCA: 9                 | IRCA BÁSICO: 0,00 % | IRCA ESPECIAL: 0,00 % | IRCA: 0,00 % |
| Nivel de riesgo: SIN RIESGO                  |                     |                       |              |

IRCA Básico: Según Cuadro 6 Art. 13 Res. 2115 de 2007  
IRCA Especial: Según Parágrafo Art. 13 Res. 211


 Coordinador del Laboratorio


 Analista - Físicoquímico


 Analista - Microbiológico

Impresión Reporte: 18/11/2015

Prohibida la reproducción parcial o total de este informe sin la autorización escrita del laboratorio.

3632 AG-19

El Laboratorio Departamental de Salud Pública de Boyacá (LDSP) implementó el Sistema de Aseguramiento de la Calidad, bajo los lineamientos de la norma ISO IEC 17025/2005. Las Metodologías Validadas en el LDSP de Boyacá, **Cumplen** con los requisitos establecidos para el uso previsto. El reporte corresponde a una muestra tomada por el Técnico, recibida y procesada en el Laboratorio.

Las muestras de agua reportadas por el LDSP son analizadas y avaladas por:

Rol Líder de Equipo: Código 5274  
 Rol Responsable Técnico Microbiología de aguas- Rol Par técnico revisor No 13: Código 5260  
 Rol Analista microbiológico No 16: Código: 1017  
 Rol Par técnico revisor Parasitología No 20: Código 3194  
 Rol Responsable Técnico Físicoquímico de aguas- No 39: Código 1099  
 Rol Analista Físicoquímico- Rol Par técnico revisor No 34: Código 1046  
 Rol Analista Físicoquímico- Rol Par técnico revisor No 39: Código 1099

**"Este informe expresa fielmente los resultados de la muestra Analizada. NO podrá ser modificado ni total ni parcialmente, sin la aprobación escrita del Laboratorio Departamental de Salud Pública de Boyacá que lo emite".**

SD Sin Dato  
Las unidades de reporte para la Característica de Coliformes Totales y E. coli es NMP/100 cm<sup>3</sup>

Página 2

**Imagen 16** caracterización, físicoquímico, y microbiológico del agua

Fuente: Secretaria de Salud De Boyacá.

### Formatos de entrevista o reunión

**FORMATO PARA ENTREVISTA / REUNION**  
Recolección de información Primaria

Ciudad y Fecha: Cuitiva 7 agosto de 2019

| DATOS PERSONA ENTREVISTADA                               | DATOS ENTREVISTADOR                                |
|--|--|
| Empresa: <u>Empresa de Servicios Públicos de Cuitiva</u> | Entidad: <u>UNAD</u>                               |
| Nombre: <u>Monica Andrea Castellanos</u>                 | Nombre: <u>Luis Ariel Ferrero Alvarado</u>         |
| Función: <u>Gerente</u>                                  | Función: <u>Estudiante pregrado Ing. Ambiental</u> |

**Objetivo de la Reunión**


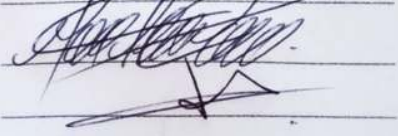
Recoger información necesaria para el desarrollo del trabajo de grado proyecto aplicado denominado, Formular el programa de uso eficiente y ahorro de agua PUEAA, para el sistema de Captación, tratamiento, y suministro de agua potable del arveducto del sector Centro del Casco urbano del municipio de Cuitiva Boruca.

**Temas Desarrollados En La Presente Reunión**

Indagar acerca de la entidad prestadora del servicio, su infraestructura, operación del arveducto, número de usuarios, Calidad del agua, identificación de fuentes abastecedoras, descripción de los diferentes procesos, estado actual, Caracterización de los elementos de distribución del sistema de abastecimiento, medidores, almacenamiento, extracción, Concesiones dadas por la Corporación, Consumos, protecciones, programas de detección Control y reducción de pérdidas, planes de acción, Campañas educativas con los usuarios, información técnica y ambiental y demás información relevante para el desarrollo del proyecto.

**Observaciones**

Se programa reunión con el asistente de gerencia para entrega de documentación necesaria para el desarrollo del proyecto, así mismo se organiza visita a la PETAP y tanque de almacenamiento con el fontanero operativo encargado del arveducto.

| Nombre participante                | Firma  |
|------------------------------------|--|
| <u>Monica Andrea Castellanos</u>   |  |
| <u>Luis Ariel Ferrero Alvarado</u> |  |

**Ilustración 17** Formato Entrevista Reunión

Fuente: El Autor.



**FORMATO PARA ENTREVISTA / REUNION**  
Recolección de información Primaria

Ciudad y Fecha: Cuitiva 9 agosto de 2019

| <b>DATOS PERSONA ENTREVISTADA</b>                        |                      | <b>DATOS ENTREVISTADOR</b>                         |  |
|--|----------------------|--|--|
| Empresa: <u>Empresa de Servicios Públicos de Cuitiva</u> | Entidad: <u>UMAD</u> | Nombre: <u>Luis Ariel Forero Alvarado</u>          |  |
| Nombre: <u>Hector Alfonso Vargas Mora</u>                |                      | Función: <u>Estudiante Pregrado Ing. Ambiental</u> |  |
| Función: <u>Asistente Gerencia</u>                       |                      |  |  |

**Objetivo de la Reunión**

Recoger información necesaria para el desarrollo del trabajo de grado proyecto aplicado denominado formular el programa de uso eficiente y ahorro de agua PUEAA, para el sistema de captación, tratamiento, y suministro de agua potable del acueducto del sector Centro del casco urbano del municipio de Cuitiva, Boyacá.

**Temas Desarrollados En La Presente Reunión**

Recoger información y documentación necesaria en formato físico y digital para el desarrollo del proyecto de trabajo de grado.

**Observaciones**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

| <b>Nombre participante</b>        | <b>Firma</b>   |
|-----------------------------------|----------------|
| <u>Hector Alfonso Vargas Mora</u> | <u>[Firma]</u> |
| <u>Luis Ariel Forero Alvarado</u> | <u>[Firma]</u> |

**Ilustración 18** Formato Entrevista Reunión

Fuente: El Autor.

**FORMATO PARA ENTREVISTA / REUNION**  
**Recolección de información Primaria**

**Ciudad y Fecha:** Cutiva 9 de agosto de 2019

|   |  |
|---|--|
| <b>DATOS PERSONA ENTREVISTADA</b>                       | <b>DATOS ENTREVISTADOR</b>                         |
| Empresa: <u>Empresa de Servicios Públicos de Cutiva</u> | Entidad: <u>UNAD</u>                               |
| Nombre: <u>Marcos Antonio Barrera</u>                   | Nombre: <u>Luis Ariel Forero Alvarado</u>          |
| Función: <u>Fontanero operario acueducto Centro</u>     | Función: <u>Estudiante pregrado Ing Ambiental.</u> |

**Objetivo de la Reunión**

Recoger información y realizar visita a la infraestructura del acueducto del Sector Centro del municipio, a fin de reunir datos para el desarrollo del trabajo de grado

**Temas Desarrollados En La Presente Reunión**

Realizar reconocimiento de la cuenca hidrográfica, fuente abastecedora, infraestructura, planta de tratamiento, aducción, línea de conducción, sistema de almacenamiento, elementos de distribución del sistema de abastecimiento, medidores.

Asimismo se estableció la descripción de los diferentes procesos, operación del acueducto, estado actual y demás información relevante para el desarrollo del proyecto.

**Observaciones**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

|                                   |                |
|-----------------------------------|----------------|
| <b>Nombre participante</b>        | <b>Firma</b>   |
| <u>Marcos Antonio Barrera</u>     | <u>[Firma]</u> |
| <u>Luis Ariel Forero Alvarado</u> | <u>[Firma]</u> |

**Ilustración 19** Formato Entrevista Reunión

Fuente: El Autor.

**FORMATO PARA ENTREVISTA / REUNION**  
Recolección de información Primaria

Ciudad y Fecha: Cutiva, 24 de Septiembre de 2019.

| DATOS PERSONA ENTREVISTADA                          | DATOS ENTREVISTADOR                                |
|---|--|
| Empresa: <u>Alcaldia Municipio de Cutiva.</u>       | Entidad: <u>UNAD</u>                               |
| Nombre: <u>Hugo Fernando Mesa Chaparro</u>          | Nombre: <u>Luis Ariel Forero Alvarado</u>          |
| Función: <u>Secretario de Planeación Municipal.</u> | Función: <u>Estudiante pregrado Ing Ambiental.</u> |

**Objetivo de la Reunión**

Recoger información necesaria para el desarrollo del trabajo de grado proyecto aplicado denominado. Formular el programa de uso eficiente y ahorro de agua PUEAA, para el sistema de captación, tratamiento y suministro de agua potable del acueducto del sector Centro del casco urbano del municipio de Cutiva, Botuca.

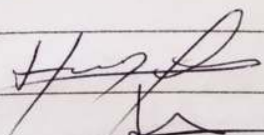
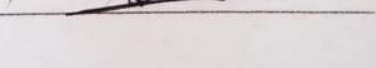
**Temas Desarrollados En La Presente Reunión**

Solicitar información y documentación necesaria, como esquemas de ordenamiento territorial EDT, plan de desarrollo municipal, plan de ordenamiento y manejo de la cuenca del lago de Tota POMCA, mapa de riesgo de la calidad de agua para consumo humano de la laguna de Tota, Compes 3801 manejo ambiental integral de la cuenca hidrográfica del lago de Tota, demografía y población y demás información de importancia para el desarrollo del proyecto

---

**Observaciones**

Se programa reunión con la oficina de sistren municipal a fin de obtener información acerca de la demografía y población del municipio.

| Nombre participante               | Firma   |
|-----------------------------------|---|
| <u>Hugo Fernando Mesa</u>         | <u></u> |
| <u>Luis Ariel Forero Alvarado</u> | <u></u> |

**Ilustración 20** Formato Entrevista Reunión

Fuente: El Autor.

**FORMATO PARA ENTREVISTA / REUNION**  
Recolección de información Primaria

Ciudad y Fecha: Cuitiva, 30 de septiembre de 2019.

| DATOS PERSONA ENTREVISTADA                      | DATOS ENTREVISTADOR                                 |
|---|---|
| Empresa: <u>Alcaldía Municipio de Cuitiva.</u>  | Entidad: <u>UNAD</u>                                |
| Nombre: <u>Ingrid Fabiola Vargas</u>            | Nombre: <u>Luis Ariel Forero Alvarado</u>           |
| Función: <u>Administradora Sísbrm municipal</u> | Función: <u>estudiante pregrado Ing. Ambiental.</u> |

**Objetivo de la Reunión**

Obtener información necesaria para el desarrollo del trabajo de grado proyecto aplicado denominado Formular el programa de uso eficiente y ahorro de agua POEAA, para el sistema de captación, tratamiento, y suministro de agua potable del acueducto del sector Centro del casco urbano del municipio de Cuitiva, Botocón.

**Temas Desarrollados En La Presente Reunión**

Solicitar información acerca de demografía y población del municipio, necesaria para el desarrollo del proyecto.

---



---



---



---



---

**Observaciones**

---



---



---



---

| Nombre participante               | Firma                        |
|-----------------------------------|------------------------------|
| <u>Ingrid Fabiola Vargas</u>      | <u>Ingrid Fabiola Vargas</u> |
| <u>Luis Ariel Forero Alvarado</u> | <u>[Firma]</u>               |

**Ilustración 21** Formato Entrevista Reunión

Fuente: El Autor.