

VALORACIÓN AMBIENTAL DEL SERVICIO ECOSISTÉMICO DE
APROVISIONAMIENTO DE AGUA EN LA QUEBRADA GUATE PARA LAS
VEREDAS PERIQUITO, CAMBULAR Y CENTRO PARTE ALTA DEL MUNICIPIO
DE BITUIMA, CUNDINAMARCA



CARLA ISABEL MESA CAMELO

PROYECTO DE GRADO

DIRECTOR: ING. DIEGO FERNANDO BEDOYA

UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA INGENIERÍA AMBIENTAL

2019

DEDICATORIA

A Dios quien como guía estuvo presente en cada uno de mis pasos y me dio fuerza, ánimo y esperanza para continuar.

Esta tesis está dedicada a la memoria de mi abuela Inés, quien siempre me inculco no desfallecer y me lleno de amor, a mi padre Juan Carlos que es mi héroe y ejemplo a seguir, a mi madre Carmelina que es mi gran pilar y mi mejor amiga, a mi hermano Juan Carlos que, aunque a veces parezca duro siempre me apoya, a mi hermano Miguel que en mis días grises me lleno de amor y sonrisas, al team. Esto se lo dedico principalmente a ellos, quienes con su amor, fe, incondicionalidad y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir uno de mis grandes sueños.

A mi municipio Bituima Cundinamarca y a su población por ayudarme en esta investigación. Bituima siempre será mi gran orgullo y mi más valioso tesoro, cuando inicie mi carrera prometí que mi trabajo de grado estaría basado en mi hogar y lo logre.

Finalmente, este trabajo está dedicado con mucho amor a mi familia quienes con su ejemplo me mantuvieron soñando cuando quise rendirme.

AGRADECIMIENTOS

Siempre a Dios.

Me van a faltar paginas para agradecer a cada una de las personas que no me dejaron renunciar y se involucraron en este sueño. No tan solo en la construcción de esta investigación sino en mi proceso universitario.

En primer lugar, agradezco a la universidad de Cundinamarca extensión Facatativá, a la facultad de ciencias agropecuarias y a cada uno de mis docentes por haberme formado como profesional y haberme inculcado grandes valores.

Agradezco también a mi director Ing. Diego Fernando Bedoya Ríos por emprender este reto junto a mí, por siempre decirme que ya faltaba poco, pero sobre todo por ser un gran amigo y brindarme todo su conocimiento, apoyo e incondicionalidad.

A Dani que fue quien me vio caer y con una voz de aliento me ayudo a continuar día a día, sin sus conocimientos y su amistad esto no hubiese sido posible.

A ti que fuiste mi compañero en este camino, quien me vio llorar y querer renunciar muchas veces y con un abrazo me ayudo a entender que todo estaría bien.

Gracias por las peleas, risas, conocimientos, noches enteras y aprendizaje a Dayana y Paula, que pusieron una tonelada de granitos de arena en esto, pero sobre todo gracias por su amistad.

Gracias por cruzarnos en esas escaleras y forjar esto tan lindo, a ti que fuiste quien creyó en mí cuando incluso yo no lo hice, gracias Juan.

A Jineth Sandro y Giovanni por creer en mí y por apoyar mis sueños.

Gracias a mi familia, a la señora bonita, a mis primos hermanos, abuelos, abuelas, tías, tíos, amigos, amigas, y a los sueños de Samuel, Alejandra, Victoria, Manuela y Sara.

Sin todos y cada uno de ustedes esto no hubiese sido posible. Gracias

Donde hay amor y entrega no existirán derrotas.

Con amor e infinito agradecimiento: Carla Isabel

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	8
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
3. JUSTIFICACIÓN.....	10
4. OBJETIVOS.....	11
4.1. GENERAL.....	11
4.2. ESPECIFICOS	11
5. MARCO CONCEPTUAL.....	11
5.1. CUENCA.....	11
5.2. ECOSISTEMA.....	12
5.3. VALORACIÓN CONTINGENTE	12
5.4. SERVICIOS AMBIENTALES.....	13
5.5. OFERTA HÍDRICA SUPERFICIAL.....	13
5.6. DEMANDA HÍDRICA:.....	14
5.7. BIODIVERSIDAD	14
5.8. IMPACTO	14
6. MARCO TEÓRICO.....	15
7. MARCO LEGAL	17
8. METODOLOGIA	19
8.1. ANÁLISIS DE INFORMACIÓN PREVIA	19
8.2. CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA.....	19
8.3. ESTIMACIÓN DE CAUDAL DE LA QUEBRADA.....	20
8.3.1. Método área velocidad:	20
8.3.2. Método del trazador con cloruro de sodio:	21
8.4. PROYECCIONES.....	22
8.4.1. Reconocimiento de usuarios:.....	22
8.4.2. Diseño de encuestas:.....	22
8.4.3. Ficha técnica:.....	23
8.4.4. Análisis descriptivos de las encuestas:.....	24
8.5. ANÁLISIS DIFERENCIA ENTRE OFERTA Y DEMANDA:.....	24
8.5.1. Análisis históricos de capacidad de pago y disponibilidad de pago:.....	24
8.5.2. CRA Régimen tarifario:	24

9. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	24
9.1. DELIMITACIÓN DE LA CUENCA.....	26
9.2. UBICACIÓN DE USUARIOS.....	28
9.4 ESTIMACIÓN DE CAUDALES.....	29
9.5. PROYECCIÓN POBLACIONAL.....	36
9.6. ANÁLISIS DE ENCUESTA DE VALORACIÓN CONTINGENTE.....	38
9.7. VALORACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO.....	47
10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	50
11. REFERENCIAS.....	51
10. ANEXOS.....	53

Lista de tablas

Tabla 1 Normativa Legal.....	17
Tabla 2 DDA	23
Tabla 3 Ficha Técnica.....	23
Tabla 4 Parámetros de las características morfométricas de la cuenca de la quebrada Guate.	27
Tabla 5 Datos del perfil del rio, Muestreo 26/10/18	29
Tabla 6 Datos del perfil del rio, Muestreo 25/02/19	29
Tabla 7 Resultados, método área velocidad Muestreo 26/10/18	30
Tabla 8 Resultados, método área velocidad Muestreo 25/02/19	30
Tabla 9 Resultados de medición de caudal por método de trazador con cloruro de sodio 26/10/2019	32
Tabla 10 Resultados de medición de caudal por método de trazador con cloruro de sodio 25/02/19	34
Tabla 11 Resultados, Proyección poblacional Veredal	36
Tabla 12 Proyección poblacional a 25 años de las veredas que hacen uso de la microcuenca	36
Tabla 13 Rangos tarifarios de la CRA, pequeños prestadores	47

Lista de Figuras

Fig. 1 Planteamiento del problema. Árbol de problemas, Causas-Efectos.....	9
Fig. 2 Aplicación del método de flotador para medición de Caudal	20
Fig. 3 Rejilla y punto de captación de agua para la bocatoma y previo sistema de distribución a los usuarios	25
Fig. 4 Mapa de delimitación de Microcuenca Quebrada Guate	26
Fig. 5 Mapa de ubicación de los usuarios de la microcuenca Quebrada Guate	28
Fig. 6 Perfil muestreo del lecho de la quebrada, 26/10/18	29
Fig. 7 Perfil muestreo del lecho de la quebrada, 25/02/19	29
Fig. 8 Medición de profundidades y ancho del punto de muestreo	31
Fig. 9 Graficas de conductividad eléctrica para el 26/10/18	32
Fig. 10 Graficas de concentración de sal para el 25/02/19.....	33
Fig. 11 Punto de Muestreo 26/10/18	33
Fig. 12 Graficas de conductividad eléctrica para el 25/10/18	34
Fig. 13 Gráficas de concentración de Salinidad para el 25/02/19	35
Fig. 14 Toma de muestras y medición de conductividad eléctrica.....	35
Fig. 15 Proyección poblacional a 25 años	37
Fig. 16 Tabulación preguntas 1, 2,9, y 12	38
Fig. 17 Tabulación pregunta 3.....	39
Fig. 18 Tabulación pregunta 4.....	40
Fig. 19 Tabulación pregunta 5.....	40
Fig. 20 Tabulación pregunta 6.....	41
Fig. 21 Tabulación pregunta 7.....	41
Fig. 22 Tabulación pregunta 8.....	42
Fig. 23 Tabulación pregunta 10.....	42
Fig. 24 Tabulación pregunta 11	43
Fig. 25 Tabulación pregunta 13.....	43
Fig. 26 Tabulación pregunta 14.....	44
Fig. 27 Tabulación pregunta 15.....	44
Fig. 28 Tabulación pregunta 16.....	45
Fig. 29 Tabulación pregunta 17.....	45
Fig. 30 Tabulación pregunta 18.....	46
Fig. 31 Tabulación pregunta 19.....	46

1. INTRODUCCIÓN

Un enfoque hacia los beneficios proporcionados por la naturaleza “servicios ecosistémicos” permite identificar las maneras directas e indirectas en que los seres vivos dependen del medio ambiente. La biodiversidad proporciona muchos beneficios fundamentales para el hombre, más allá del suministro de materias primas (PNUMA, 2010)

Los ecosistemas y la diversidad biológica que los mismos contienen, proveen de un flujo continuo de bienes y servicios esenciales para la prosperidad económica y otros aspectos del bienestar humano. El servicio del ecosistema se refiere al conjunto de condiciones y procesos a través de los cuales los ecosistemas naturales y las especies que estos albergan contribuyen a sustentar la vida humana (EFTEC, 2005) Farber, et al (2002), define “valoración” como el proceso de expresión de valor de una acción u objetivo particular. Por consiguiente, la “valoración” brinda la posibilidad de medida y de observación científica (PNUMA, et al. 2010)

Se debe tener en cuenta que los según la FAO (2019). Los servicios ecosistémicos hacen posible la vida humana, por ejemplo, al proporcionar alimentos nutritivos y agua limpia; al regular las enfermedades y el clima; al apoyar la polinización de los cultivos y la formación de suelos, y al ofrecer beneficios recreativos, culturales y espirituales. Si bien se estima que estos bienes tienen un valor de 125 billones de USD, no reciben la atención adecuada en las políticas y las normativas económicas, lo que significa que no se invierte lo suficiente en su protección y ordenación. En la siguiente sección, podrá obtener más información sobre los cuatro tipos de servicios que prestan los ecosistemas mundiales.

El hecho de que muchos servicios ambientales no poseen un mercado impide contar con una valoración de estos. A través de los métodos de valoración se intenta estimar el valor de uso de dichos servicios, para luego ser incorporado a un análisis costo beneficio el cual se utiliza como herramienta para la toma de decisiones. En términos generales los valores de uso de los mismos pueden no coincidir con el producto del precio y la cantidad del servicio ambiental. (PNUMA, et al. 2010)

Según el “Esquema de ordenamiento territorial del municipio de Bituima, Cundinamarca” son escasos o nulos los estudios que se han realizados que permitan cuantificar el valor de los ecosistemas de los cuales son extraídas las materias primas para los procesos productivos tales como: agua, suelo, aire, fauna y vegetación. Generando como consecuencia la degradación de dichos recursos, lo cual se ve reflejado en la reducción de terrenos óptimos para la agricultura, desaparición de bosques y cobertura vegetal, entre otros aspectos.

El instrumento que se utiliza habitualmente para calcular el valor económico global de los servicios ecosistémicos es el llamado valor económico total (VET). En este marco se agrupan distintos tipos de valores que las personas asocian con un servicio ecosistémico. Comprende los valores de uso y de no uso. Los valores de uso se desglosan a su vez en uso directo, uso indirecto y valores de opción (Kosmus, Renner, & Ullrich, 2012). Sin embargo, el método propuesto para la elaboración del proyecto es RESPA (Servicios Ambientales Evaluación

participativa rápida), el cual se basa principalmente en un marco para la evaluación de las percepciones de los diversos grupos de interés que permite establecer una clasificación de los servicios. Su objetivo es responder a la necesidad de herramientas operativas que integran las percepciones de los actores y habitantes para ayudar a las decisiones de planificación espacial (Reid *et al.*, 2005)

En Colombia una de las mayores dificultades para realizar estudios de estimación de la oferta hídrica es la falta de información, ya que se tienen pocas estaciones climatológicas y meteorológicas; por lo tanto, la aplicación de modelos que estiman esta oferta hídrica empleando información escasa resulta muy interesante e importante para elaborar planes de manejo de las cuencas hidrográficas y hacer valoraciones económicas del recurso hídrico ofrecido por ellas (Vélez, Poveda & Mesa, 2000).

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los servicios ecosistémicos como el aprovisionamiento de agua son fundamentales para el bienestar humano, sin embargo, es difícil cuantificar su valor en términos monetarios, puesto que no existe una herramienta precisa y estandarizada que permita determinar la contribución de estos a los sistemas económicos. (Kosmus *et al.*, 2012). A nivel del área de estudio, se identifican causas en cuanto al inadecuado uso del recurso que se representan en el siguiente árbol del problema.

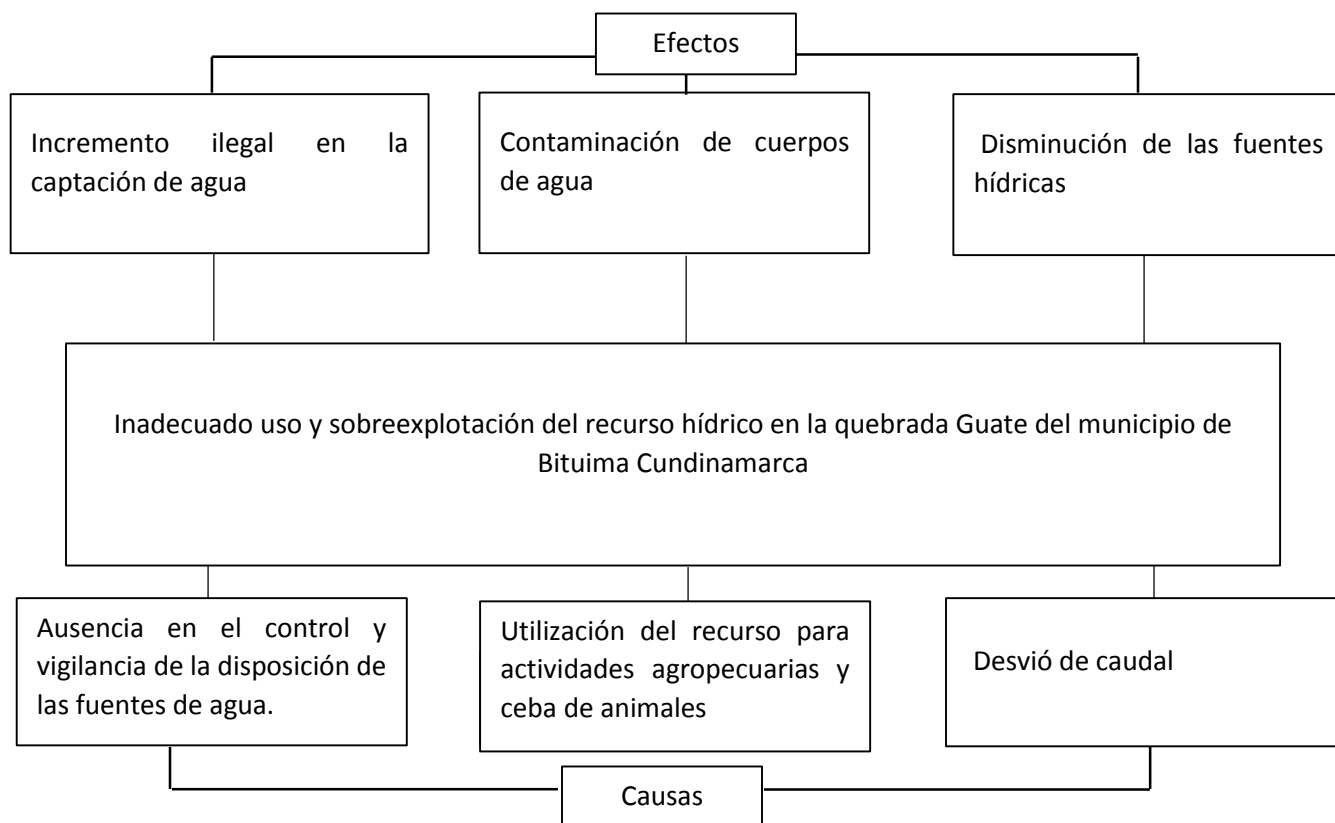


Fig. 1 Planteamiento del problema. Árbol de problemas, Causas-Efectos

A pesar de que el recurso hídrico en el municipio de Bituima Cundinamarca se presenta de manera abundante, las inadecuadas prácticas agrícolas y sobreexplotación del recurso ocasiona contaminación de los efluentes del municipio, deteriorando el mismo a través de los años. La disminución de este recurso hídrico se ve afectada por las oscilaciones climáticas principalmente en temporadas de sequía en las cuales los habitantes se ven obligados a sobre aprovechar el recurso para suplir sus necesidades básicas.

Con el agravante de las situaciones previamente expuestas, se evidencia que no existe información verídica y confiable que permita la estimación del valor cuantitativo del servicio ecosistémico hídrico, por tal razón es necesario valorar el aporte que brinda a las comunidades humanas, más allá de su valor de mercado; y basándose en un estudio de valoración económica de servicios ecosistémicos (MINAMBIENTE, 2018)

3. JUSTIFICACIÓN

Según el Esquema de ordenamiento territorial (EOT), el municipio de Bituima Cundinamarca, tiene una vocación agrícola y ganadera y la disponibilidad del recurso hídrico se ha visto afectada debido al uso indiscriminado en dichas vocaciones, por lo tanto, se busca cuantificar la disponibilidad del recurso con la finalidad de darle un valor al mismo teniendo en cuenta y evidenciando que su riqueza hídrica es alta.

Es importante conocer el valor de los servicios ecosistémicos ya que estos proporcionan a la sociedad una gran cantidad de flujos de bienes y servicios los cuales contribuyen al bienestar social. Además, estos flujos representan el soporte de la vida en la tierra, razón suficiente para que la sociedad desee conservar los activos ambientales (Osorio Múnera & Correa Restrepo, 2009).

Este proyecto va dirigido a los habitantes a las veredas Periquito, Cambular y Centro parte alta del municipio de Bituima y las diferentes entidades ambientales de la región, así mismo el proyecto aporta al cumplimiento de algunos de los objetivos de desarrollo sostenible planteados por la ONU como: garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles, Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades, Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos, Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes, sostenibles y Gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de biodiversidad.

En este sentido la importancia del proyecto radica en establecer una metodología que permita la valoración del servicio ecosistémico hídrico de aprovisionamiento en la quebrada Guate para las veredas Periquito, Cambular y Centro Parte Alta.

4. OBJETIVOS

4.1.GENERAL

- Estimar el valor cuantitativo del servicio hídrico ecosistémico de aprovisionamiento de agua, en función de la disposición a pagar de la población de las veredas Centro parte alta, Cambular y Periquito en el municipio de Bituima, departamento Cundinamarca

4.2.ESPECIFICOS

- Evaluar la oferta - demanda hídrica de la quebrada Guate, municipio Bituima, Cundinamarca.
- Determinar la percepción de los usuarios de las veredas Periquito, Cambular y Centro parte alta, frente al servicio ecosistémico de aprovisionamiento de agua.
- Estimar el valor del servicio ecosistémico de aprovisionamiento de agua, a partir del análisis de oferta demanda y capacidad de pago.

5. MARCO CONCEPTUAL

A continuación, se describen todos conceptos relevantes para la investigación. Es importante mencionar el marco conceptual parte de la definición de Ecosistema, término que enmarca las variables a evaluar en el presente estudio, dentro de este concepto también se cuenta con la valoración contingente, enfocada a los servicios ambientales, así mismo se abarcarán términos como biodiversidad e impacto, al pasar del tiempo se han conocido diferentes definiciones de estos términos. Con respecto a lo anterior, se citarán algunos de estos conceptos según el panorama de diferentes autores.

5.1. CUENCA

Revisada la bibliografía, se encontraron diferentes definiciones para la cuenca hidrográfica:

En el artículo 3 del Decreto 1640 de 2012, se encuentra la siguiente definición:

“Entiéndase por cuenca u hoyo hidrográfica el área de aguas superficiales o subterráneas que vierten a una red hidrográfica natural con uno o varios cauces naturales, de caudal continuo o intermitente, que confluyen en un curso mayor que, a su vez, puede desembocar en un río principal, en un depósito natural de aguas, en un pantano o directamente en el mar” (MINAMBIENTE, 2010).

Una característica fundamental de las cuencas es que en sus territorios se produce la interrelación e interdependencia entre los sistemas físicos y bióticos, y el sistema socio económico, formado por los usuarios de las cuencas, sean habitantes o interventores de la misma. La dependencia de un sistema hídrico compartido y de los caminos y vías de acceso, y el hecho de que deban enfrentar riesgos similares, confieren a los habitantes de una cuenca características socioeconómicas y culturales comunes (Dourojeanni, 2002); por otra parte

desde un punto de vista más asociado a los impactos de la actividad antropogénica, Varela (1992) define cuenca como un espacio ocupado por un grupo humano, que genera una demanda sobre la oferta de los recursos naturales renovables y realiza transformaciones del medio

5.2. ECOSISTEMA

El concepto de ecosistema puede tener diferentes definiciones dependiendo desde el punto de vista que se observe, sea social, pedagógico, tecnológico o ambiental, sin embargo, el término originalmente acuñado desde la Ecología, por el naturalista alemán Ernst Haeckel en 1869, fue determinado como la fusión de las palabras griegas ‘oikos’ (casa) y ‘logos’ (estudio), entendiéndose como el estudio del medio natural y las relaciones de los organismos entre sí y con su entorno (Odum y Barrett, 2005), así mismo, el término “ecosistema”, es usado por primera vez por Arthur Tansley en 1985, definiéndose como la combinación práctica de los organismos con factores ambientales de su entorno, determinando así dos elementos participativos en el ecosistema, a) el componente abiótico que se relaciona con los factores ambientales y b) el componente biótico concerniente a los seres vivos (Canavilhas, 2011).

Desde una perspectiva conceptual, el análisis del ecosistema tiene una variedad de significados: como idea filosófica, este fomenta la investigación y aplicación del concepto en estudios ambientales relacionados con la conservación y manejo del ambiente; como un concepto que identifica un objeto físico (en el sentido de Tansley), este es el tema de muchos estudios científicos y como un paradigma científico, esta estructura la organización científica y la investigación (Golley, 1993). Con este uso tan amplio, no es de extrañar que este concepto haya sido malinterpretado y cuestionado por muchos ecólogos (Rincón, 2011). Sin embargo, para la presente investigación se tomará la definición dada por Canavilhas, en el párrafo anterior que es netamente medio ambiental de la cual se parte para abordar el concepto de valoración contingente.

5.3. VALORACIÓN CONTINGENTE

Según Riera (1994), la valoración contingente, se define como una de las técnicas con las que se cuenta para estimar el valor de productos o servicios para los cuales no hay mercado, en la cual se trata de simular un mercado a través de una encuesta a los posibles consumidores, en ella se pregunta por la máxima cuantía de dinero que darían por el bien o servicio si tuvieran que comprarlo, así mismo, el método de valoración contingente es un método directo de valoración ya que no parte de mercados reales sobre los que se pueden inferir valores para los bienes, es por ello que los métodos directos usan como instrumento principal una encuesta por medio de la que se crea un mercado hipotético, en este, se ve

representada la oferta por medio del encuestador, y la demanda por medio del encuestado, de esta manera, quien encuesta trata de obtener el precio más alto para el bien que ese está estudiando por medio del entrevistado (Sánchez, Grande, Gil & Gracia, 2001).

5.4. SERVICIOS AMBIENTALES

Los servicios ambientales son aquellos que los ecosistemas naturales proporcionan, entre ellos se encuentran servicios como reducción de la erosión, prevención de desastres, conservación de la biodiversidad, secuestro de carbono y aprovisionamiento de agua (Pagiola & Platais, 2002; European Commission, 2010). De igual manera, se considera servicio ambiental a las capacidad que tienen los ecosistemas de proveer calidad de vida y comodidades, así como garantizar que la vida exista para todos y que aspectos como aire, agua, suelos, biodiversidad, alimentos, entre otros sean aptos para mantener la vida y sus procesos (Ibanes, 2008), también se cuenta con la definición dada por Graf & Bauche (2015) donde se menciona que “Los Servicios Ambientales son beneficios derivados de los procesos naturales en los ecosistemas que sostienen la vida en el planeta incluyendo al ser humano”.

5.5. OFERTA HÍDRICA SUPERFICIAL

Este término representa “el volumen de agua continental que escurre por la superficie e integra los sistemas de drenaje superficial” (IDEAM, 2010). Es una variable que se analiza en unidades temporales mensuales y anuales en condiciones hidrológicas medias, húmedas y año típico seco (IDEAM, 2010). Complementando esta definición CORPONARIÑO, citando a IDEAM, lo define como aquella porción de agua que después de precipitarse sobre la cuenca y realizado el balance hídrico (satisfaciendo evapotranspiración e infiltración en el suelo), escurre por los drenajes llegando a corrientes superficiales, alimentando lagunas, lagos, y reservorios, así mismo confluye con otras corrientes y alcanza directa o indirectamente al mar; generalmente esta fracción de agua que escurre también es denominada por los hidrólogos como escorrentía superficial (IDEAM, 2004, Citado por CORPONARIÑO, 2011). Otra conceptualización de carácter técnico de la oferta hídrica es la citada textualmente a continuación:

“El valor modal de los caudales promedio anuales. Esta magnitud representa el caudal anual promedio más probable y se extrae de la curva de densidad probabilística de los caudales anuales. Esta curva se construye a partir de los registros en las estaciones hidrométricas que miden el flujo de agua de la fuente abastecedora” (Domínguez, Rivera, Vanegas & Moreno, 2008).

5.6.DEMANDA HÍDRICA:

La demanda hídrica es la cantidad de agua requerida para satisfacer diferentes actividades antrópicas de carácter social y económico, corresponde a la sumatoria de las demandas sectoriales expresado en millones de metros cúbicos, expresado mediante la siguiente ecuación (IDEAM, 2004, Citado por CORPONARIÑO, 2011):

$$DT = DUD + DUI + DUS + DUA + DUP$$

Dónde: DT = Demanda Total de agua.

DUD = Demanda de Agua para Uso Doméstico

DUI = Demanda de Agua para uso Industrial.

DUS = Demanda de Agua para el Sector Servicios.

DUA = Demanda de Agua para Uso Agrícola.

DUP = Demanda de Agua para Uso Pecuario (IDEAM, 2004, Citado por CORPONARIÑO, 2011; IDEAM, 2010).

5.7. BIODIVERSIDAD

La biodiversidad es un resultado del proceso evolutivo que se manifiesta en la existencia de diferentes modos de ser para la vida. Mutación y selección determinan las características y la cantidad de diversidad que existen en un lugar y momento dados. Diferencias a nivel genético, diferencias en las respuestas morfológicas, fisiológicas y etológicas de los fenotipos, diferencias en las formas de desarrollo, en la demografía y en las historias de vida. La diversidad biológica abarca toda la escala de organización de los seres vivos (Solbrig, 1991). Se dice lo mismo cuando define la diversidad biológica o biodiversidad como la propiedad de las distintas entidades vivas de ser variadas. Así, cada clase de entidad -gen, célula, individuo, comunidad o ecosistema- tiene más de una manifestación (Halffter, 1995). En su nivel superior, en un contexto biogeográfico, la biodiversidad se mide cuantificando la heterogeneidad de una región dada. La biodiversidad geográfica está determinada por la diversidad de ecosistemas en una región. Este nivel es conocido como diversidad F (Halffter, 1995).

5.8. IMPACTO

Este concepto tiene diversas implicaciones dependiendo de estudio que se realice, relacionándose con impacto ambiental, impacto económico o impacto social, aun así, el término puede ser adecuado, refiriéndose a un impacto cuando un fenómeno, actividad o

acción produce una perturbación en el medio (ambiental, social, económico) o en cualquiera de sus componentes, este término además agrega que el concepto de impacto no es únicamente negativo, por ello, un impacto puede ser tanto favorable como desfavorable (Conesa, 1993; Citado por Robledo & Herrera, 2017).

Teniendo en cuenta que la presente investigación se centra en materia ambiental se debe considerar el impacto ambiental como la alteración de la calidad del medio ambiente derivada de acciones humanas, es importante recalcar que no todas las variaciones medibles de un factor ambiental pueden ser estimadas como un impacto ambiental, ya que variaciones naturales, producidas por las estaciones o el clima o por algunas perturbaciones cíclicas como incendios y terremotos no podrían considerarse como impacto ambiental (Garmendia, Salvador, Crespo & Garmendia, 2005).

Para efectos de la actual investigación, el concepto de impacto será una fusión de los conceptos mostrados arriba, definiéndola como la perturbación que genera un fenómeno en el medio y sus componentes, haciendo énfasis principalmente los impactos desfavorables.

6. MARCO TEÓRICO

Bajo un escenario de cambio climático global, el abastecimiento de agua en cantidad y calidad se convierte en una de las principales funciones ecosistémicas de los bosques. La Alianza para la Conservación y Uso Sustentable del Bosque del Banco Mundial y WWF, en su informe sobre la importancia de los bosques para el abastecimiento de agua potable a ciudades, enfatiza el rol potencial de áreas protegidas en la mantención del abastecimiento de agua en las principales ciudades del mundo (WWF 2003). Este escenario plantea desafíos importantes en el diseño de una política forestal capaz de balancear necesidades humanas múltiples y el manejo sustentable de los recursos forestales que asegure un flujo continuo de los múltiples bienes y servicios ecosistémicos que los bosques nativos proveen (Oyarzun, Nahuelhual, y Núñez, 2005).

Hablando más detalladamente en Colombia, el Sistema de Parques Nacionales Naturales suministran recursos hídricos para un porcentaje considerable de distritos de riego. En el país alrededor del 40% de la demanda hídrica se destina a irrigación y a riego pequeño, de las cuales 176.745 hectáreas se proveen directamente de fuentes hídricas de Parques Nacionales, constituyendo uno de los beneficios económicos que aporta SPNN (Sistemas de Parques Nacionales Naturales) a la conservación del recurso hídrico (Carriazo, Ibañez, y García, 2003).

Toda actividad antrópica se lleva a cabo dentro de un medio, teniendo en cuenta las condiciones o características que se presenten en él; estas condiciones son proporcionadas por la naturaleza y son identificadas como una gama de bienes y servicios dotados por la misma, que nos brindan un bienestar de forma directa o indirecta, conocido como servicio ecosistémico y en nuestro caso necesario para sobrevivir (Humbolt, 2018).

Una de las principales preocupaciones a nivel mundial es conservar la salud, la cosecha de los alimentos y el crecimiento de los seres humanos, para ello el agua es el factor primordial. Como sabemos la corteza terrestre se encuentra cubierta en un 71% de agua, no obstante, el agua dulce solo representa el 3 % de los recursos hídricos del planeta, en donde el 70% no se encuentra disponible para consumo humano puesto a que se encuentra congelado, es decir que el agua que se dispone para el consumo proviene de ríos, manantiales, lluvias, acuíferos y lagos (Roudi-Fahimi, Creel & De Souza, 2002).

Observando el artículo “*River basin management, development planning, and opportunities for debate around limits to growth*”, hacen caer en cuenta que algunos de los últimos paradigmas mundiales en la gestión del agua sostenible giran en torno a las ideas de promoción de una mayor integración en los procesos de implementación de políticas que incidan en la tierra y el agua, es decir se hace necesaria la creación de vínculos entre la gestión del agua y la planificación del uso del suelo (Smith, 2014).

Debido a lo anterior se han realizado diversos estudios a nivel nacional e internacional, que, aunque sus enfoques son diferentes, han colaborado con herramientas y nuevos conocimientos que tratan de identificar la escasez de agua y los usos que se le está dando a este preciado líquido.

En la Universidad de Guanajuato en México para el año 2010, Rentería Flores & Pérez Arredond, plantearon el objetivo de calcular el índice de pobreza de agua en los treinta y de los (32) estados de la república mexicana con el fin de comparar estos resultados de los diferentes niveles de pobreza hídrica que se presentan en este país. Utilizando variables tales como recursos, capacidad, acceso uso y medio ambiente; trataron de construir un índice valiéndose de diversos métodos de análisis multivariado de datos, pero los resultados obtenidos no fueron los esperados. Cada variable se optimizó utilizando una escala de 0 a 100 en función de los valores de cada una de estas, donde 0 era el peor índice posible y 100 el mejor. Luego promediaron los componentes de cada una de las variables y se obtuvo un promedio de cada uno de estos, arrojando como resultado el valor del índice de pobreza de agua para cada estado. Como este índice es de carácter numérico, se realizó una estratificación de acuerdo con la técnica de Dalenius–Hodge, luego de aplicar esta técnica se establecieron 5 diferentes niveles de pobreza hídrica, muy baja, baja, media, alta y muy alta, y se clasificaron definiendo rangos de valores obtenidos en el índice. De todo este proceso se obtuvo como resultado que los estados con índice de pobreza de agua muy baja presentan mejores indicadores en aspectos de desarrollo humano, la pobreza hídrica no solo significa escasez de agua, sino que relaciona esta con la variable del acontecer humano y mayores niveles de infraestructura menores índices de pobreza hídrica (Rentería & Pérez, 2010).

La Organización Meteorológica Mundial (OMM) fue una de las primeras entidades en liderar a nivel internacional la producción de datos sobre el agua en el mundo, alrededor de la década de los años 60 en más de 182 países se inició la difusión de procedimientos estandarizados para obtener datos sobre el agua en el mundo. A partir de esta iniciativa se creó la Guía de Práctica Hidrológica, hoy aplicada en muchos países entre ellos Colombia (IDEAM, 2010).

Por otra parte, se encontró el siguiente estudio realizado en el Área de Manejo Especial (AME) “Sistema de Páramos y Bosques Altoandinos del Noroccidente Medio Antioqueño”, localizada en el Departamento de Antioquia, Colombia. El AME tiene una extensión total de 34.358,74 ha. Como objetivo principal de esta investigación se propuso estimar la oferta ambiental del recurso hídrico que se origina en dicho sistema, y como objetivos secundarios estimar el caudal medio mensual y anual que se origina en el sistema, así como también estimar el caudal mínimo anual para diferentes periodos de retorno. Para lograr estos objetivos se empleó el “procedimiento de contabilidad de aguas para efectuar el balance hídrico detallado según Holdridge”, y el método de regionalización de características medias. Como resultados se determinó para el AME una precipitación de 665.288.946,00 m³·año⁻¹, una evapotranspiración real de 242.363.796,00 m³·año⁻¹ y una escorrentía media anual de 422.925.149,57 m³·año⁻¹; Obteniéndose un coeficiente de escorrentía del 63,6%, lo cual significa que el 63,6% de la precipitación se convierte en escorrentía y el 36,4% restante se pierde por evapotranspiración. Se concluye que el área de estudio presenta una precipitación media anual (1.847,4 mm), menor que la precipitación media anual de Colombia (3.000 mm) y mayor que el promedio anual de Suramérica (1.600 mm); y que la oferta hídrica del sistema estudiado (39,032 L·s⁻¹·km²), es menor que la oferta hídrica promedio de Colombia (58 L·s⁻¹·km²) y mayor que la oferta hídrica promedio suramericana (21 L·s⁻¹·km²) (Otaya, Vásquez & Bustamante, 2008).

Como punto principal se debe tener en cuenta el uso del suelo de las veredas Cambular, Periquito y Centro parte alta, según el plano 07 (Anexo 1) Usos del suelo rural del EOT del municipio de Bituima, Cundinamarca la vereda Cambular tienen como usos del suelo 5-I uso forestal productor énfasis en especies maderables, 5-II uso forestal productor énfasis en especies frutales y maderables, 6-I uso agropecuario tradicional predominio silvopastoril y agrícola controlado, para la vereda Periquito se clasifica en 6-I uso agropecuario tradicional predominio silvopastoril y agrícola controlado, 6-II uso agropecuario tradicional predominio agrícola y bosques productores, 7 uso agropecuario semi-mecanizada o semi-intensiva y para la vereda Centro parte alta se clasifica en 5-II uso forestal productor énfasis en especies frutales y maderables.

7. MARCO LEGAL

A continuación, se enmarca la normativa legal, utilizada para la justificación del desarrollo del estudio.

Tabla 1 Normativa Legal

NORMA	DESCRIPCIÓN	RELACIÓN CON EL PROYECTO
Decreto 2811 de 1974	Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente	El proyecto está fundamentado en la evaluación contingente del uso de los recursos naturales, así como el servicio ambiental que estos prestan a la comunidad.

Ley 99 de 1993	Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental -SINA y se dictan otras disposiciones.	El Ministerio de Medio del Medio Ambiente (Hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible), como autoridad es quien reglamenta la evaluación y uso de recursos naturales, así como fijas pautas para el ordenamiento y manejo de cuencas hidrográficas (Art 5 Numeral 12).
Decreto 4742 de 2005	Por el cual se modifica el artículo 12 del Decreto 155 de 2004 mediante el cual se reglamenta el artículo 43 de la Ley 99 de 1993 sobre tasas por utilización de aguas.	El presente proyecto busca realizar la evaluación del uso del servicio ambiental de aprovisionamiento de agua, este decreto sirve como base para el cálculo de tasas por uso de aguas.
Decreto 1324 de 2007	Por el cual se crea el Registro de Usuarios del Recurso Hídrico y se dictan otras Disposiciones	La valoración contingente se hace directamente con los usuarios del recurso hídrico, quienes hacen el aprovechamiento de dicho servicio ambiental.
Decreto 1640 de 2012	Por medio del cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos, y se dictan otras disposiciones.	Establece los lineamientos para la generación de los Planes de Ordenamiento y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCAS), al cual el presente proyecto debe fundamentarse, principalmente al POMCA del Río Negro, donde se ubica la Microcuenca de la Quebrada Guate.
CRA 486 / 2009	Por medio de la cual se busca impulsar medidas de mejora en la calidad y aumento en las coberturas de la administración para acueductos y alcantarillados	Define las tarifas utilizadas para el cálculo tarifario de la oferta hídrica legal actual, comparado con la demanda y oferta actual de la quebrada Guate

8. METODOLOGIA

8.1. ANÁLISIS DE INFORMACIÓN PREVIA

La información obtenida mediante el análisis previo y mediante una amplia revisión bibliográfica referente a los antecedentes en cuanto a la estimación de recursos ecosistémicos hídricos, no solo en el contexto de abastecimiento sino en todos los contextos que abarca la estimación de dicho recurso, se obtuvo información de fuentes como población y escasez de agua, oferta hídrica y demás nombrados dentro del marco teórico, con la finalidad de realizar un análisis de la oferta hídrica dependiendo de las precipitaciones obtenidas mediante la revisión bibliográfica de la información de precipitación del IDEAM en el año 2018, tomando los datos diarios totales de precipitación de la estación Villeta del mismo año con código 23065180. También se tuvieron en cuenta los usos del suelo, remitirse al marco teórico, utilizándolos como información preliminar para el conocimiento de las zonas veredales y usos potenciales del suelo en las mismas y la distribución del sistema en términos hídricos tales como sus drenajes y tributarios.

8.2. CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA

Para realizar la delimitación de la cuenca de la Quebrada de la quebrada Guate, se contó con la cartografía base escala 1:100.000 en formato GDB proporcionada desde el geoportal del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), así mismo se procedió a la descarga del modelo digital de elevaciones, para este caso se tomó el modelo ASTER GDEM, el cual se descargó desde la página Earth Explorer del servicio geológico de los Estados Unidos (USGS) (<https://earthexplorer.usgs.gov>), en el cual se estableció una coordenada base para ubicar el sector de interés. Toda esta información geográfica fue llevada al Software ArcGIS 10.5, donde de adicionalmente, se extrajeron las curvas de nivel cada 30 metros desde modelo digital de elevaciones.

Con la información dentro del SIG se realizó la delimitación de la cuenca de forma manual, ubicando primeramente la Quebrada Guate como drenaje principal, así como sus tributarios; posteriormente se procedió a identificar en los extremos de la red los puntos más altos como cerros, colinas o montañas, a continuación, se digitalizó la cuenca, partiendo desde la desembocadura de la quebrada, en búsqueda de la divisoria de aguas, determinada por las curvas de nivel que toman forma convexa hacia arriba y valores ascendentes, lo cual simboliza un cerro o montaña, y al final se obtuvo un polígono que representa la cuenca. Mediante el Software GIS se determinó el área, perímetro, largo, ancho y áreas de las vertientes, con el fin de establecer la morfometría.

Finalmente se realizaron las salidas gráficas pertinentes, comparando con las capas de delimitaciones veredales del Municipio de Bituima.

8.3. ESTIMACIÓN DE CAUDAL DE LA QUEBRADA

La medición del caudal se llevó a cabo en la quebrada Guate, ubicada en el municipio de Viani Cundinamarca, frente a la estimación del caudal se realizaron los muestreos para el cálculo del mismo en 2 fechas distintas las cuales fueron 26 de octubre debido a que esta época del año es considerada de alta pluviosidad y 25 de febrero época de estiaje, esto con la finalidad de realizar una comparación en cuanto al el caudal. Los métodos utilizados para la estimación de dicho caudal en las 2 fechas nombradas anteriormente fueron:

8.3.1. Método área velocidad:

Este método es utilizado para medir caudales en arroyos de agua tranquila de acuerdo a la metodología definida por Sánchez et al.,(2017) .Inicialmente se definió el tramo donde se iba a realizar el muestreo, midiendo el ancho y largo del tramo definido teniendo en cuenta que este contara con un área donde el agua corriera tranquilamente y estuviera exenta de cualquier tipo de planta acuática (Fig. 2), de manera que el flotador (ping pong), se moviera con suavidad y tranquilidad, por consiguiente se procedió a realizar el muestreo, lanzado el flotador en 8 repeticiones en el tramo seleccionado según los parámetros definidos, anotando en la bitácora de campo el tiempo que tardo el flotador en recorrer dicho tramo en las 8 repeticiones y obteniendo el promedio de velocidad de las mismas.



Fig. 2 Aplicación del método de flotador para medición de Caudal

Finalmente se calcularon los caudales midiendo mediante la suma de las secciones transversales multiplicado por las respectivas velocidades

$$Q = \sum Q_i = \sum V_i \frac{m}{s} * A_i m^2$$

Donde:

- V_i = a la velocidad en m/s en cada sección
- A_i = Al área en m para cada sección

8.3.2. Método del trazador con cloruro de sodio:

La medición mediante el método del trazador con cloruro de sodio se realiza para caudales relativamente pequeños de acuerdo a la metodología definida por Sánchez, C.1; Vera, F.1; Luna, A.1; Espinoza, J.1; Bustamante, A.1; Cárdenas, J.1; Lucero, W.1 (2017). Para el desarrollo de este método primeramente se buscó un área en el cual se pudiera arrojar el kg de cloruro de sodio en estado sólido, luego de esto se determinó un área 4 metros abajo del punto donde se arrojó la sal, para realizar las mediciones con el conductivímetro, iniciando con el procedimiento se tomó una muestra de agua en un vaso cada minuto durante 15 minutos y a esta muestra de agua se le midió la conductividad, luego de pasados estos 15 minutos se arrojó el kg de sal al punto establecido por consiguiente se tomó una muestra de agua cada minuto durante 90 minutos, este mismo muestreo se realizó en las 2 fechas estipuladas en horas de la mañana y en horas de la tarde, con una diferencia aproximada de 4 a 5 horas entre cada muestreo.

La conductividad (mS/cm) fue transformada mediante el factor de conversión K de 640.

$$K = 640$$

$$\text{Formula (ms/cm)} \rightarrow (\text{mg/L}) \quad K * \left(\frac{ms}{cm}\right)$$

$$SALINIDAD = K * ms \left(\frac{ms}{cm}\right)$$

Posteriormente se calculó el caudal determinado el tiempo en el que tardaba en diluirse el cloruro de sodio, mediante la siguiente ecuación:

$$Q = (MASA \text{ kg} * (10 \wedge 6)) / t \text{ min} * \left(\frac{C1mg}{L} + \frac{C2mg}{L} + \frac{C3mg}{L} \dots \frac{CNmg}{L} \right) * 60s$$

Donde:

- t = Es la diferencia de tiempo entre cada toma de la muestra (1 min)
- C = Es la concentración en mg/L para cada minuto de muestra
- $Masa$ = es la masa utilizada para el muestreo dad en kg (1 kg de sal)

8.4. PROYECCIONES

Para realizar la proyección de acuerdo con la dotación que se tiene en la resolución 0330 de 2017 la cual dicta el reglamento de agua potable, en su artículo 43 tabla 1. Indica que para la altura promedio entre 1000-2000 msnm de la zona atendida el consumo de 130 L habitante/día en este caso las veredas Periquito, Cambular y Centro parte alta del municipio de Bituima ubicada a una altura promedio de 1.412 msnm, y realizando una proyección futura a 25 años mediante el cálculo de la población en dichos años y la multiplicación de la dotación neta máxima establecida en la 0330/2017 y la población calculada en 25 años. La población se estimó mediante el porcentaje de crecimiento poblacional de la zona rural del Municipio de Bituima según las proyecciones del DANE.

8.4.1. Reconocimiento de usuarios:

Para el reconocimiento inicial de los usuarios se asistió a una reunión de la junta del acueducto ASUACACEPE (asociación de usuarios de la vereda Cambular con participación de las veredas Centro y Periquito), en diciembre de 2018 en la cual se encontraba gran parte de los usuarios de dicho acueducto, en esta reunión se revisó el libro donde la junta tiene constatado el total de sus usuarios, por consiguiente se procedió a confirmar esta información realizando una visita e investigación de campo con la persona encargada de dicho acueducto durante los últimos 17 años.

8.4.2. Diseño de encuestas:

Para el diseño de la encuesta final, se tuvo en cuenta el método de valoración contingente el cual en se adecuo a la valoración ambiental del servicio ecosistémico hídrico en cuanto al aprovisionamiento en la zona de estudio.

Definir el objeto de estudio: Se definió con exactitud cuál era el servicio ecosistémico que se quería valorar, en este caso y teniendo en cuenta el objetivo principal de este estudio, el bien a valoro es el recurso hídrico, teniendo en cuenta el inadecuado uno del mismo en el área de estudio.

Población relevante: Al definir cuál es la población relevante para la encuesta se determina que dicha población son todos los usuarios del acueducto administrado por la junta ASUACACEPE, obteniendo que dicho acueducto cuenta con 69 usuarios los cuales cuentan bien sea con el punto de agua en su predio y en muchos hacen uso del recurso de manera temporal y transitoria.

Modalidades de entrevista: Existen 3 tipos de modalidades de entrevista, entrevista por correo, entrevista personal y entrevista telefónica. El tipo de entrevista seleccionado fue entrevista personal, esto debido a que la población relevante se encontraba ubicada en la zona rural y a que este tipo de entrevista tiene como ventaja el permitir, resolver dudas que aparecer durante la resolución del cuestionario y explicar al entrevistado el objeto principal de la encuesta.

Simulación del mercado: Mediante un procedimiento de encuesta con algunos de los usuarios se realizó la simulación del mercado obteniendo información sobre la forma de provisión del servicio hídrico, pago actual y disposición a pagar esto logrando la definición y la determinación de la encuesta final.

Redacción del cuestionario: La encuesta se realizó con base a la información suministrada por la junta ASUCACEPE, las labores principales de los habitantes, el uso del recurso y finalmente la disposición a pagar y los pasos descritos anteriormente teniendo la descripción del bien a valorar (Anexo2).

Tabla 2 DDA

DDA (Diagnóstico ambiental de alternativas)
Buenos días, mi nombre es Carla Isabel Mesa Camelo y hago parte de un nuevo proyecto propuesto como opción de grado del programa de Ingeniería Ambiental, Universidad de Cundinamarca, el cual busca estimar el valor cuantitativo frente al aprovisionamiento y buen estado del recurso hídrico que tienen los habitantes de las veredas Periquito, Cambular y Centro Parte Alta, ubicadas en el Municipio de Bituima, Cundinamarca, por esta razón estamos realizando una encuesta con el fin de conocer el grado de aceptación del proyecto por la comunidad. ¿Sería tan amable de compartirme de 10 a 15 minutos de su apreciado tiempo para responder la siguiente encuesta?
Objetivo
Estimar el valor cuantitativo del servicio hídrico ecosistémico de aprovisionamiento de agua, en función de la disposición a pagar de la población de las veredas Centro parte alta, Cambular y Periquito en el municipio de Bituima, departamento Cundinamarca

8.4.3. Ficha técnica:

Para el desarrollo de la ficha técnica la cual se expuso como carta de presentación frente al desarrollo de la encuesta para uno de los usuarios; en dicha ficha Se incluyó la totalidad de la información básica para el conocimiento del motivo de la encuesta, también se censo en términos de la información requerida y no se tuvo en cuenta un error muestral debido a que la encuesta se le realizo a los 69 usuarios.

Tabla 3 Ficha Técnica

Ficha técnica
Naturaleza metodológica: Cuantitativa
Método de recolección de datos: Entrevista personal.
Tipo de cuestionario: Estructurado
Ámbito Geográfico del Universo: Veredas Periquito, Cambular y Centro Parte Alta, ubicadas en el Municipio de Bituima, Cundinamarca
Universo: Personas que obtienen beneficio ya sean económicos o de producción por la explotación del recurso hídrico proveniente de la quebrada Guate
Tamaño de la muestra: 69 unidades muestrales

Tipo de muestreo: Muestreo aleatorio simple
Fecha de inicio de recolección de datos: 1/04/ 2019
Fecha de finalización de la encuesta: 9/04/2019

8.4.4. Análisis descriptivos de las encuestas:

En cuando al desarrollo del análisis descriptivo y partiendo de los datos obtenidos de las encuestas se observó que las preguntas indicaron gran variabilidad, tendiendo a generar interés por parte de la comunidad en el conocimiento de la valorización del recurso hídrico, dicho análisis se realizó por medio de observación del autor de esta investigación sintetizando en las medias y porcentajes expuestos en los resultados.

8.5. ANÁLISIS DIFERENCIA ENTRE OFERTA Y DEMANDA:

A partir de los datos obtenidos de las estimaciones y cálculos del objetivo 1 se comparará si la oferta actual es capaz de suplir las necesidades actuales y futuras del recurso hídrico mediante la información obtenida de la estimación del caudal y el total de usuarios.

8.5.1. Análisis históricos de capacidad de pago y disponibilidad de pago:

Mediante los datos obtenidos por medio de entrevistas verbales a la comunidad beneficiaria de la junta ASUCACEPE y visitas realizadas a la unidad administrativa de servicios públicos domiciliarios se obtuvo un histórico de cobro por el servicio hídrico en la zona urbana y en la zona rural del área de estudio. Por medio del cruce de esta información se realizó una estimación análisis en cuanto a la disponibilidad a pagar y la capacidad de pago.

8.5.2. CRA Régimen tarifario:

Para el establecimiento del régimen tarifario según la CRA 825 del año 2017 dentro de la propuesta metodológica tarifaria para los pequeños prestadores establecida en la resolución CRA 486 del año 2009 buscando impulsar medidas para el aumento de las coberturas y la mejora de la calidad del con base a esto se definen los costos de referencia económicos para costos medios de administración para los acueductos (CMAac) en un rango de valor mínimo de \$23000 y valor máximo de \$5000 quincenalmente y en cuanto a los costos medios de operación de acueducto (CMOac) un valor mínimo de \$200 m³ agua y máximo \$800 m³ agua. Teniendo en cuenta lo dicho anteriormente mediante los cálculos según el régimen tarifario se definió el costo por de agua.

9. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se abordó desde la delimitación de la microcuenca de la quebrada Guate, pasando por la estimación de la oferta hídrica, la tabulación de las encuestas realizadas a la comunidad, hasta llegar a la valoración contingente del recurso hídrico para los habitantes de las veredas Cambular Centro parte alta y Periquito.

Al desarrollar una investigación previa en cuanto a población por medio de la asistencia a reuniones de la junta ASUCACEPE, se obtuvo que se contaba un total de 72 usuarios en el sistema, los cuales se redujeron a 69, luego de realizar una verificación y análisis de libros en cuanto a la información de los de usuarios establecidos que hacen uso de su punto de alimentación por otro lado en cuanto a la constitución del sistema de abastecimiento que se encuentra ubicado en la quebrada Guate en su punto de captación en la cual se encuentra una rejilla ubicada las coordenadas N 0947132 E 10335059 y altura H1720 msnm, de la cual sale el tubo madre que traslada el agua a el primer tanque de abastecimiento tanque con capacidad de contener 10.000 L, de los cuales se suplen los primeros 7 usuarios, por este sistema y por efecto de gravedad el agua llega al segundo tanque ubicado en la vereda Cambular de distribución que tiene una capacidad de contener 50.000L y abastece a 55 usuarios ubicados en las veredas Cambular y Centro parte alta finalmente mediante el sistema el agua llega a un último tanque ubicado en colindancia entre las veredas Cambular y Periquito, el cual abastece a los 7 usuarios restantes.



Fig. 3 Rejilla y punto de captación de agua para la bocatoma y previo sistema de distribución a los usuarios

La información obtenida mediante el análisis previo y mediante una amplia revisión bibliográfica referente a los antecedentes en cuanto a la estimación de recursos ecosistémicos hídricos, no solo en el contexto de abastecimiento sino en todos los contextos que abarca la estimación de dicho recurso, se obtuvo información de fuentes como población y escasez de agua, oferta hídrica y demás nombrados dentro del marco teórico, con la finalidad de realizar un análisis de la oferta hídrica dependiendo de las precipitaciones obtenidas mediante la revisión bibliográfica de la información de precipitación del IDEAM en el año 2018, tomando los datos diarios totales de precipitación de la estación Villeta del mismo año con código 23065180. También se tuvieron en cuenta los usos del suelo, remitirse al marco teórico, utilizándolos como información preliminar para el conocimiento de las zonas

veredales y usos potenciales del suelo en las mismas y la distribución del sistema en términos hídricos tales como sus drenajes y tributarios.

9.1. DELIMITACIÓN DE LA CUENCA

El área sombreada de amarillo corresponde a la Cuenca de la Quebrada Guate, esta tiene un área total de 652,34 Ha, lo que la clasifica como una microcuenca, según el IDEAM, este término no está referenciado en ningún diccionario hidrológico de la Organización Meteorológica Mundial, aun así, derivado del uso constante y la aplicación que se está dando en los planes de ordenamiento territorial, tiene las mismas implicaciones de una cuenca con la acotación que se refiere a áreas inferiores a 10.000 Ha (IDEAM, 2015).

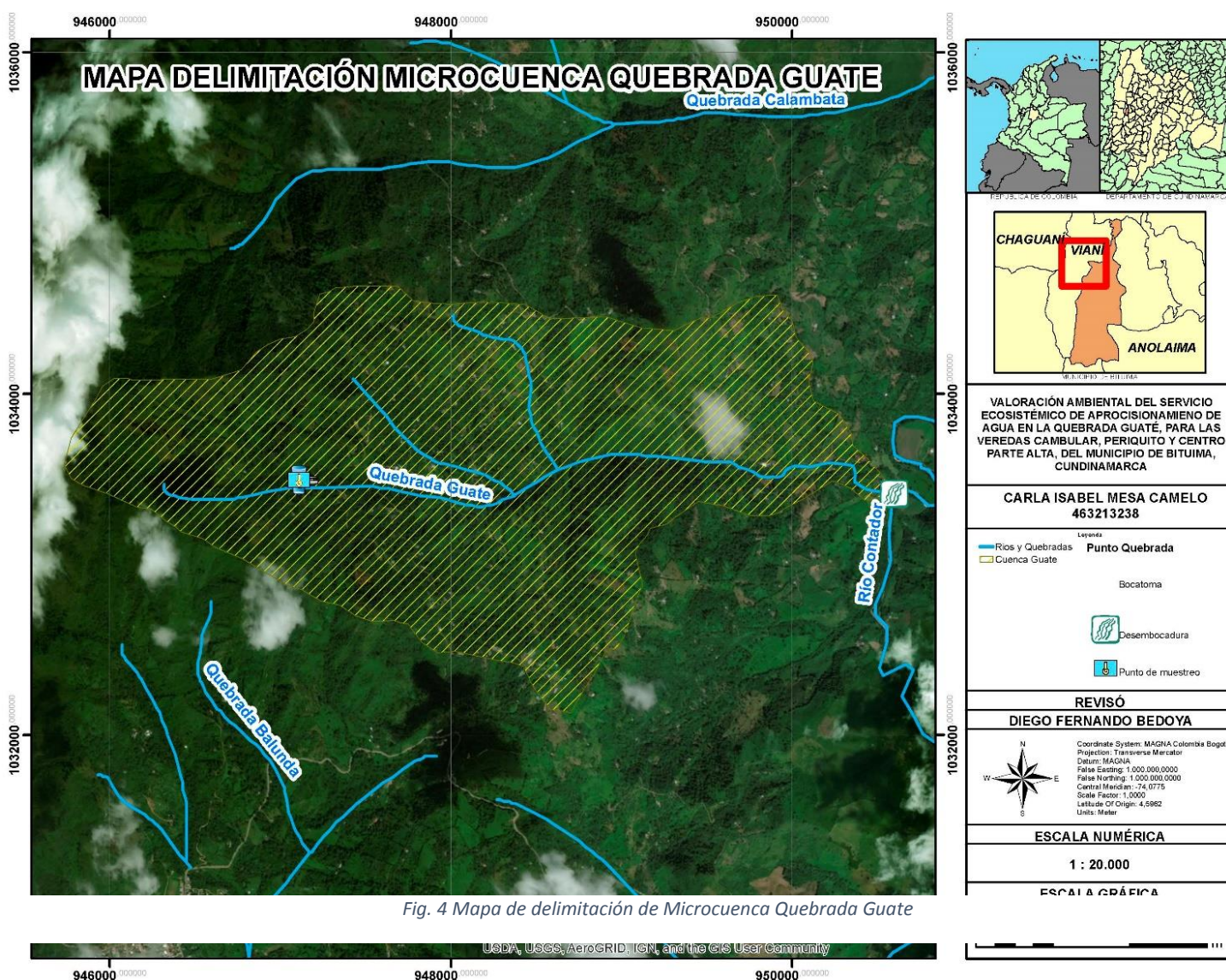


Fig. 4 Mapa de delimitación de Microcuenca Quebrada Guate

Las características morfométricas de la cuenca determinadas por 4 parámetros: Índice de compacidad, Factor de forma, Índice de alargamiento e índice asimétrico fueron calculadas para la cuenca, obteniendo los resultados de la siguiente tabla:

Tabla 4 Parámetros de las características morfométricas de la cuenca de la quebrada Guate.

PARÁMETRO	ECUACIÓN	RESULTADO	INTERPRETACIÓN
Índice de compacidad K_c	$K_c = 0.28x \left[\frac{P}{\sqrt{A}} \right]$	1,38	Clase Kc2, Rango entre 1,25 y 1,5. Corresponde a forma oval redonda a oval oblonga
Factor de Forma F	$F = \frac{A}{(Lm)^2}$	0,44	F < 1: Cuenca alargada, baja susceptibilidad a las avenidas.
Índice de alargamiento I_a	$I_a = \frac{Lm}{l}$	1,56	$I_a > 1$: Cuenca alargada
Índice asimétrico I_{as}	$I_{as} = \frac{A_{may}}{A_{men}}$	1,45	$I_{as} > 1$: Cauce principal bastante recargado a una de las vertientes

Según los resultados obtenidos en la evaluación de los anteriores parámetros morfométricos de la microcuenca de la Quebrada Guate, se puede decir que esta es de forma oval redonda a oval oblonga, predominantemente alargada, esto tiene influencia directa en el nivel de eficiencia que puede tener la red de drenaje al momento de evacuar las aguas lluvias de excesos, ya que se reduce la magnitud de la formación de una creciente en el cauce principal, así como los drenajes que le aportan, en el mismo momento en que aumenta el tiempo de concentración de los volúmenes de agua que llegan a ella, haciendo más eficiente la red del drenaje. Esto quiere decir, que cuando se presente una lluvia en esta microcuenca, el agua escurrirá hacia los drenajes aportantes, y cuando estén allí, el tiempo que demora en viajar desde la parte más alta de la microcuenca hasta el punto más bajo será mayor, en relación con el tiempo que demoraría en un área que contenga quebradas o drenajes predominantemente cortos, por lo anterior, habría una reducción de la amenaza de un desastre derivado de una creciente o desbordamiento en la zona, bajo condiciones normales (Reyes, Barroso & Carvajal, 2010).

9.2. UBICACIÓN DE USUARIOS

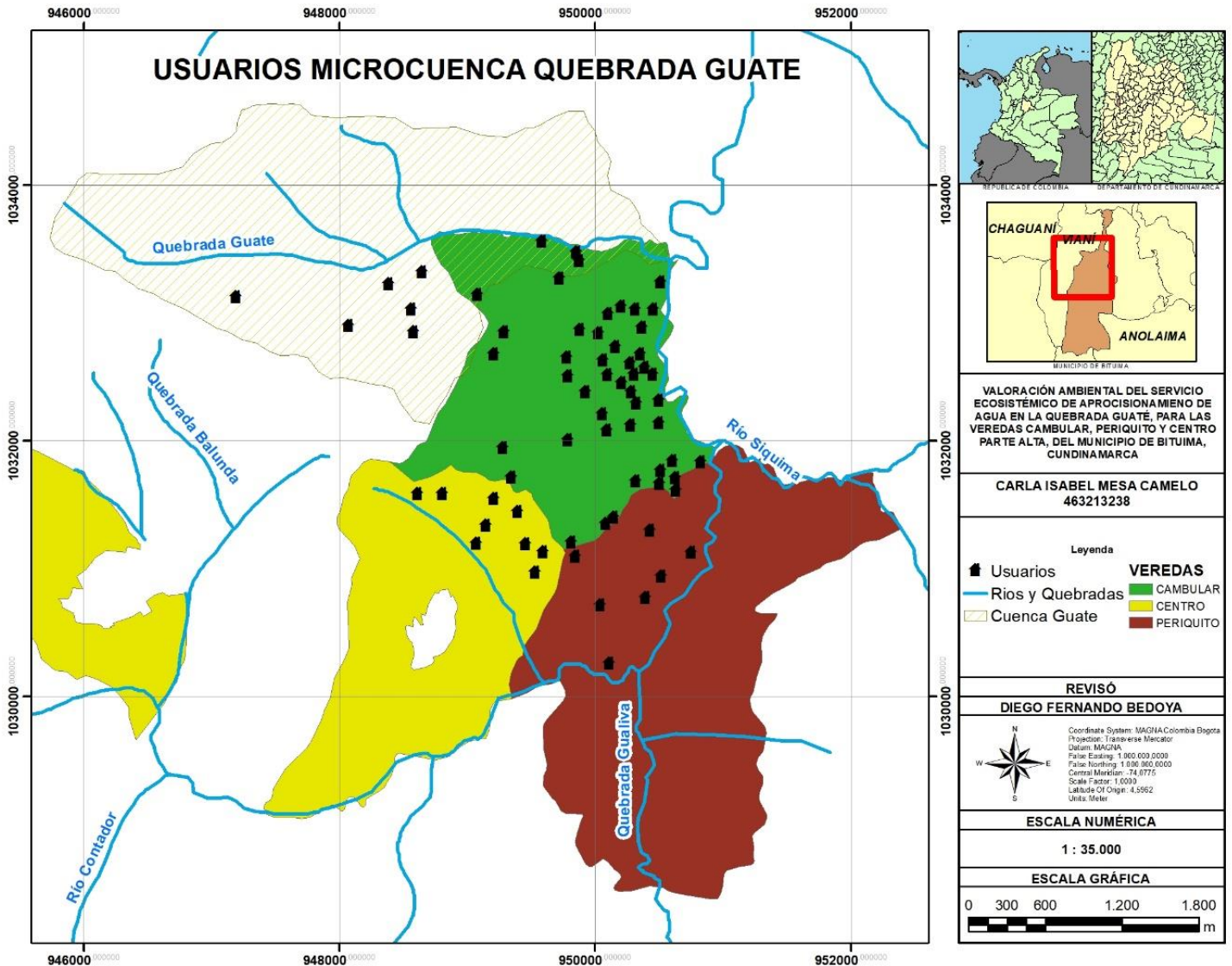


Fig. 5 Mapa de ubicación de los usuarios de la microcuenca Quebrada Guate

Según la investigación, trabajo con la comunidad, conocimiento y visitas al área de estudio se encontró que la mayor densidad población de usuarios se está ubicada a una distancia prudencial de la bocatoma, ubicados en la vereda Cambular para un total de usuarios 53 establecidos dentro del libro de registro de la junta ASUCACEPE pertenecientes a esta vereda, cabe resaltar que 6 de los usuarios anteriormente no se encuentran ubicados en la vereda sino en una zona aledaña llamada el hatillo del municipio de Viani, Cundinamarca esto debido a que la red madre de distribución pasa por los predios pertenecientes a dichos usuarios los cuales exigieron en un principio contar con el punto de agua para permitir pasar dicha red madre de distribución por cada uno de estos predios, continuando se tiene que en

la vereda Centro parte alta se abastecen 9 usuarios y en la vereda Periquito 7 usuarios. Finalmente, como se observa en el mapa la distribución a dichos usuarios se genera por medio de la gravedad debido a la pendiente de dichas curvas.

9.4 ESTIMACIÓN DE CAUDALES

Para realizar el cálculo del caudal en el punto de muestreo, se determinó la sección transversal determinando el perfil de la quebrada, como se muestra a continuación:

Tabla 5 Datos del perfil del rio, Muestreo 26/10/18

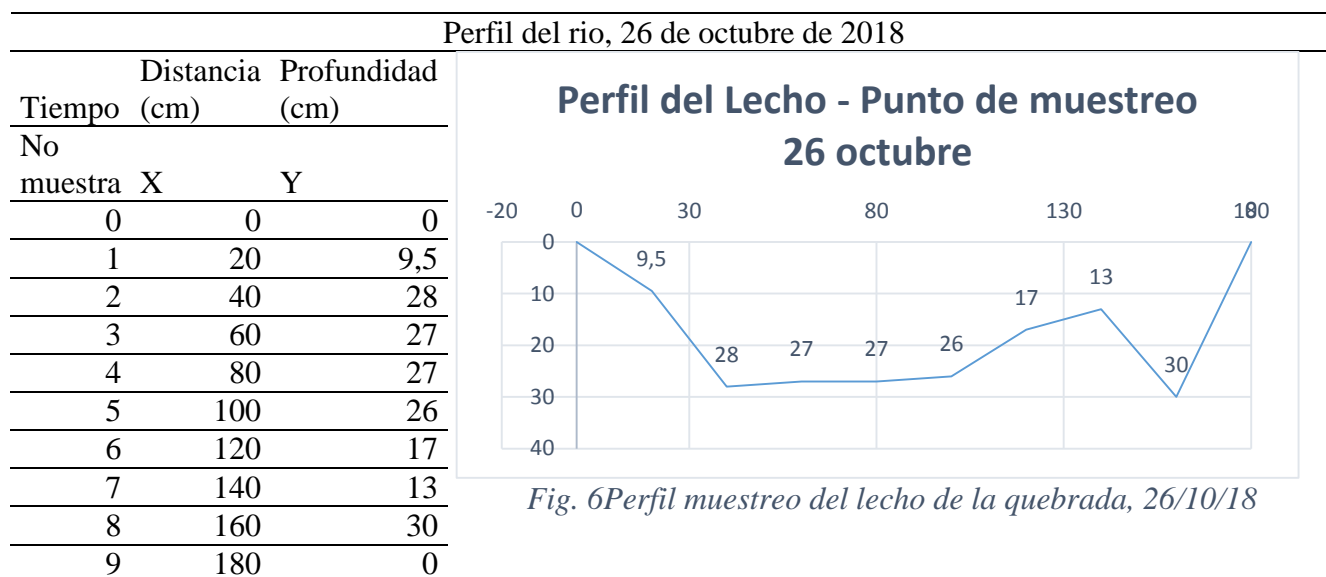
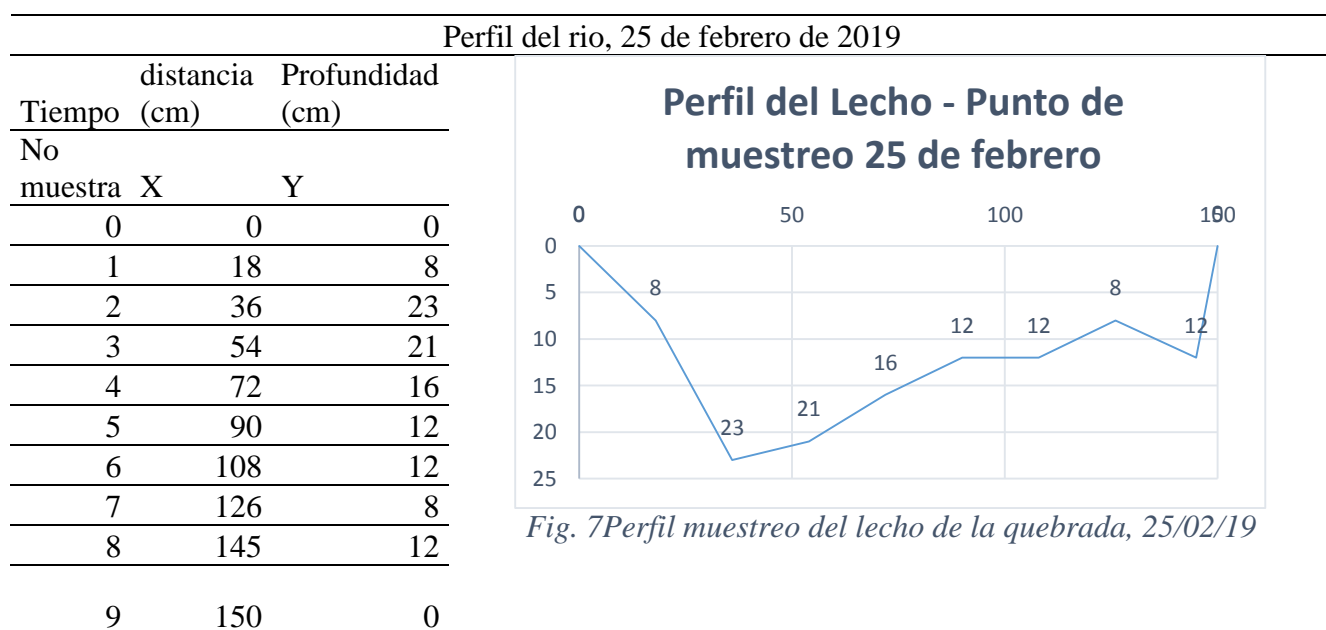


Tabla 6 Datos del perfil del rio, Muestreo 25/02/19



Para este se obtuvieron las secciones que se observan en la (Fig.6) y (Fig.7) mediante la medición de la profundidad, ancho y velocidad mediante el método del flotador, dentro del cual se puede identificar que el canal principal para el muestreo el día 26 de octubre de 2018 está ubicado entre las distancias 40 cm a 100 cm presentando profundidades entre 27 cm – 26 cm esto se da debido a que este muestreo se realizó en una fecha considerada como época de alta pluviosidad, dicho canal principal se da debido a que en esta época se presenta menor sedimentación de sólidos y mayor arrastre de los mismos contrario a lo que se evidencio en él y el muestreo realizado el día 25 de febrero de 2019 donde el canal principal está ubicado entre las distancias 40 cm y 80 cm a con profundidades entre 16 cm a 12 cm respectivamente esto debido a que dicho muestreo se realizó en época de estiaje.

En los 2 muestreos dentro de las zonas que no se consideraron como canal principal se define que no contaban con flujo constante de agua por otro lado presentaban quietamiento y un estancamiento del agua. Por ende, el método del flotador se limita a ser calculado por el área de cauce principal.

Método Área Velocidad

Tabla 7 Resultados, método área velocidad Muestreo 26/10/18

Muestreo 26 de octubre de 2018	
Distancia recorrida (m)	1,5
Promedio de velocidades (m/s)	0,310
Área del canal principal (m ²)	0,110
Q (L/s)	33,5

Tabla 8 Resultados, método área velocidad Muestreo 25/02/19

Muestreo 25 de febrero de 2019	
Distancia recorrida (m)	1,5
Promedio de velocidades (m/s)	0,240

Área del canal principal	0,065
Q (L/s)	15,9

Al realizar el cálculo del caudal en el punto de muestreo establecido con coordenadas N 0947093 E, 10335001, y altura H 1720 msnm. Este se limitó a tener en cuenta las secciones y los datos de estas pertenecientes al canal principal descritas en el apartado anterior y debido a que el método de área velocidad véase (Tablas 7 y 8) tiene una alta probabilidad de ser más impreciso que el método del trazador con cloruro de sodio véase (Tablas 5 y 6) , al realizar dicho cálculo se observa que el error en esta metodología puede estar alrededor de un mínimo del 20%, evidenciando según los caudales obtenidos en los diferentes muestreos que dicho error puede estar influenciado, obteniendo un error bastante amplio en comparación con el otro método desarrollado y teniendo en cuenta que en los 2 muestreos desarrollados para este método se tomó la misma sección y aun así la forma de dichas secciones cambia, esto se puede dar debido a que el cambio del lecho puede estar relacionado con fenómenos de movilidad de sedimentos lo que hace que cambie la geometría del lecho del cauce principal y se presente las diferencias en cuanto a las áreas de dicho cauce como se observa en las anteriores tablas.



Fig. 8 Medición de profundidades y ancho del punto de muestreo

Método del trazador con cloruro de sodio

A continuación, se encontrarán los resultados pertinentes al desarrollo del método del trazador con cloruro de sodio, los cuales se realizaron con la finalidad de obtener la estimación del caudal de la quebrada Guate

Muestreo 26 de octubre de 2018

Tabla 9 Resultados de medición de caudal por método de trazador con cloruro de sodio 26/10/2019

Muestreo mañana		Muestreo Tarde	
Bituima Cundinamarca	Quebrada Guate	Bituima Cundinamarca	Quebrada Guate
Inicio	10:50 a. m.	Inicio	4:00 p. m.
Fecha de muestreo	26-oct-18	Fecha de muestreo	26-oct-18
	N 0947093		N 0947093
	E 10335001		E 10335001
Coordenadas	H 1720 msnm	Coordenadas	H 1720 msnm
pH	6,88	pH	6,87
Q	1,87	Q	1,84

En esta tabla (9) se pueden observar los datos obtenidos en cuando a ubicación del punto de muestreo, hora y fecha. También se evidencia el resultado del caudal obtenido mediante el desarrollo de este método y sus cálculos pertinentes.

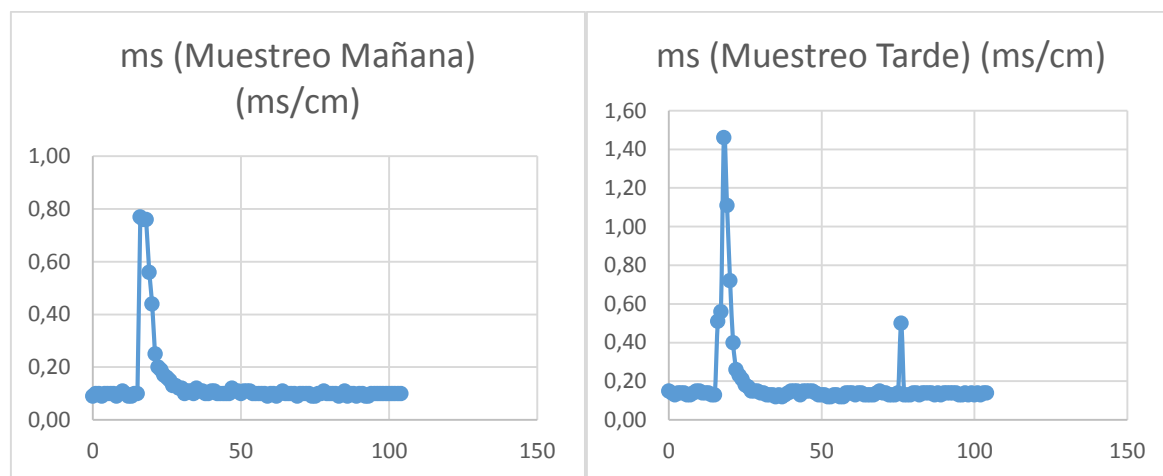


Fig. 9 Graficas de conductividad eléctrica para el 26/10/18

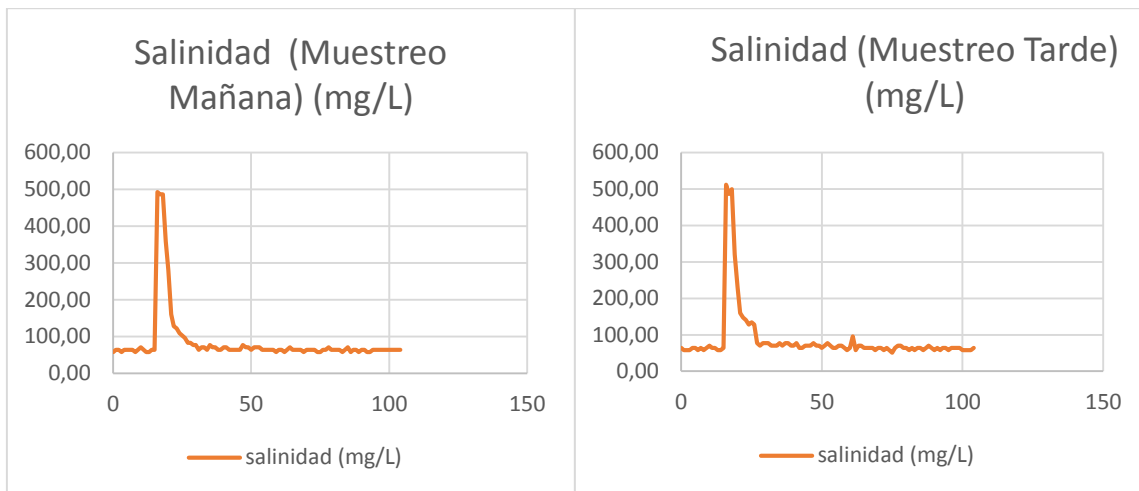


Fig. 10 Graficas de concentración de sal para el 25/02/19

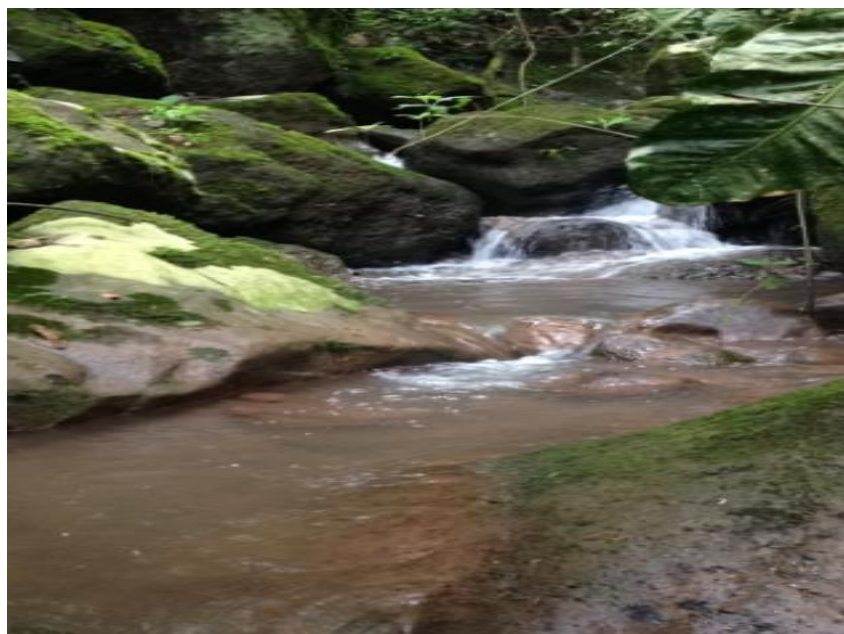


Fig. 11 Punto de Muestreo 26/10/18

Muestreo 25 de febrero

Tabla 10 Resultados de medición de caudal por método de trazador con cloruro de sodio 25/02/19

Muestreo mañana		Muestreo Tarde	
Bituima Cundinamarca	Quebrada Guate	Bituima Cundinamarca	Quebrada Guate
Inicio	10:15 a. m.	Inicio	3:30 p. m.
Fecha de muestreo	25-feb-19	Fecha de muestreo	25-feb-19
	N 0947093		N 0947093
	E 10335001		E 10335001
Coordenadas	H 1720 msnm	Coordenadas	H 1720 msnm
pH	8,95	pH	8
Q	1,37	Q	1,39

En este apartado se pueden observar los datos obtenidos en cuando a ubicación del punto de muestreo, hora y fecha. También se evidencia el resultado del caudal obtenido mediante el desarrollo de este método y sus cálculos pertinentes. Véase (Tabla 10)

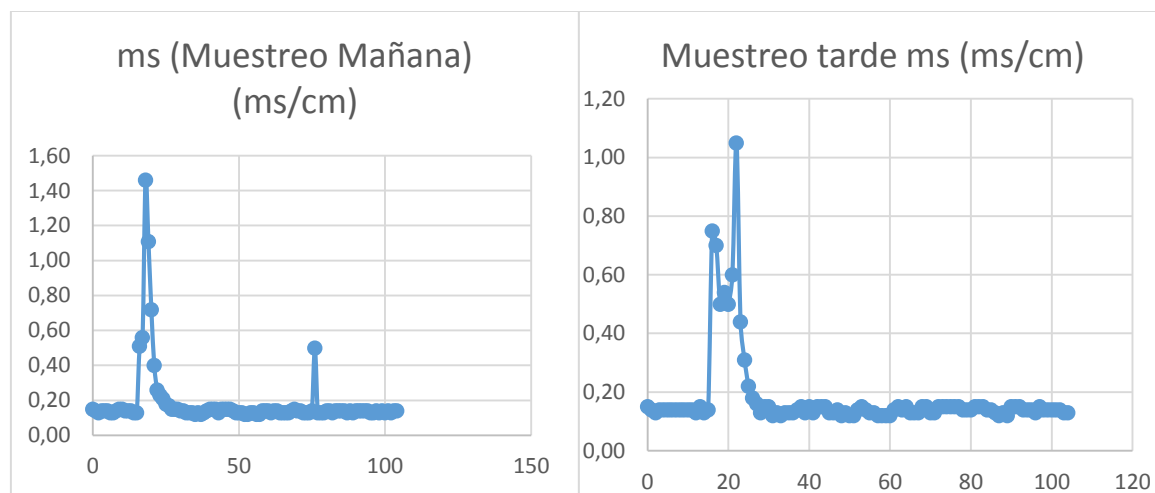


Fig. 12 Graficas de conductividad eléctrica para el 25/10/18

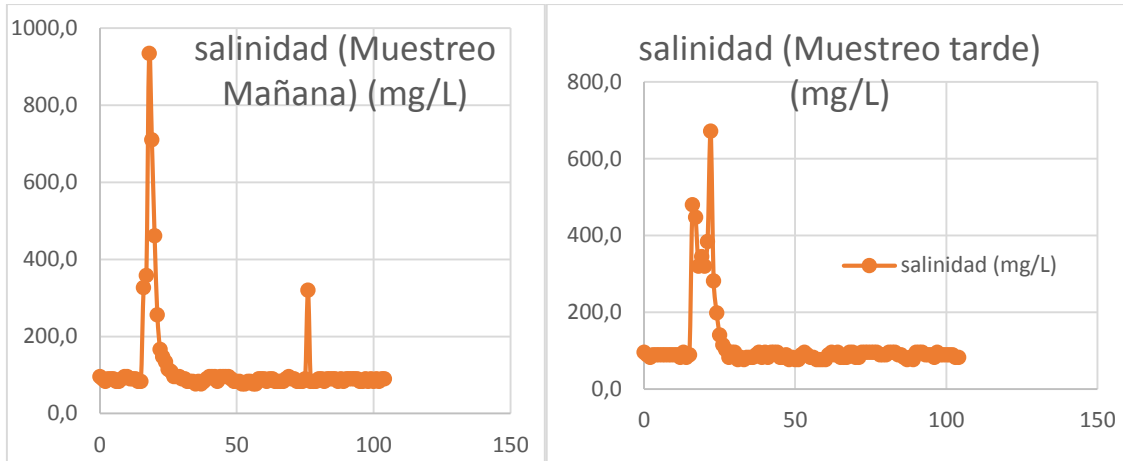


Fig. 13 Gráficas de concentración de Salinidad para el 25/02/19



Fig. 14 Toma de muestras y medición de conductividad eléctrica

Se puede observar que los valores obtenidos para el caudal según los muestreos son similares en los 2 muestreos realizados por medio del trazador cloruro de sodio, también se evidencia que los picos más altos en cuanto a conductividad y salinidad del agua se presentaron en los minutos inmediatos al agregar el trazador (Fig. 12) evidenciando el porcentaje más alto y definiendo estos picos como el centroide del muestreo, también se evidencia que en la (Fig. 13), se presentan otros picos en cuanto a la conductividad y salinidad esto se puede dar debido a los residuales del trazador que se quedaron estancados y poco a poco fueron liberándose.

En cuanto a la oferta de agua que presenta la quebrada guate y los 2 muestreos realizados para la estimación de dicha oferta se tiene que el método del trazador con cloruro de sodio es más efectivo y ayudó a obtener un caudal más preciso debió que realizo durante 105 minutos y no se veía afectado por el estancamiento o sedimentación del rio, mientras que con el método de área velocidad, se puede llegar a inferir en factores tales como estancamiento,

sedimentación y que generan un porcentaje de error mayor. En términos de caudal se observa que en febrero, a comparación de octubre, el caudal es menor (1,37 l/s y 1,87 l/s respectivamente), lo cual se explica por el régimen de pluviosidad en esta zona, con base en los datos meteorológicos de la estación Villeta, donde se observa un régimen bimodal, con picos de altas precipitaciones de Marzo a Mayo y Octubre a Noviembre, mientras que se presenta baja pluviosidad de Diciembre a Febrero y Junio a Septiembre, esto es un factor determinante en la oferta hídrica ya que esta es variable con respecto al tiempo (Anexo 3).

9.5. PROYECCIÓN POBLACIONAL

Con base en la información de las proyecciones de la zona rural del municipio de Bituima, se estimó la población a 25 años (Tabla 11 y 12), obteniendo lo que se evidencia a continuación:

Tasa de crecimiento rural Bituima	-0,7937%
--------------------------------------	----------

Tabla 11 Resultados, Proyección poblacional Veredal

A continuación, se muestran los resultados del cálculo del crecimiento poblacional de las veredas Periquito, Cambular y Centro Parte Alta partiendo de la población actual.

Dentro del desarrollo de los análisis y resultados se trabajara con el total de la población actual en el área de teniendo en cuenta que, la tasa de crecimiento es negativa, pero debido a que no se debe pensar en resultados negativos, cabe resaltar que al menos se debe pensar en la situación actual independientemente de allí por qué se tendrá en cuenta dicho valor (164 hab), aunque se evidencia que la tasa es negativa por fenómenos de desplazamiento.

Tabla 12 Proyección poblacional a 25 años de las veredas que hacen uso de la microcuenca

AÑO	Población Veredas	Demanda hídrica (L .hab / día
2019	164	21320
2020	163	21190
2021	161	20930
2022	160	20800
2023	159	20670
2024	158	20540
2025	156	20280
2026	155	20150
2027	154	20020
2028	153	19890
2029	151	19630
2030	150	19500

AÑO	Población Veredas	Demanda hídrica (L .hab / día)
2031	149	19370
2032	148	19240
2033	147	19110
2034	146	18980
2035	144	18720
2036	143	18590
2037	142	18460
2038	141	18330
2039	140	18200
2040	139	18070
2041	138	17940
2042	137	17810
2043	135	17550
2044	134	17420
2045	133	17290

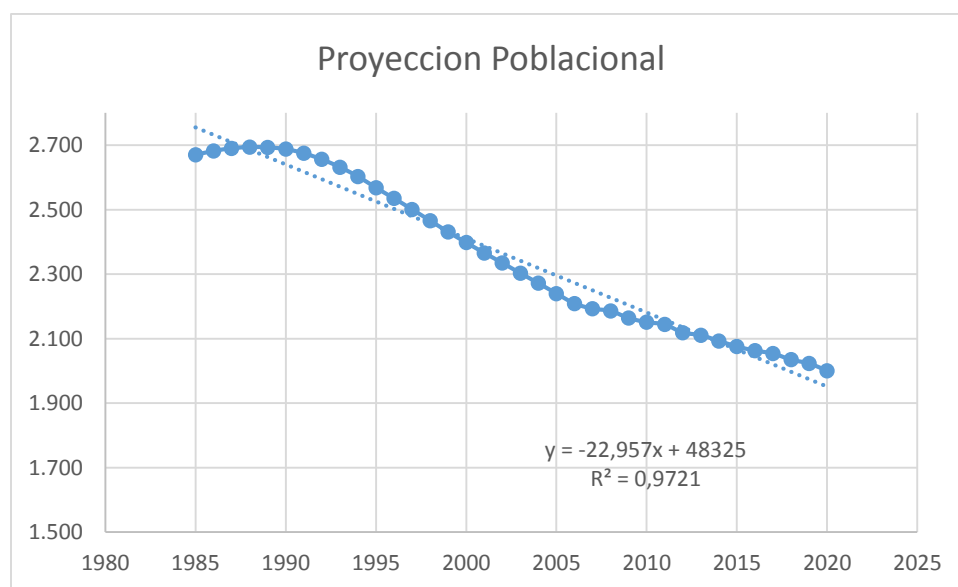


Fig. 15 Proyección poblacional a 25 años

Según la (ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ, 2018) los componentes que modifican el comportamiento de la estructura y dinámica de la población son la mortalidad, la natalidad y las migraciones, las cuales están integrados por factores que lo transforman y lo determinan. En este estudio se tiene en cuenta solo el censo poblacional del municipio, ya que se hace necesario la estimación de la población Vs el decrecimiento del Recurso Hídrico en la zona de estudio del presente proyecto.

Según lo anterior Bituima muestra cambios en su dinámica demográfica. El avance de la transición demográfica ha generado un proceso de envejecimiento, derivado de una menor participación de población infantil como consecuencia del descenso de los niveles de la fecundidad, que según la (Tabla 12), (Fig. 15) en el año de 1989 tuvo su mayor alza de individuos en el municipio y que con el tiempo hasta la actualidad ha decrecido, su proyección estimada en este estudio al 2025 es decreciente debido a los factores socioculturales y económicas que actualmente el municipio presenta dentro de los cuales están.

- Aumento de Nivel educativo de cada uno de los integrantes de las familias.
- Déficit económico de las familias.
- Baja oportunidad de empleo en el municipio.

Dicha tasa poblacional está dada en valores negativos debido principalmente fenómenos de desplazamiento, sin embargo no se puede hacer un análisis de proyección teniendo en cuenta que esta tasa nos arroja un valor negativo y los cálculos en cuanto a oferta y demanda se realizarán con la población actual debido a que esto implica que la infraestructura se mantenga en el tiempo y se busca como mínimo mantener las condiciones actuales.

9.6. ANÁLISIS DE ENCUESTA DE VALORACIÓN CONTINGENTE.

En este apartado se encontrarán las gráficas de tabulación de cada una de las 19 preguntas desarrolladas dentro de la encuesta y los análisis pertinentes de cada una de ellas determinando y analizando la disponibilidad a pagar de los usuarios.

Contar con preguntas las cuales nos dan una respuesta de manera comparativa en este caso, porcentual nos permite relacionar entre si los resultados obtenidos de la encuesta realizada a la población objeto como se muestra a continuación.

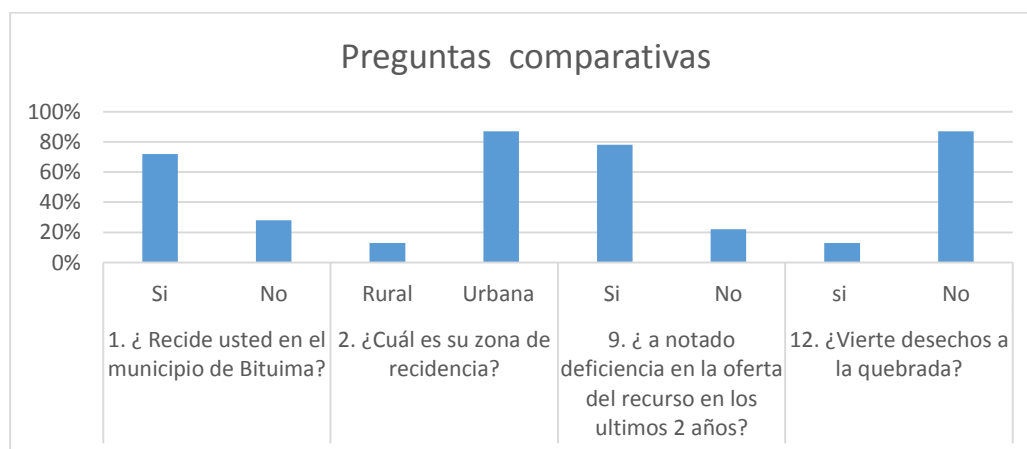


Fig. 16 Tabulación preguntas 1, 2,9, y 12

Iniciando la encuesta era de vital importancia verificar que la persona viviera en el municipio de Bituima, observando la gráfica podemos notar que el 72% de los encuestados reside en el municipio y un pequeño porcentaje del 28% no reside en él, cabe resaltar que estas situaciones se presentan a que existen usuarios dentro del área de estudio que no residen en el municipio, pero que cuentan con personas encargadas del cuidado de sus predios o se desplazan al municipio cada 15 días. De esto se establece el grupo focal para el presente estudio es el total de los usuarios, abarcando el 100% de ellos. Al continuar con la encuesta pudimos observar que la mayoría (el 87%) de la población encuestada reside en la zona rural y solo un 13 % en la zona urbana esclareciendo que este porcentaje de población son los usuarios de la vereda Centro parte alta la cual se encuentra en la zona urbana del municipio, esto se debe a que la encuesta fue dirigida a las personas de las veredas Periquito, Cambular y Centro Parte Alta. Teniendo en cuenta la percepción de los encuestados y de acuerdo a la fig. 15, y lo anteriormente mencionado los encuestados coinciden en que ha existido deficiencia en cuanto a la oferta del recurso. Esto, debido a que el cuerpo hídrico se ha ido deteriorando en los últimos años basándonos en el uso indiscriminado del recurso y la sobreexplotación del mismo y viéndose afectadas las necesidades básicas de los usuarios, al observar la percepción frente a la disminución de la oferta del recurso hídrico, esta pregunta es de vital importancia puesto que es importante el cuidado de la quebrada y como notamos los habitantes tienen un gran sentido de responsabilidad debido a que el 87% garantiza no verter ningún tipo de desechos. Véase (Fig. 16).

Pregunta 3.

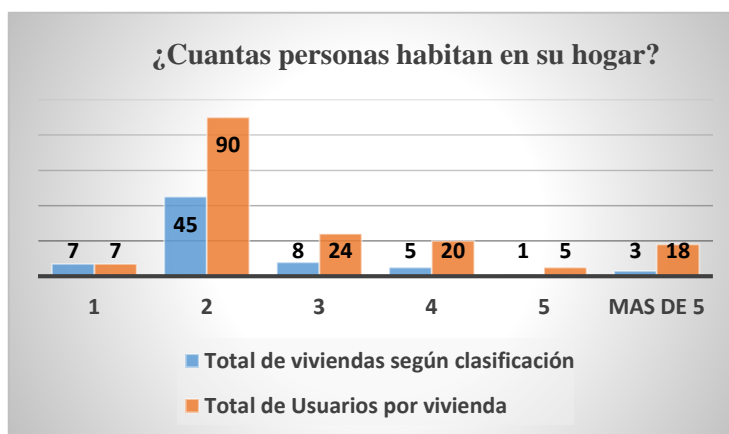


Fig. 17 Tabulación pregunta 3

En la encuesta también era necesario realizar un sondeo poblacional dentro del área de estudio, con base a esto se realizó la pregunta 3 de la encuesta, observando que en la mayoría de los hogares habitan 2 personas y obteniendo como resultado total de habitantes 164 dentro de las veredas Periquito, Cambular y Centro parte alta aclarando que estas personas se benefician ya sea económicamente o de producción por la explotación del recurso hídrico proveniente de la quebrada Guate, bien sea de forma transitoria o temporal.

Pregunta 4.

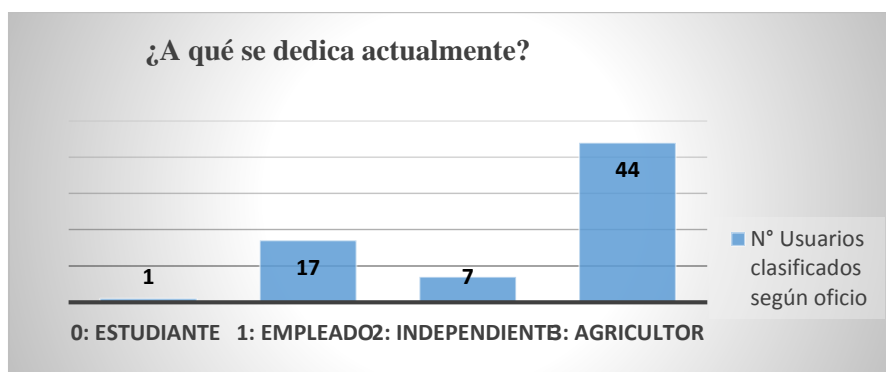


Fig. 18 Tabulación pregunta 4.

Así como se indagó en la cantidad de personas que hacen uso del recurso, también era necesario informarnos sobre su actividad económica, y tal como se observa en la gráfica anterior es claro que la actividad económica primordial en el municipio contando las veredas ya mencionadas, es la agricultura puesto que los principales cultivos son caña panelera, café, plátano y otros cultivos transitorios y misceláneos como el maíz y cítricos.

Pregunta 5.

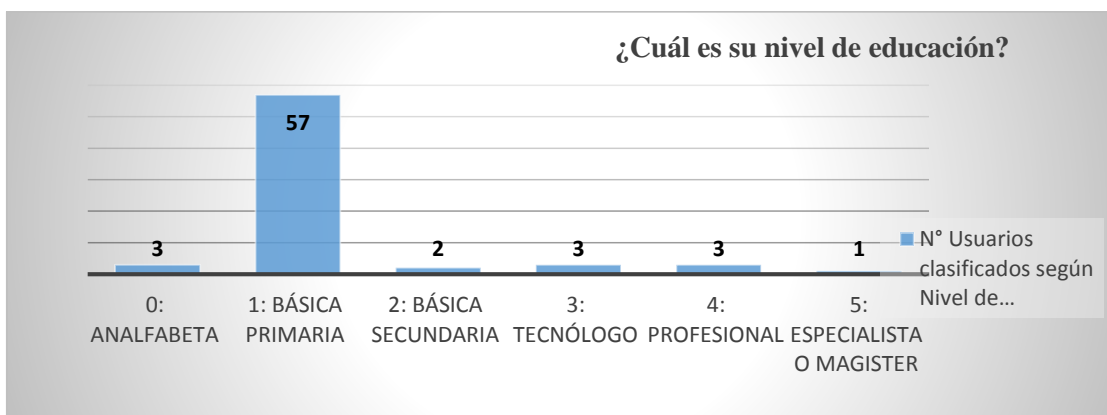


Fig. 19 Tabulación pregunta 5

Al continuar con la encuesta se observa que en el municipio de Bituima la mayoría de los habitantes cursan hasta la básica primaria, como se ve reflejado en la anterior grafica ocupa 57 de los encuestados, esto debido a que los usuarios en su mayoría dedican su vida desde su infancia a las labores agropecuarias tampoco cuentan con los recursos necesarios para continuar con su preparación estudiantil.

Pregunta 6.

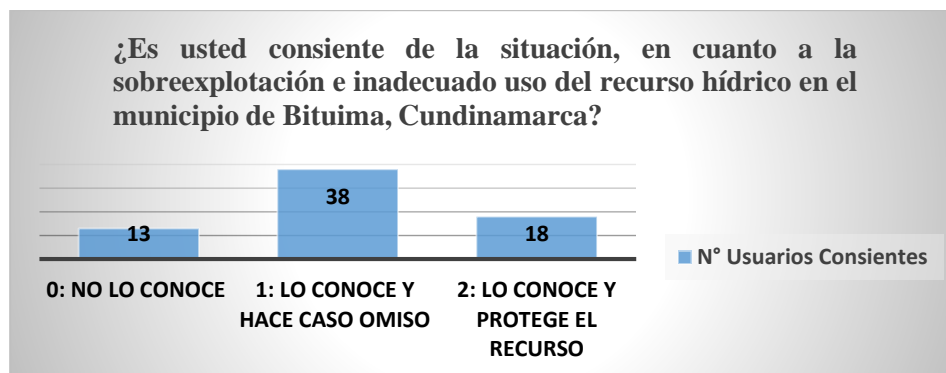


Fig. 20 Tabulación pregunta 6

Como el objetivo principal es estimar el valor cuantitativo del servicio hídrico de aprovisionamiento de agua, en función de la disposición a pagar de la población, es necesario examinar si dicha población se encuentra enterada de su situación y si es de su interés la situación en cuanto a la sobreexplotación del recurso hídrico, al realizar la encuesta encontramos con que el 38 de los encuestados que conoce sobre la problemática presentada pero no toma interés en dar una solución o en mitigar este impacto.

Pregunta 7.

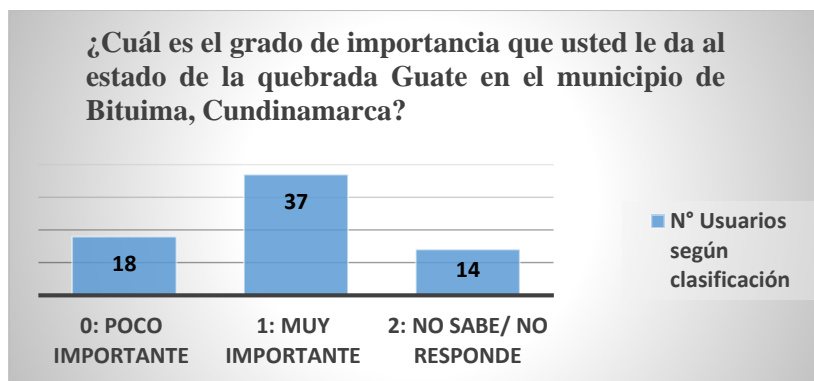


Fig. 21 Tabulación pregunta 7

Como observamos en la gráfica anterior, nos damos cuenta que 37 de los encuestados tiene alta importancia sobre el estado de la Quebrada ya que es su fuente principal en cuando al abastecimiento del recurso, con base a esto y observando las respuestas de cada uno de los usuarios se analiza que la población que expresa esta importancia es la población que en gran parte reside dentro del área de estudio, 18 de los encuestados le dan un grado poco importante al estado del recurso, debido que estos son los usuarios que cuenta solamente con el punto de agua y no hacen uso constante del recurso en cuando a la población que no sabe/no responde que son 14 de los encuestados, se observa que son los usuarios que transitorios dentro del área de estudio.

Pregunta 8.

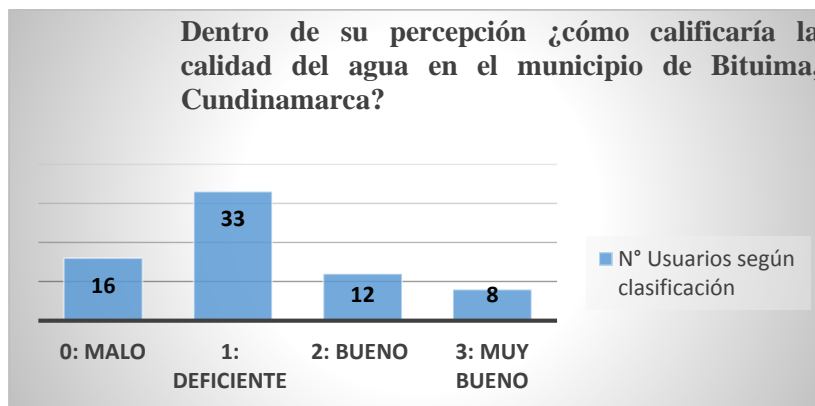


Fig. 22 Tabulación pregunta 8

En la siguiente grafica es claro notar que 33 de los encuestados concuerdan en que la calidad del agua del municipio es deficiente debido a que la fuente principal utilizada para abastecer la población urbana es la quebrada Guate en su cuenca alta, la cual está medianamente protegido con cobertura vegetal, pero muy contaminado en su curso por el municipio de Vianí. Otras fuentes usadas para el abastecimiento provisional son las quebradas El Silencio y La Payaca. El sistema de acueducto cuenta con una rejilla (Fig.3) de bocatoma 20 cm de distancia justo antes del punto donde se encuentra la tubería conectada al primer tanque de distribución perteneciente a la junta ASUCACEPE, la capacidad del tanque es de aproximadamente 10.000 L para suplir las necesidades de la población del área de estudio, su localización es el sector más alto de dominio de la quebrada lo que contribuye a la prestación del servicio efectuado por gravedad; la junta carece de los elementos básicos para el análisis y control biológico y químico del agua.

Pregunta 10.

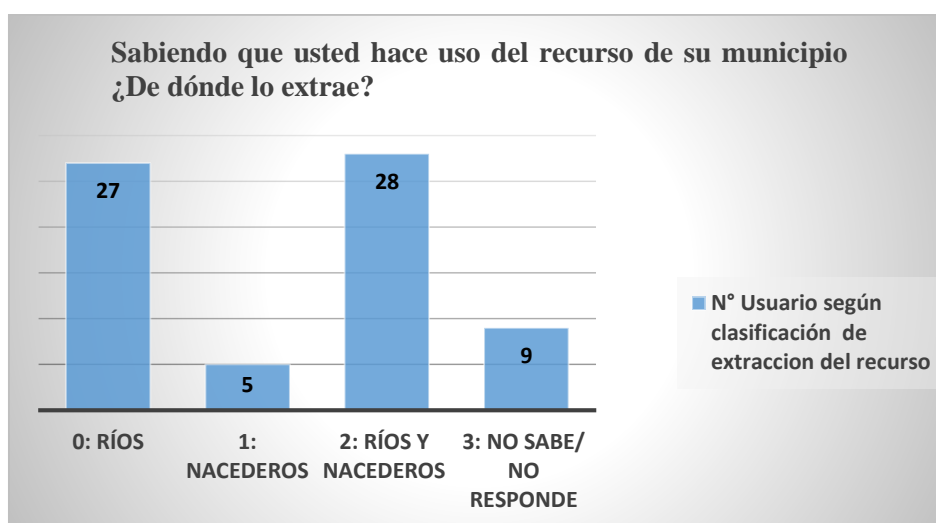


Fig. 23 Tabulación pregunta 10

Es importante resaltar que la mayoría de los encuestados, se encuentran enterados de donde extraen este recurso tan vital debido a que la disponibilidad de abastecimiento de agua para los acueductos del municipio de Bituima, depende en mayor parte de la calidad de la oferta hídrica existente en los municipios vecinos, la quebrada Guate se encuentran en una localidad fuera de la jurisdicción, en el municipio de Viani, Cundinamarca, adicionalmente de este nacimiento surte algunos acueductos veredales de este municipio, lo cual origina una disminución drástica en los caudales en las épocas de verano.

Pregunta 11.

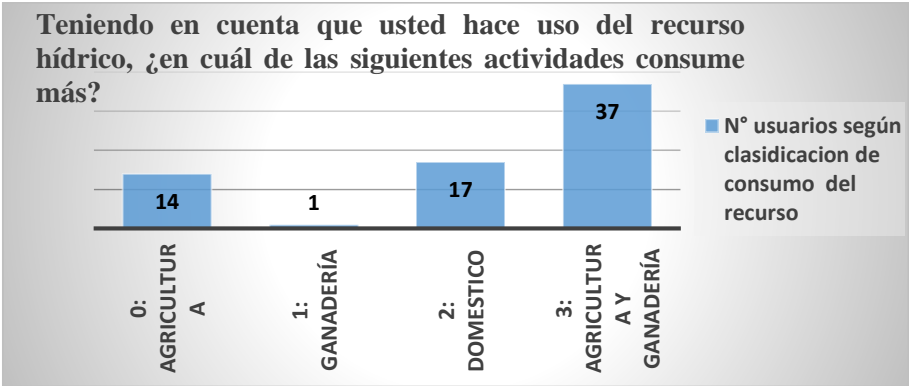


Fig. 24 Tabulación pregunta 11

Como se observa en la gráfica anterior nos damos cuenta que las actividades en las que más se consume son la ganadería y la agricultura ocupando que 37 de los encuestados generan un alto consumo en estas actividades, puesto que estas son las dos principales actividades económicas del municipio y también se encuentran clasificadas dentro del uso del suelo de las veredas, Cambular, Periquito y Centro parte alta.

Pregunta 13.

Cabe resaltar que esta pregunta la respondieron el 13% de habitantes que vierten algún tipo de desechos a la quebrada.

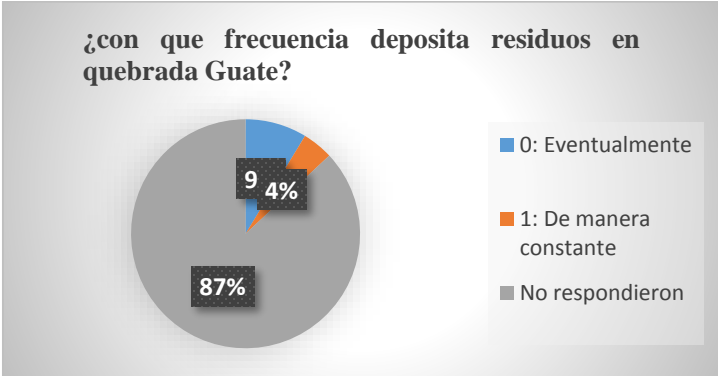


Fig. 25 Tabulación pregunta 13

Últimamente se ha detectado que el recurso hídrico ha ido escaseando, el mal uso del recurso genera una alerta donde. El escenario de mejora propuesto a través de este trabajo va de la mano con las preguntas asociadas a la disponibilidad a pagar.

Dependiendo de la respuesta anterior observamos que algunas personas no tienen la conciencia y realizan algún tipo de vertimiento a la quebrada en donde sus porcentajes siendo 4% de manera constante y 9% eventualmente, no se encuentran muy lejanos y es un punto para tener muy en cuenta.

Pregunta 14.

En cuanto al resultado de la disponibilidad a pagar se realizaron las siguientes preguntas.

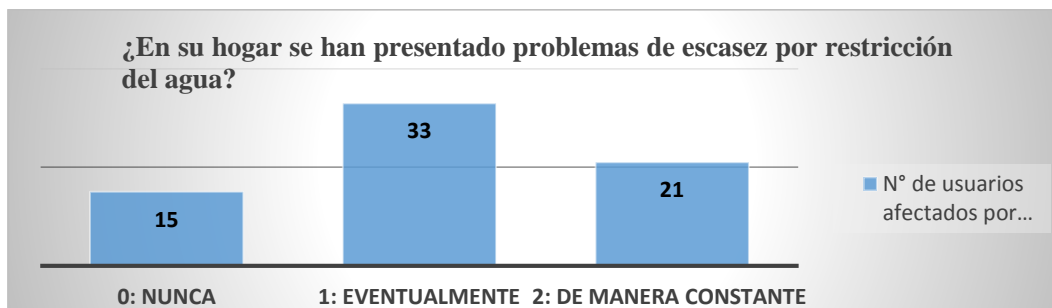


Fig. 26 Tabulación pregunta 14

Como la mayor parte de los encuestados corresponden a la zona rural, al observar la gráfica notamos que un 33 de estos ha presentado eventualmente problemas de escasez y esto se debe a que en cuanto a la ubicación del suministro de agua para consumo, se observa una mayor participación para el sector rural, lo que evidencia los problemas actuales que aquejan dicha población urbana en cuanto a el acueducto y también a las épocas de sequía que se evidencian en el país en temporadas de verano

Pregunta 15.



Fig. 27 Tabulación pregunta 15.

Los usuarios de la quebrada Guate en su mayoría usan el recurso en agricultura, y en menor proporción para uso doméstico, evidenciando esto se observa que el 71% de los usuarios

están en un principio dispuestos a pagar por la mejora en la calidad del servicio, esto debido que no solo es su fuente hídrica.

Se debe tener en cuenta que para el desarrollo de las siguientes preguntas se le indicó al encuestado que Si su respuesta a la pregunta 15 fue (Si) continúe con la pregunta 16 por el contrario si su respuesta a la pregunta 15 fue (No) diríjase a la pregunta 17.

Pregunta 16.



Fig. 28 Tabulación pregunta 16

El pago por la mejora la mejora en la calidad del recurso hídrico es importante para los usuarios de la quebrada Guate debido a que en su mayoría expresan deficiencias en dicho servicio, bien sea por disminución en el recurso o presencia de precipitados en el mismo como lo expresaron durante el desarrollo de la encuesta varios de los usuarios, cabe resaltar que algunos usuarios muestran interés debido a la mejora en la calidad de vida y conciencia ambiental.

Pregunta 17.

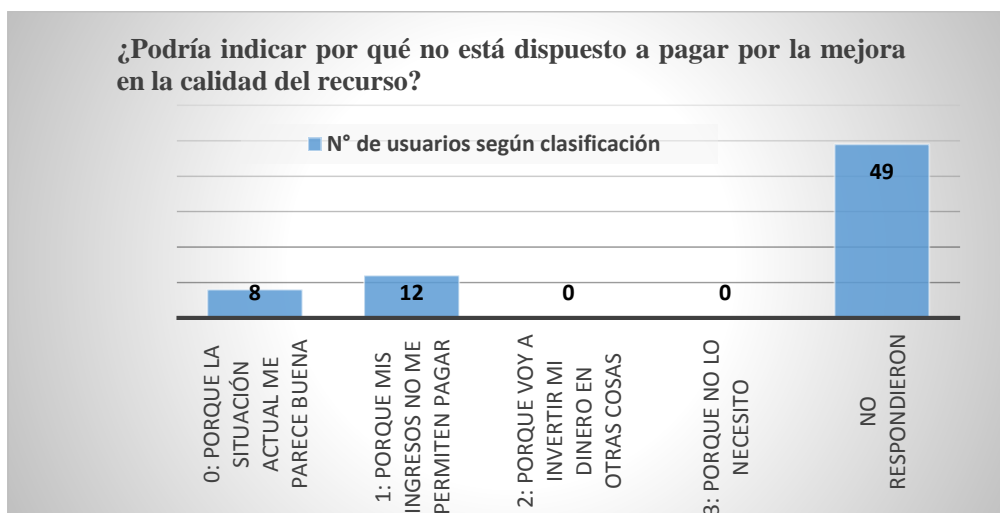


Fig. 29 Tabulación pregunta 17

20 De los encuestados no expresan interés por la disposición a pagar esto debido a que 8 de ellos consideran que la situación actual les parece buena, estas personas son algunas de las que no habitan dentro del área, sino que solamente cuentan con el punto de alimentación y sus visitas son transitorias por otro lado las 12 personas restantes expresan que no cuentan con recursos suficientes para pagar por la mejora en cuanto a la calidad del servicio.

Pregunta 18.

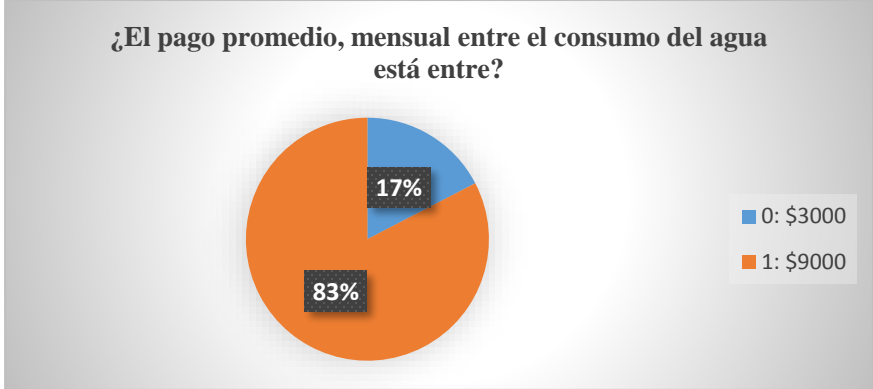


Fig. 30 Tabulación pregunta 18

El 13% de los encuestados realiza un pago de \$3.000 mensuales esto se da debido que es porcentaje de usuarios solamente cuenta con el punto de alimentación argumentado que no hacen uso del debido a que no se encuentran habitando dentro del municipio en cuanto al 83% restante se tiene que realizan un pago mensual de \$9.000 debido que cuentan con el punto de alimentación y hacen uso de este generando un pago mensual de \$6.000 por consumo, este pago está establecido por la junta ASUCACEPE debido a que no se cuenta con micro medidores que indiquen el consumos mensual en por hogar.

Pregunta 19.

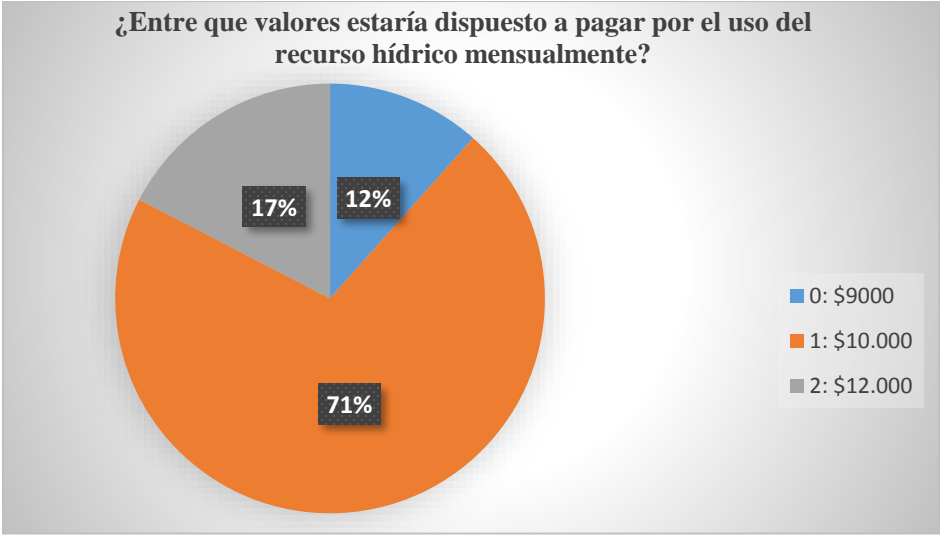


Fig. 31 Tabulación pregunta 19

De la Fig. 31, el 73% de los usuarios realiza un pago mensual de \$9.000 de esto se observa que el 12% expresan pagar lo que pagan actualmente y el 71% estarían dispuestos a pagar \$10.000 mensuales lo cual implica que el mayor porcentaje se inclina a generar este pago, no obstante el 17% de los encuestados estarían dispuestos a pagar \$12.000 teniendo en cuenta que varios de estos encuestados son aquellos observan deficiencias en la calidad del recurso, Finalmente cabe resaltar que el costo promedio en el municipio con base acueductos veredales está entre \$15.000 a \$20.000.

9.7. VALORACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO

En cuando a la disponibilidad y disposición a pagar se tiene que los habitantes del municipio de Bituima tienen índices de ingresos bajos en su mayoría debido a que se suplen económicamente de su trabajo agropecuario y en el área de estudio los usuarios no cuentan con oportunidades de comercialización de sus productos, por otro lado los usuarios generan alto interés en la mejora de la calidad pero argumentan mantenerse en el costos actual mensual del producto debido a que como se explicó en un principio no cuentan con los recursos necesarios.

Según el régimen tarifario de la CRA en su PROPUESTA METODOLOGÍA TARIFARIA PARA PEQUEÑOS PRESTADORES: RESOLUCIÓN CRA 486 DE 2009 pagina 11/148 indica que se encuentra entre los rangos que se evidencian en la (tabla 13).

Tabla 13 Rangos tarifarios de la CRA, pequeños prestadores

\$ CMAca (Quincenal)		CMOca (m ³)	
\$2300	\$5000	\$200	\$800
\$3650		\$500	

De los resultados y análisis del objetivo 2 se obtuvo que la oferta actual de la quebrada guate es de 1,8 L/s día es de

$$\frac{1,8L}{s} \times \frac{1m^3}{1000L} \times \frac{86400s}{1 \text{ día}} \times \frac{30 \text{ días}}{1 \text{ mes}} = 4665.6 \text{ m}^3/\text{mes}$$

La quebrada guate cuenta con un caudal promedio de 4665.6 m³/mes

La dotación por habitante día definida en la resolución 0330 del año 2017 indica que es de 130L/hab. día

$$164 \text{ hab} \times 130 \frac{L}{\text{hab} - \text{día}} = 21320 \text{ L/día}$$

Los 164 usuarios que hacen uso del consumen un total de 21,320 L/día

Teniendo así que la demanda mensual para el recurso hídrico en el año 2019 sería.

$$21320 \frac{L}{día} \times \frac{30 \text{ días}}{1 \text{ mes}} \times \frac{1 m^3}{1000 L} = 639,6 m^3 / mes$$

Oferta- Demanda

$$4665.6 \frac{m^3}{mes} / 639,6 m^3 / mes = 7,29$$

la oferta actual suple más de 7 veces la demanda actual, sin embargo, este valor podría cambiar teniendo en cuenta que es estimativo y este depende de las condiciones climáticas y la demanda y oferta futura; esta variación en temporada seca puede generarse por bajas precipitaciones, de igual forma se evidencia que a futuro el cambio climático y fenómeno del niño tengan impacto en la reducción del caudal, aunque la población proyectada viene mostrando decrecimiento, lo que podría conllevar a un sostenimiento de la demanda hídrica.

En cuanto al cobro tarifario legal (véase tabla 1), según la CRA los Valores mínimos del CMA y del CMOG aplicable a las personas prestadoras pertenecientes al primer segmento se cuenta con un valor de \$467 por m³ teniendo así que:

En el año 2019 el costo recaudado por consumo de agua por toda la población que hace uso del recurso hídrico de la quebrada guate debería ser.

$$\$467 / m^3 \times 639,6 m^3 / mes = \$298.633 / mes$$

Actualmente se tiene el registro de costos ver (Anexo 4), obteniéndose un valor promedio de pago por persona de \$3936 y diario de \$130, de acuerdo a lo expresado en las preguntas 3 (Fig.16) y 18 (Fig.28) y la relación entre estas para estimar cuanto está pagando una persona aproximadamente al mes, lo que dicta la resolución es un costo de \$467/m³ de agua. Cabe resaltar que algunos usuarios pagan el punto y otros usuarios el punto y hacen uso del recurso (Anexo 4) y que la dotación diaria es de 130L/hab.día.

$$\frac{\$3936}{hab \text{ mes}} * 164 hab = \$645.504 / mes$$

$$\frac{\$645.504 / mes}{\$ 298.633 / mes} = 2.16$$

Los usuarios de la quebrada Guate pertenecientes a la junta ASUCACEPE están realizando un pago mensual total de \$645.504, asumiendo que los 164 usuarios están haciendo uso del recurso, viéndolo de este modo están generando un pago mensual un poco más de 2 veces lo que deberían estar pagando actualmente.

$$(\$130\text{habdía}/130\text{L}/\text{habdía}) \times 1000\text{m}^3 = \$1000/\text{m}^3$$

$$\frac{\$1000/\text{m}^3}{\$467} = 2.16$$

Según la CRA el pago por m^3 es de \$467 y el cobro generado por la junta ASUCACEPE suponiendo que cada usuario genera un consumo legal de 130 L/habdía según la dotación actual legal vigente es de \$1000/ m^3 , lo cual indica un valor superior al que recomienda la normal por m^3 , siendo un poco más de 2 veces el valor de la CRA.

$$\frac{130\text{L}}{\text{habdía}} * \frac{164\text{hab}}{1000\text{L}/\text{m}^3} = 21.32\text{ m}^3\text{ dia}$$

Según el valor establecido por la CRA, los usuarios de la quebrada guate están pagando el doble de lo que se reglamenta esto, se da debido a que dichos usuarios tienen un cargo y no cuentan con micro medidores para establecer el consumo por hogar; Pero según el análisis de valoración contingente que se encuentra en la pregunta 19 (Fig.29) los usuarios estarían dispuestos a pagar por la mejora en servicio.

10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La quebrada guate es una cuenca muy importante para los habitantes de las veredas Cambular, Periquito y centro parte alta que genera el servicio ambiental de aprovisionamiento hídrico este servicio se está viendo amenazado debido al inadecuado uso del recurso.

Los resultados de este trabajo demuestran que es necesaria la concientización frente al uso y aprovechamiento del recurso buscando garantizar el bienestar de las comunidades futuras y venideras.

En general y por estos motivos se recomienda la instalación de micro medidores en los hogares de los habitantes de dichas veredas y la aplicación en cuando al pago establecido según la CRA por el servicio de aprovisionamiento hídrico en consumo por m³.

Dentro del desarrollo de los análisis del objetivo 3 el cargo fijo actual establecido para los usuarios de la quebrada Guate está por encima del precio real que debería tener según la regulación de la CRA, basándose en que los usuarios generan un pago actual de un aproximado de casi 6 veces por encima de lo establecido por m³, Teniendo en cuenta que la quebrada no cuenta con un sistema de tratamiento y la junta ASOCACEPE no parte del valor legal establecido.

El análisis costo-beneficios se enfatiza en la mejora, concientización y valorización del recurso generando un valor de pago basado en estudios e investigaciones previas realizadas y en los índices de consumo y cobro frente al recurso hídrico que se encuentran vigentes actualmente.

La población de estudio está dispuesta a pagar un costo más elevado del que pagan actualmente con la finalidad de generar una mejora en la calidad del recuso.

Observando un alto porcentaje de la población (71%) con una disponibilidad de pago mayor a la actual y teniendo en cuenta que esta excede el valor definido por la CRA, el excedente del cobro de tarifa podría emplearse para un sistema de capitalización que permita mejorar la infraestructura actual incluyendo la instalación de micro medidores.

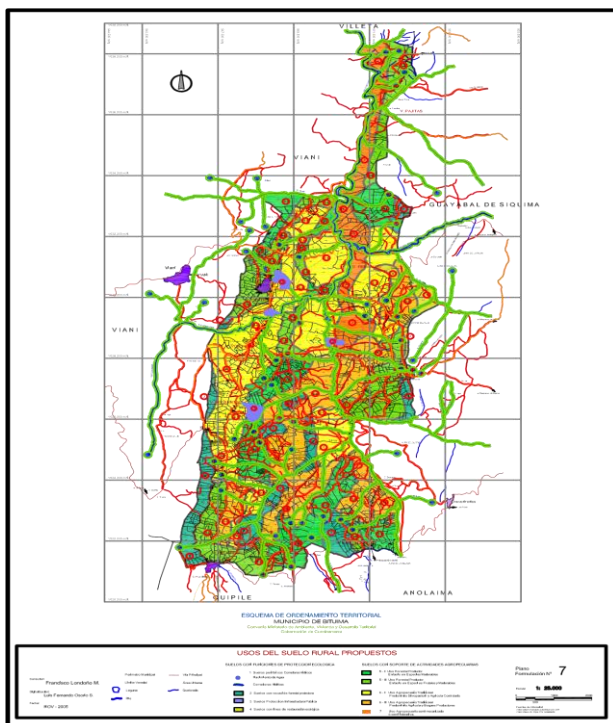
11. REFERENCIAS

- Canavilhas, J (2011). “El nuevo ecosistema mediático”. Index.comunicación, núm. 1, pp. 13- 24.
- Carvajal Escobar, Yesid, Barroso, Fabián Ulises, Reyes Trujillo, Aldemar.(2010). Guía básica para la caracterización morfométrica de cuencas hidrográficas Universidad Del Valle.
- CORPONARIÑO (2011). Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico Quebrada Miraflores. Programa para el manejo integral del recurso hídrico en el departamento de Nariño. Rescatado desde: <http://www.corponarino.gov.co/expedientes/descontaminacion/porhmirafloresp3.pdf> El 14/04/2019 a las 9:30 pm.
- Domínguez Calle, E.A., H.G. Rivera, R. Vanegas Sarmiento, P. Moreno (2008). Relaciones demanda-oferta de agua y el índice de escasez de agua como herramientas de evaluación del recurso hídrico colombiano. Rev. Acad. Colomb. Cienc. 32(123): 195-212, 2008. ISSN 0370-3908.
- Dourojeanni (2002). Gestión del agua a nivel de cuencas: Teoría y práctica. CEPAL.
- EFTEC (2005). The Economic , Social and Ecological Value of Ecosystem Services : A Literature Review. Final Report for the Department for Environment, Food and Rural Affairs, (January 2005), 42. <https://doi.org/10.1196/annals.1439.003>
- Garmendia, A.; Salvador, A.; Crespo, C.; Garmendia, L (2005). Evaluación De Impacto Ambiental. Pearson Educación, S.A., Madrid, 2005 ISBN: 84-205-4398-5
- Graf, S.H; Bauche, P (2015). El pago por servicios ambientales como instrumento de conservación. Ministerio de Agricultura de Chile & Ministerio de Relaciones Exteriores de Chile. Rescatado desde: http://www.conaf.cl/cms/editorweb/ENCCR/Presentacion-PSA-Sergio_Graf-Mexico.pdf el 15/04/2019 a las 8:44 pm.
- Ibanes de Novion, H. P (2008). Servicios Ambientales, Povos indígenas no Brasil. Rescatado desde: https://pib.socioambiental.org/es/Servicios_ambientales el 15/04/2019 a las 8:25 pm
- IDEAM, 2010. Estudio Nacional del Agua 2010. Instituto de Hidrología, Meteorología. y Estudios Ambientales. Bogotá D.C.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM (2010). Estudio Nacional del Agua. Relaciones de demanda de agua y oferta hídrica. Bogota., Colombia: Imprenta Nacional de Colombia.
- Kosmus, M., Renner, I., & Ullrich, S (2012). Integración de los servicios ecosistémicos en la planificación del desarrollo. *Deutsche Gesellschaft Für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH Sede En Bonn, Eschborn Y Quito (Ecuador)*, 92.
- Leodán Andrés Otaña Burbano¹; Guillermo León Vásquez Velásquez² y Guillermo de Jesús Bustamante Carmona³ ESTIMACIÓN DE LA OFERTA HÍDRICA CON INFORMACIÓN ESCASA EN ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS Rev.fac.Nal.Agr.Medellín 61(1):4366-4380. 2008.

- Ministerio De Ambiente, Vivienda Y Desarrollo Territorial (2010). Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso. Bogotá, D.C., Colombia.
- Nadal, E (1993). Introducción al análisis de la Planificación Hidrológica. Madrid: MOPT.
- Osorio Múnera, J. D., & Correa Restrepo, F. J (2009). Un análisis de la aplicación empírica del método de valoración contingente. *Semestre Económico*, (25), 11–30.
- PNUMA (2010). La economía de los ecosistemas y la diversidad: incorporación de los aspectos económicos de la naturaleza. Una síntesis del enfoque, las conclusiones y las recomendaciones del estudio TEEB. In TEEB (p. 102). <https://doi.org/978-3-9813410-3-4>
- Reid, W. V., Mooney, H. A., Cropper, A., Capistrano, D., Carpenter, S. R., Chopra, K., ... Zurek, M. B (2005). Evaluación de los Ecosistemas del Milenio Informe de Síntesis. *World Resource Institute. Washington DC*, 1–43. Retrieved from <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Evaluaci+n+de+los+Ecosistemas+del+Milenio+Informe+de+S?ntesis#4>
- Rentería Flores, G., & Pérez Arredondo, F. J (2010). Cálculo de un índice de pobreza de agua a nivel de estados. *Verano de la Ciencia* 12, 9.
- Riera, P (1994): Manual de valoración contingente. Instituto de Estudios Fiscales. Madrid
- Roudi-Fahimi, F., Creel, L., & De Souza, R. M (Noviembre de 2002). LA BÚSQUEDA DE UN EQUILIBRIO: Población y escasez de agua en Oriente Medio y África septentrional. Population Reference Bureau.
- Sánchez M., Grande I., Gil J. M., Gracia A., 2001. Diferencias entre los segmentos del mercado en la disposición a pagar por un alimento ecológico: valoración contingente y análisis conjunto. *Rev Esp Estud Agrosoc Pesq* 190, 141-163.
- Smith, H (2014). River basin management, development planning, and opportunities for debate around limits to growth. *Journal of Hidrology*.
- Varela, E (1992). Planificación–Acción en Cuencas Hidrográficas: un enfoque empírico. Seminario Manejo Integral de Cuencas Hidrográficas. Medellín.

10. ANEXOS

(Anexo 1) Plano 07 Usos del suelo rural del EOT del municipio de Bituima, Cundinamarca



(Anexo 2) Encuesta realizada a la población objeto de investigación

Encuesta realizada a la población objeto de investigación

1. ¿Reside usted en el municipio de Bituima, Cundinamarca?
 - 0: SI
 - 1: No
2. ¿Cuál es su zona de residencia?
 - 0: Rural
 - 1: Urbana
3. ¿Cuántas personas habitan en su hogar?
 - 0: 1
 - 1: 2
 - 2: 3
 - 3: 4
 - 4: 5

- 5: Más de 5 personas
4. ¿A qué se dedica actualmente?
 - 0: estudiante
 - 1: Empleado
 - 2: Independiente
 - 3: Agricultor

 5. ¿Cuál es su nivel de educación?
 - 0: analfabeta
 - 1: básica primaria
 - 2: básica secundaria
 - 3: Tecnólogo
 - 4: Profesional
 - 5: Especialista o Magister

 6. ¿Es usted consiente de la situación, en cuanto a la sobreexplotación e inadecuado uso del recurso hídrico en el municipio de Bituima, Cundinamarca?
 - 0: No lo conoce
 - 1: Lo conoce y hace caso omiso
 - 2: Lo conoce y protege el recurso

 7. ¿Cuál es el grado de importancia que usted le da al estado de la quebrada Guate en el municipio de Bituima, Cundinamarca?
 - 0: Poco importante
 - 1: Muy Importante
 - 2: No sabe/ No responde

 8. Dentro de su percepción ¿cómo calificaría la calidad del agua en el municipio de Bituima, Cundinamarca?
 - 0: Malo
 - 1: Deficiente
 - 2: Bueno
 - 3: Muy bueno

 9. ¿En los últimos 2 años ha visto usted deficiencia en la oferta del recurso?

- 0: Si
- 1: No

10. Sabiendo que usted hace uso del recurso de su municipio ¿De dónde lo extrae?

- 0: Ríos
- 1: Nacederos
- 2: Ríos y nacederos
- 3: No sabe/ No responde

11. Teniendo en cuenta que usted hace uso del recurso hídrico, ¿en cuál de las siguientes actividades consume más?

- 0: Agricultura
- 1: Ganadería
- 2: Domestico
- 3: Agricultura y Ganadería

12. ¿Vierte usted algún tipo de desechos que posteriormente vayan a la quebrada Guate?

- 0: si
- 1: No

Si su respuesta a la pregunta numero 12 fue SI, responda la pregunta numero 13 por el contrario si su respuesta fue NO diríjase a la pregunta numero 14

13. ¿con que frecuencia deposita residuos en quebrada Guate?

- 0: Eventualmente
- 1: De manera constante

Últimamente se ha detectado que el recurso hídrico ha ido escaseando, el mal uso del recurso genera una alerta donde. El escenario de mejora propuesto a través de este trabajo va de la mano con las preguntas asociadas a la disponibilidad a pagar.

14. ¿En su hogar se han presentado problemas de escasez por restricción del agua?

- 0: Nunca
- 1: Eventualmente
- 2: De manera constante

15. ¿Estaría usted, en principio, dispuesto a pagar un valor agregado para mejorar la calidad del agua en su municipio?

- 0: SI
- 1: No

Si su respuesta a la pregunta 15 fue (Si) continúe con la pregunta 16 por el contrario si su respuesta a la pregunta 15 fue (No) diríjase a la pregunta 17

16. ¿Podría indicar porque está dispuesto a pagar por la mejora en la calidad del recurso?

- 0: Porque carezco del servicio
- 1: Porque el servicio es deficiente
- 2: Por la conciencia ambiental
- 3: por una mejora en la calidad de vida

17. ¿Podría indicar por qué no está dispuesto a pagar por la mejora en la calidad del recurso?

- 0: Porque la situación actual me parece buena
- 1: Porque mis ingresos no me permiten pagar
- 2: Porque voy a invertir mi dinero en otras cosas
- 3: Porque no lo necesito

Teniendo en cuenta que la junta ASUCACEPE genera un cobro mensual de \$3000 como cargo fijo y \$6000 por el abastecimiento hídrico a cada usuario.

18. ¿El pago promedio, mensual entre el consumo del agua está entre?

- 0: \$3000
- 1: \$9000

Con base a su respuesta anterior y teniendo en cuenta que dentro del histórico presentando según la junta ASUCACEPE el cobro mensual a aumentado \$1000 y el cargo fijo ha aumentado \$2000 en los últimos 6 años indique.

19. ¿Entre que valores estaría dispuesto a pagar por el uso del recurso hídrico mensualmente?

- 0: \$9000
- 1: \$10.000
- 2: \$12.000

Gracias por su colaboración y tiempo

Anexo 3 (tabulación de muestreos y valores de muestreos)

Muestreo Mañana 26 de octubre de 2018

No Muestra	T (min)	ds/m		°C
		ms (ms/cm)	salinidad (mg/L)	
1	0	0,09	57,60	18,6
2	1	0,10	64,00	18,4
3	2	0,10	64,00	18,2

4	3	0,09	57,60	18,2
5	4	0,10	64,00	18,3
6	5	0,10	64,00	18,2
7	6	0,10	64,00	18
8	7	0,10	64,00	18,1
9	8	0,09	57,60	18
10	9	0,10	64,00	18,2
11	10	0,11	70,40	18,1
12	11	0,10	64,00	18,1
13	12	0,09	57,60	18,1
14	13	0,09	57,60	18,1
15	14	0,10	64,00	18
16	15	0,10	64,00	18,2
17	16	0,77	492,80	18,6
18	17	0,76	486,40	18,6
19	18	0,76	486,40	18,7
20	19	0,56	358,40	18,7
21	20	0,44	281,60	18,7
22	21	0,25	160,00	18,5
23	22	0,20	128,00	18,5
24	23	0,19	121,60	18,4
25	24	0,17	108,80	18,4
26	25	0,16	102,40	18,6
27	26	0,15	96,00	18,4
28	27	0,13	83,20	18,7
29	28	0,13	83,20	18,3
30	29	0,12	76,80	18,4
31	30	0,12	76,80	18,5
32	31	0,10	64,00	18,4
33	32	0,11	70,40	18,6
34	33	0,11	70,40	18,6
35	34	0,10	64,00	18,5
36	35	0,12	76,80	18,5
37	36	0,11	70,40	18,4
38	37	0,11	70,40	18,4
39	38	0,10	64,00	18,6
40	39	0,10	64,00	18,7
41	40	0,11	70,40	18,7
42	41	0,11	70,40	18,7
43	42	0,10	64,00	18,6
44	43	0,10	64,00	18,7

45	44	0,10	64,00	18,7
46	45	0,10	64,00	18,7
47	46	0,10	64,00	18,7
48	47	0,12	76,80	18,8
49	48	0,11	70,40	18,6
50	49	0,11	70,40	18,9
51	50	0,10	64,00	18,8
52	51	0,11	70,40	19,2
53	52	0,11	70,40	18,6
54	53	0,11	70,40	18,6
55	54	0,10	64,00	18,5
56	55	0,10	64,00	18,3
57	56	0,10	64,00	19,3
58	57	0,10	64,00	18,6
59	58	0,10	64,00	18,4
60	59	0,09	57,60	18,4
61	60	0,10	64,00	18,5
62	61	0,10	64,00	18,7
63	62	0,09	57,60	18,7
64	63	0,1	64,00	18,4
65	64	0,11	70,40	18,6
66	65	0,1	64,00	18,7
67	66	0,10	64,00	18,6
68	67	0,10	64,00	18,5
69	68	0,10	64,00	18,6
70	69	0,09	57,60	18,7
71	70	0,10	64,00	18,4
72	71	0,10	64,00	18,6
73	72	0,10	64,00	18,2
74	73	0,10	64,00	18,3
75	74	0,09	57,60	18,7
76	75	0,09	57,60	18,3
77	76	0,10	64,00	18,7
78	77	0,10	64,00	18,8
79	78	0,11	70,40	18,7
80	79	0,10	64,00	18,5
81	80	0,10	64,00	18,7
82	81	0,10	64,00	18,4
83	82	0,10	64,00	18,4
84	83	0,09	57,60	18,4
85	84	0,10	64,00	18,4

86	85	0,11	70,40	18,5
87	86	0,09	57,60	18,5
88	87	0,10	64,00	18,8
89	88	0,10	64,00	18,8
90	89	0,09	57,60	18,3
91	90	0,10	64,00	18,3
92	91	0,10	64,00	18,3
93	92	0,09	57,60	18,3
94	93	0,09	57,60	18,4
95	94	0,10	64,00	18,2
96	95	0,10	64,00	18,2
97	96	0,10	64,00	18,2
98	97	0,10	64,00	18,2
99	98	0,10	64,00	18,2
100	99	0,10	64,00	18,2
101	100	0,10	64,00	18,2
102	101	0,10	64,00	18,3
103	102	0,10	64,00	18,4
104	103	0,10	64,00	18,3
105	104	0,10	64,00	18,2

Muestreo Tarde 26 de octubre de 2016

No Muestra	T (min)	ds/m		°C
		ms (ms/cm)	salinidad (mg/L)	
1	0	0,10	64,00	18,6
2	1	0,09	57,60	18,7
3	2	0,09	57,60	18,7
4	3	0,09	57,60	18,7
5	4	0,10	64,00	18,7
6	5	0,10	64,00	18,8
7	6	0,09	57,60	18,6
8	7	0,10	64,00	18,9
9	8	0,09	57,60	18,8
10	9	0,10	64,00	19,2
11	10	0,11	70,40	18,6
12	11	0,10	64,00	18,6
13	12	0,10	64,00	18,5
14	13	0,09	57,60	18,1

15	14	0,09	57,60	18,5
16	15	0,10	64,00	18,6
17	16	0,80	512,00	18,7
18	17	0,76	486,40	18,4
19	18	0,78	499,20	18,6
20	19	0,50	320,00	18,2
21	20	0,36	230,40	18,3
22	21	0,25	160,00	18,7
23	22	0,23	147,20	18,3
24	23	0,22	140,80	18,7
25	24	0,20	128,00	18,8
26	25	0,21	134,40	18,7
27	26	0,2	128,00	18,5
28	27	0,12	76,80	18,7
29	28	0,11	70,40	18,4
30	29	0,12	76,80	18,5
31	30	0,12	76,80	18,4
32	31	0,12	76,80	18,4
33	32	0,11	70,40	18,6
34	33	0,11	70,40	18,6
35	34	0,11	70,40	18,5
36	35	0,12	76,80	18,5
37	36	0,11	70,40	18
38	37	0,12	76,80	18,4
39	38	0,12	76,80	18,6
40	39	0,11	70,40	18,7
41	40	0,11	70,40	18,6
42	41	0,12	76,80	18
43	42	0,10	64,00	18,6
44	43	0,10	64,00	18,4
45	44	0,11	70,40	18,2
46	45	0,11	70,40	18,2
47	46	0,11	70,40	18,3
48	47	0,12	76,80	18,2
49	48	0,11	70,40	18
50	49	0,11	70,40	18,1
51	50	0,10	64,00	18
52	51	0,11	70,40	18,2
53	52	0,12	76,80	18,1
54	53	0,11	70,40	18,1
55	54	0,10	64,00	18,1

56	55	0,10	64,00	18,3
57	56	0,11	70,40	18,6
58	57	0,11	70,40	18,6
59	58	0,10	64,00	18,4
60	59	0,09	57,60	18,4
61	60	0,10	64,00	18,5
62	61	0,15	96,00	18,7
63	62	0,09	57,60	18,7
64	63	0,11	70,40	18
65	64	0,11	70,40	18,2
66	65	0,10	64,00	18,6
67	66	0,10	64,00	19,1
68	67	0,10	64,00	18,7
69	68	0,10	64,00	18,4
70	69	0,09	57,60	18,7
71	70	0,10	64,00	18,5
72	71	0,10	64,00	18,5
73	72	0,09	57,60	18,4
74	73	0,10	64,00	18,4
75	74	0,09	57,60	18,6
76	75	0,08	51,20	18,8
77	76	0,10	64,00	18,8
78	77	0,11	70,40	18,8
79	78	0,11	70,40	18,7
80	79	0,10	64,00	18,5
81	80	0,10	64,00	18,7
82	81	0,09	57,60	18,4
83	82	0,10	64,00	18,4
84	83	0,09	57,60	18,4
85	84	0,10	64,00	18,4
86	85	0,10	64,00	18,5
87	86	0,09	57,60	18,5
88	87	0,10	64,00	18,8
89	88	0,11	70,40	18,8
90	89	0,10	64,00	18,2
91	90	0,09	57,60	18,6
92	91	0,10	64,00	18,3
93	92	0,09	57,60	18,3
94	93	0,10	64,00	18,4
95	94	0,10	64,00	18,2
96	95	0,09	57,60	18,2

97	96	0,10	64,00	19,2
98	97	0,10	64,00	18,2
99	98	0,10	64,00	18,2
100	99	0,10	64,00	18,5
101	100	0,09	57,60	18,2
102	101	0,09	57,60	18,3
103	102	0,09	57,60	18,4
104	103	0,09	57,60	18,3
105	104	0,10	64,00	18,0

Muestreo mañana 25 de febrero 2019

No Muestra	T (min)	ds/m		°C
		ms (ms/cm)	salinidad (mg/L)	
1	0	0,15	96,0	19,1
2	1	0,14	89,6	18,4
3	2	0,13	83,2	18,5
4	3	0,14	89,6	18,3
5	4	0,14	89,6	18,2
6	5	0,14	89,6	18,4
7	6	0,13	83,2	18,6
8	7	0,13	83,2	18,5
9	8	0,14	89,6	18,3
10	9	0,15	96,0	18,2
11	10	0,15	96,0	18,4
12	11	0,14	89,6	18,4
13	12	0,14	89,6	18,4

14	13	0,14	89,6	18,3
15	14	0,13	83,2	18,4
16	15	0,13	83,2	18,3
17	16	0,51	326,4	17,9
18	17	0,56	358,4	18,3
19	18	1,46	934,4	18,0
20	19	1,11	710,4	18,2
21	20	0,72	460,8	18,0
22	21	0,40	256,0	17,9
23	22	0,26	166,4	18,2
24	23	0,23	147,2	18,4
25	24	0,21	134,4	18,0
26	25	0,18	115,2	17,9
27	26	0,17	108,8	18,0
28	27	0,15	96,0	17,9
29	28	0,15	96,0	18,0
30	29	0,15	96,0	18,0
31	30	0,14	89,6	17,8
32	31	0,14	89,6	17,9
33	32	0,13	83,2	17,8
34	33	0,13	83,2	17,8
35	34	0,13	83,2	17,8
36	35	0,12	76,8	17,7
37	36	0,13	83,2	18,9
38	37	0,12	76,8	18,0
39	38	0,13	83,2	17,2
40	39	0,14	89,6	17,6
41	40	0,15	96,0	17,6
42	41	0,15	96,0	17,5
43	42	0,15	96,0	17,4
44	43	0,13	83,2	17,8
45	44	0,15	96,0	18,0
46	45	0,15	96,0	18,2
47	46	0,15	96,0	18,3
48	47	0,15	96,0	18,0
49	48	0,14	89,6	17,9
50	49	0,13	83,2	17,9
51	50	0,13	83,2	17,8
52	51	0,13	83,2	18,8
53	52	0,12	76,8	17,9
54	53	0,12	76,8	17,8

55	54	0,13	83,2	17,9
56	55	0,13	83,2	17,3
57	56	0,12	76,8	17,2
58	57	0,12	76,8	17,0
59	58	0,14	89,6	17,3
60	59	0,14	89,6	17,7
61	60	0,14	89,6	17,3
62	61	0,13	83,2	17,8
63	62	0,14	89,6	17,6
64	63	0,14	89,6	17,8
65	64	0,13	83,2	17,9
66	65	0,13	83,2	17,6
67	66	0,13	83,2	17,8
68	67	0,13	83,2	17,9
69	68	0,14	89,6	17,8
70	69	0,15	96,0	17,8
71	70	0,14	89,6	17,9
72	71	0,14	89,6	17,7
73	72	0,13	83,2	17,8
74	73	0,13	83,2	17,7
75	74	0,13	83,2	17,6
76	75	0,14	89,6	18,0
77	76	0,50	320,0	18,0
78	77	0,13	83,2	17,9
79	78	0,13	83,2	18,2
80	79	0,13	83,2	17,9
81	80	0,14	89,6	18,0
82	81	0,14	89,6	17,0
83	82	0,13	83,2	17,0
84	83	0,14	89,6	17,8
85	84	0,14	89,6	18,0
86	85	0,14	89,6	17,2
87	86	0,14	89,6	17,8
88	87	0,13	83,2	17,9
89	88	0,14	89,6	17,8
90	89	0,13	83,2	17,8
91	90	0,14	89,6	17,8
92	91	0,14	89,6	17,8
93	92	0,14	89,6	17,7
94	93	0,14	89,6	17,8
95	94	0,14	89,6	17,8

96	95	0,13	83,2	17,7
97	96	0,13	83,2	17,8
98	97	0,14	89,6	17,8
99	98	0,13	83,2	17,7
100	99	0,14	89,6	17,8
101	100	0,13	83,2	17,8
102	101	0,14	89,6	19,6
103	102	0,13	83,2	17,8
104	103	0,14	89,6	17,9
105	104	0,14	89,6	18,0

Muestreo tarde 25 de febrero 2019

No Muestra	T (min)	ds/m		°C
		ms (ms/cm)	salinidad (mg/L)	
1	0	0,15	96,0	18,9
2	1	0,14	89,6	18,0
3	2	0,13	83,2	17,9
4	3	0,14	89,6	17,9
5	4	0,14	89,6	17,6
6	5	0,14	89,6	17,4
7	6	0,14	89,6	17,9
8	7	0,14	89,6	18,0
9	8	0,14	89,6	18,4
10	9	0,14	89,6	18,3
11	10	0,14	89,6	18,3
12	11	0,14	89,6	18,4
13	12	0,13	83,2	18,4
14	13	0,15	96,0	17,9
15	14	0,13	83,2	18,0
16	15	0,14	89,6	18,1
17	16	0,75	480,0	17,7
18	17	0,70	448,0	17,8
19	18	0,50	320,0	18,6
20	19	0,54	345,6	17,6
21	20	0,50	320,0	18,0
22	21	0,60	384,0	18,0
23	22	1,05	672,0	18,1
24	23	0,44	281,6	18,0
25	24	0,31	198,4	17,9

26	25	0,22	140,8	18,0
27	26	0,18	115,2	17,0
28	27	0,16	102,4	17,2
29	28	0,13	83,2	17,8
30	29	0,15	96,0	18,0
31	30	0,15	96,0	17,9
32	31	0,12	76,8	17,8
33	32	0,13	83,2	18,0
34	33	0,12	76,8	17,8
35	34	0,13	83,2	17,6
36	35	0,13	83,2	18,0
37	36	0,13	83,2	18,2
38	37	0,14	89,6	18,2
39	38	0,15	96,0	18,2
40	39	0,13	83,2	17,9
41	40	0,15	96,0	17,5
42	41	0,13	83,2	18,8
43	42	0,15	96,0	17,9
44	43	0,15	96,0	17,9
45	44	0,15	96,0	17,9
46	45	0,13	83,2	17,3
47	46	0,13	83,2	17,2
48	47	0,14	89,6	17,8
49	48	0,12	76,8	17,3
50	49	0,13	83,2	17,8
51	50	0,12	76,8	17,8
52	51	0,12	76,8	17,9
53	52	0,14	89,6	17,5
54	53	0,15	96,0	17,4
55	54	0,14	89,6	17,9
56	55	0,13	83,2	18,0
57	56	0,13	83,2	18,2
58	57	0,12	76,8	18,3
59	58	0,12	76,8	18,0
60	59	0,12	76,8	18,0
61	60	0,12	76,8	18,0
62	61	0,14	89,6	17,5
63	62	0,15	96,0	17,9
64	63	0,14	89,6	17,2
65	64	0,15	96,0	18,1
66	65	0,13	83,2	18,0
67	66	0,13	83,2	18,0

68	67	0,13	83,2	18,0
69	68	0,15	96,0	17,6
70	69	0,15	96,0	17,6
71	70	0,13	83,2	17,6
72	71	0,13	83,2	17,9
73	72	0,15	96,0	18,2
74	73	0,15	96,0	17,9
75	74	0,15	96,0	18,0
76	75	0,15	96,0	18,0
77	76	0,15	96,0	17,3
78	77	0,15	96,0	17,6
79	78	0,14	89,6	18,1
80	79	0,14	89,6	18,0
81	80	0,14	89,6	17,8
82	81	0,15	96,0	17,6
83	82	0,15	96,0	17,8
84	83	0,15	96,0	17,8
85	84	0,14	89,6	17,6
86	85	0,14	89,6	18,2
87	86	0,13	83,2	18,5
88	87	0,12	76,8	17,4
89	88	0,13	83,2	17,4
90	89	0,12	76,8	17,4
91	90	0,15	96,0	18,1
92	91	0,15	96,0	17,8
93	92	0,15	96,0	17,5
94	93	0,14	89,6	17,5
95	94	0,14	89,6	17,9
96	95	0,14	89,6	18,0
97	96	0,13	83,2	18,1
98	97	0,15	96,0	18,0
99	98	0,14	89,6	17,5
100	99	0,14	89,6	17,5
101	100	0,14	89,6	17,6
102	101	0,14	89,6	17,5
103	102	0,14	89,6	17,5
104	103	0,13	83,2	17,6
105	104	0,13	83,2	17,5

No PREGUNTA																			
Usuario	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	0	0	1	3	1	0	0	1	0	2	3	0	0	1	0	1		0	0
2	0	0	1	3	1	1	1	2	1	0	2	1		0	1		0	0	0
3	0	1	1	3	1	0	0	0	0	2	3	1		1	0	1		1	1
4	0	0	2	3	1	0	0	0	0	2	3	1		1	0	1		1	1
5	0	0	1	2	1	2	1	2	0	0	2	1		1	1		0	1	1
6	0	0	1	3	1	0	2	1	0	2	3	1		2	0	1		1	1
7	0	0	1	3	1	0	0	1	0	3	2	0	0	2	0	1		1	1
8	0	0	1	3	1	2	1	3	1	0	0	1		0	1		1	1	1
9	0	0	1	3	1	0	2	2	1	2	3	1		0	1		1	1	1
10	0	0	1	3	1	1	0	2	1	3	0	1		0	1		1	1	1
11	0	0	4	2	1	2	1	1	0	0	0	1		2	0	1		1	2
12	0	0	1	3	1	2	1	2	0	3	2	1		2	1		0	1	1
13	0	0	0	3	0	2	1	2	1	3	2	1		0	1		1	1	1
14	0	0	1	2	1	2	1	1	0	1	3	1		1	0	0		1	2
15	0	0	1	3	1	1	1	1	0	0	0	1		1	0	1		1	1
16	0	1	2	1	1	1	2	0	0	2	3	1		1	0	1		0	1
17	0	0	2	3	2	1	1	1	0	0	0	1		2	0	2		1	1
18	0	0	1	3	1	1	1	1	0	1	3	1		2	0	1		0	0
19	1	0	1	0	1	2	1	0	0	0	2	1		2	0	1		0	0
20	1	0	1	1	2	0	2	1	0	2	3	1		2	0	2		1	1
21	0	0	0	3	1	1	1	1	0	2	3	0	0	1	0	1		1	2
22	0	0	1	3	1	1	0	0	0	2	3	1		1	0	1		1	1
23	0	0	3	3	1	1	2	0	0	2	3	1		1	0	0		1	2
24	1	0	1	2	1	2	1	3	1	0	2	1		0	1		0	1	1
25	1	0	1	1	4	1	2	1	0	0	0	1		2	0	1		1	1
26	1	0	1	1	1	1	2	1	0	0	0	1		2	0	1		1	1

27	1	0	1	1	1	1	1	3	0	0	0	1		2	1		1	1	1
28	0	1	2	3	3	0	0	0	0	0	2	1		2	0	2		1	1
29	1	1	1	1	1	2	1	3	1	0	2	1		0	1		1	1	1
30	0	0	0	3	1	2	1	2	1	3	2	1		0	1		0	1	1
31	0	0	1	3	0	1	0	1	0	2	3	1		1	0	1		1	1
32	1	0	0	1	5	2	1	2	0	0	2	1		1	1		1	1	1
33	1	0	1	1	1	2	1	3	1	1	3	1		0	1		1	0	1
34	0	0	5	2	4	1	2	1	0	2	3	0	1	1	0	1		1	1
35	0	0	1	3	1	1	2	0	0	2	3	1		2	0	1		1	1
36	0	0	2	3	1	1	1	1	0	2	3	1		1	0	3		1	1
37	0	0	1	3	1	1	0	1	0	2	3	1		1	0	1		1	1
38	0	0	1	3	1	1	2	0	0	2	3	1		2	0	0		1	1
39	1	1	3	1	1	1	1	3	1	1	3	1		0	1		1	1	1
40	0	0	2	3	1	1	0	1	0	2	3	1		1	0	3		1	1
41	1	0	1	1	1	1	2	1	0	2	3	1		1	0	1		1	1
42	0	1	1	3	3	1	0	0	0	2	3	1		2	0	0		1	1
43	1	0	1	2	4	0	0	1	0	2	3	0	1	1	0	2		1	1
44	0	0	1	3	1	2	1	2	1	0	1	1		0	1		1	0	0
45	0	0	1	3	1	2	1	1	0	2	3	1		1	0	1		1	1
46	0	0	3	3	1	0	0	0	0	2	3	1		1	0	0		1	2
47	0	0	0	3	1	2	1	0	0	0	3	1		1	0	3		0	2
48	0	0	0	3	1	1	1	2	1	3	0	0	0	0	1		0	1	1
49	0	1	5	3	3	1	1	0	0	0	2	1		1	0	0		1	1
50	1	0	1	1	1	2	1	1	0	0	0	1		1	0	1		0	0
51	0	0	1	3	0	0	0	1	0	0	0	1		1	0	1		1	1
52	0	0	3	2	1	0	0	1	0	0	0	1		1	0	1		0	0
53	1	0	0	1	1	0	2	0	0	2	3	1		2	0	0		1	1
54	0	0	5	3	1	1	0	1	0	0	0	1		1	0	3		1	2

55	0	0	1	3	1	1	2	1	0	3	0	1		2	0	1		1	1
56	0	0	1	3	1	1	1	3	1	1	3	1		0	1		0	1	1
57	0	0	3	3	1	1	0	1	0	2	3	1		2	0	1		1	2
58	1	0	1	1	1	1	1	2	1	3	2	1		0	1		1	1	1
59	0	0	1	3	1	1	1	2	1	2	3	1		0	1		1	1	1
60	0	0	1	3	1	2	1	1	0	2	3	1		2	0	2		1	2
61	1	0	1	1	1	2	1	1	0	2	3	1		2	0	1		1	1
62	1	0	1	1	1	1	1	1	0	2	3	1		2	0	1		0	0
63	0	0	1	3	1	1	1	3	0	3	2	1		1	1		0	1	1
64	0	0	1	3	1	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	1		1	2
65	0	0	2	3	1	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	1		1	2
66	0	0	2	3	1	1	2	0	0	0	2	1		1	0	1		0	1
67	0	1	1	3	1	1	1	1	0	0	2	1		1	0	1		1	1
68	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	2	1		1	0	2		1	1
69	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	3	0	1	1	0	0		1	2

Registro fotográfico



