

**REVISTA DE BIOLOGIA TROPICAL – INTERNATIONAL JOURNAL OF
TROPICAL BIOLOGY AND CONSERVATION**

**Mapa de Riesgo de Calidad de Agua del acueducto urbano del municipio de Cumbal, en el
departamento de Nariño**

Oscar Armando Taimal C.¹

Universidad de Caldas, Programa de Biología. Manizales, Colombia;
programa.biologia@ucaldas.edu.co

Abstract: Water Quality Risk Map of the urban aqueduct of the municipality of Cumbal, in the department of Nariño. A risk map is a tool that inspects, monitors and controls the activities or processes subject to risk in the water quality of the sources that supply the water supply systems for human consumption. Current Colombian regulations require the preparation, review and updating of the risk map of the quality of water for human consumption in the supply and distribution systems of the municipalities. For this reason, a risk map was prepared for the urban aqueduct of the municipality of Cumbal, which provides water service to the entire urban area. The Local Health Directorate and the Cooperativa de Servicios de Cumbal COOPSERCUM supported the construction of the water quality risk map for the aqueduct, taking into consideration the threats, vulnerabilities and risks that are present in the aqueduct. For its elaboration, the available history in the municipality was reviewed, as well as technical inspection visits and interviews with the inhabitants of the area in order to gather information about aspects related to infrastructure, possible threats and vulnerabilities that exist in the supply system, with this we sought to consolidate the technical documents (Annexes I and II) that shows the resolution 4716 of 2010. We also characterized the anthropic activities and the location of the intake that may affect the water quality of the supply source. As a result, it was found that the intake is threatened by possible landslides due to the geomorphology of the terrain, in addition to not having an entrance or main road, which makes access difficult and therefore the adequacy and maintenance of the intake. The most relevant vulnerability is the presence of latrines, anthropogenic activities, tourism and roads that pass through the supply sources. Likewise, the lack of maintenance and poor infrastructure conditions and the lack of laboratory analysis could cause water supply

deprivation to the entire urban area. Finally, one of the greatest risks is the location of the intake and its access road, as well as the presence of organic substances, i.e., some of the physical, chemical and microbiological characteristics are outside the maximum values established in resolution 2115 of 2007. Considering these results, it can be concluded that the physical-chemical characteristics are good; however, the microbiological ones show parameters that do not comply with the stipulations of resolution 2115 of 2007. Therefore, it is recommended to reduce the risk through the development of measures or actions established in resolution 4716 of 2010 and by the Local Health Directorate and COOPSERUM. Therefore, it is recommended that a work plan be developed to establish guidelines and procedures to reduce the sanitary risk.

Key words: Risk map, water quality, threat, vulnerability, Cuased, Infiltration, Cumbal.

Número total de palabras: 7622

El agua es de vital importancia para el ser humano, ayuda a eliminar las sustancias que resultan de los procesos bioquímicos producidos en el organismo (Murray, y otros, 2010). El agua es conocido como solvente universal al transportar y disolver sustancias hidrofílicas (Finger & Sepúlveda, 2019) . Sin embargo, también puede transportar sustancias nocivas al organismo, ocasionando daños en la salud de las personas (Camacho, 2011). Esto es causado por problemas de contaminación de las aguas, disminuyendo su calidad, esto se da principalmente en las zonas rurales, y dado que en la actualidad es una realidad palpable, requiere de una solución adecuada. Los principales factores que contribuyen a la disminución de la calidad de agua son actividades antrópicas como la agricultura, los desechos de los residuos automotores, letrinas cercanas a las viviendas, y sobre todo el mal manejo de desechos sólidos y biodegradables entre otros ocasionando daño en la salud y el medio ambiente (Lizbet & Quispe, 2015). A si mismo la calidad de agua se ve afectada por amenazas o problemas potenciales que no se los puede controlar, pero pueden ocurrir en cualquier momento, por ejemplo, inundaciones, deslizamientos etc.

Considerando la importancia de mantener una buena calidad del agua, la OMS recomienda crear un Plan de Seguridad del Agua (PSA), con el fin de evaluar los riesgos que tiene esta en temas de calidad desde el nacimiento hasta su red de distribución (Bartram et. al, 2009). En Colombia, el Decreto 1575 del 2007 del Ministerio de Protección Social establece el sistema de protección y control de la calidad del agua para consumo humano (Ministerio de la Protección Social M. d., 2007). En él se muestra la importancia de la construcción de mapas de riesgo para vigilar y controlar las condiciones de calidad de las cuencas abastecedoras y de los sistemas de abastecimiento de agua potable.

En el artículo 15 del Decreto 1575 del 2007 se reglamenta que la autoridad sanitaria municipal junto con la autoridad ambiental, son las responsables de elaborar, revisar y actualizar el Mapa de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Para Rodríguez López & Piñero Sánchez (2013), “un mapa de riesgos es “una herramienta, basada en los distintos sistemas de información, que pretende identificar las actividades o procesos sujetos a riesgo y medir el daño potencial asociado a su ocurrencia” (Rodríguez López & Piñero Sánchez , 2013). Por otro lado, los Ministerios de Salud y Protección Social y de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial definen el mapa de riesgos dentro de la Resolución 4716 del 2010 (Ministerio de la Protección Social M. d., 2010), como “el instrumento que define las acciones de inspección, vigilancia y

control del riesgo asociado a las condiciones de calidad de las cuencas abastecedoras de sistemas de suministro de agua para consumo humano”.

Teniendo en cuenta esta normativa se definió como sitio de estudio la cuenca de la laguna de Cumbal y la subcuenca del río Cuased de donde se abastece el acueducto urbano del municipio de Cumbal. Según Zúñiga (2018), la flora y fauna que se encuentra en esta cuenca, es muy abundante; sin embargo, se ven afectadas por actividades antrópicas, causando pérdidas significativas al ecosistema, además de ocasionar procesos de degradación al suelo. En cuanto a las fuentes de agua se está dando el vertimiento de aguas residuales que contaminan y afectan la calidad de agua, provocando degradación en las características fisicoquímicas y microbiológicas. De acuerdo a lo anterior, la Dirección Local de Salud del municipio de Cumbal, desarrolló el Plan de Acción Cumbal 2021 en la dimensión de salud ambiental, con el fin de aminorar los factores de inseguridad para la salud pública, entre las que se encuentra la verificación del riesgo en la calidad del agua para consumo humano (Alcaldía Municipal de Cumbal, 2016).

De acuerdo con la legislación sanitaria, se requiere que los acueductos del municipio de Cumbal, en compañía de las autoridades ambientales y de salud, cumplan con dicha normativa y se presente el mapa de riesgo correspondiente. En desarrollo de lo anterior y teniendo en cuenta que el municipio de Cumbal cuenta con 28 acueductos con un sistema básico de pretratamiento (Alcaldía Municipal de Cumbal, 2016). Este documento abordará el tema de la calidad del agua a partir de la construcción del mapa de riesgo correspondiente al acueducto urbano, ubicado en la vereda Tasmag.

Por consiguiente, el proyecto pretende trabajar con un acueducto con el propósito de identificar las amenazas, las vulnerabilidades y los riesgos a los que se ve enfrentados y expuestos los habitantes de la zona urbana y así, realizar los anexos técnicos I y II de la Resolución 4716 de 2010.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio: Se realizó un estudio descriptivo, exploratorio y explicativo, que se basa en la recolección, ordenamiento y análisis de los datos procedentes de un conjunto de observaciones. El

municipio de estudio es Cumbal, con coordenadas 0°54'28" N, 77°47'27" W a 3050 msnm; ubicado en el departamento de Nariño (Cumbal A. M., 2016). Este posee gran cantidad de recursos hídricos como ríos, quebradas, lagunas y nacimientos, que representan un alto porcentaje de agua dulce de todo el municipio (Herrera, 2020). Dentro de los aspectos hidrológicos es importante mencionar que el casco urbano cuenta con 4 ríos o subcuencas principales que son: río Chiquito, río Blanco, río Chorro, río Cuased (Taimal Cuaical, 2020). El área de estudio del presente mapa de riesgo es la subcuenca o río Cuased perteneciente a la cuenca de la laguna la Bolsa (Fig. 1). La bocatoma se encuentra a 5 kilómetros y planta de tratamiento a 3 kilómetros del casco urbano, con coordenadas 0°55'21.8" N 77°48'13.4" W (Cumbal A. M., 2016). Este acueducto abastece y surte de agua a toda la zona urbana del municipio de Cumbal.

Adicional a ello, para dar cumplimiento a los objetivos propuestos, se revisó la normatividad relacionada con el mapa de riesgos, especialmente la Resolución 4716 de 2010, guía para su construcción (Ministerio de la Protección Social M. d., 2010). Adicionalmente, se realizaron las siguientes actividades:

Caracterización y descripción del área de estudio: Se realizó una recopilación de la información suministrada por la Dirección Local de Salud del municipio y COOPSERCUM sobre dichos acueductos. Posteriormente se realizó la visita de inspección técnica, en donde se recopiló información acerca de los aspectos que caracterizan al sitio de estudio. También se realizó entrevistas a los habitantes de la zona y registro fotográfico.

Compilación de las amenazas, vulnerabilidades y riesgos: Se realizó una recopilación de la información disponible en la Dirección Local de Salud del municipio de Cumbal y COOPSERCUM sobre dicho acueducto, teniendo en cuenta el listado que se encuentra en el Capítulo II, Art. 4 de la Resolución 4716 de 2010. Posteriormente se determinó el estado y diagnóstico en el que se encuentra, también se realizó visitas de inspección técnica en donde por cada punto de muestreo, a qui se tomaron registros fotográficos, audiovisuales, documentos escritos etc. Esto, con el fin de recopilar información acerca de aspectos en cuanto a infraestructura, actividades económicas, posibles amenazas, vulnerabilidades y riesgos que existan en el sistema de suministro.

Construcción del mapa de riesgo: Para la construcción del mapa de riesgos se realizaron análisis físicos-químicos y microbiológicos del agua cruda en cada punto de muestreo. Los muestreos se realizaron por parte de los prestadores del servicio y de la Dirección Local de Salud de Salud del municipio, respectivamente. Dichos resultados fueron revisados con el fin de identificar los contaminantes presentes en las cuencas abastecedoras y los que excedían los valores máximos permisibles de la Resolución 2115 de 2007 (Ministerio de la Protección Social M. d., 2007). Teniendo en cuenta todo lo anterior, se diligenció el formato de la “Lista previa de las características físicas, químicas y microbiológicas de la calidad del agua de la fuente abastecedora”, basados en el anexo técnico I de la Resolución 4716 de 2010. De igual manera, se diligenció el “Formato de mapa de riesgo de la calidad del agua para consumo humano”, que se encuentra en el Anexo técnico II de la misma.

RESULTADOS Y ANÁLISIS.

Caracterización de la laguna de Cumbal: Esta cuenca se encuentra ubicada en entre los municipios de Cumbal y Guachucal a una altitud de 3.430 msnm (Taimal Cuaical, 2020). Se encuentra en una zona muy sensible de recargas de acuíferos y es relativamente pequeña teniendo una extensión de 8.8 km², tiene como afluentes el río Cuased, los capotes y Cuscungo (Cumbal A. M., Esquema de Ordenamiento territorial, 2015). Respeto al casco urbano la laguna se encuentra a 6.6 Km al NW con la que se comunica por carretera.

En la parte alta al NW de la laguna, existe una pequeña llanura y la parte restante está rodeada de colinas tapizadas de frailejones, pajonales y vegetación propia de paramo. En las riberas de la laguna hay presencia de juncos acuáticos o totoras y pequeños bosques con vegetación andina, gran cantidad de pequeños cuerpos de agua y ciénagas de agua dulce. A pesar de esto se mira presencia de animales domésticos por tal razón si se da contaminación antrópica, también se pudo observar presencia de pescadores y algunos criaderos de trucha.

En la parte baja donde se da el nacimiento del río Cuased la economía gira en torno a la agricultura con cultivos como la papa, habas, ocas etc. Otra fuente de economía es la ganadería, se cría ganado vacuno donde la leche es el producto que más se comercializa tanto a nivel municipal como nacional (Cumbal A. M., 2016). También se da la producción de ganado porcino

y caballar. Asimismo, se da la producción de trucha arco iris tanto para consumo familiar como para exportación.

Para las familias que viven en las riberas de la laguna, es de gran importancia el turismo que se ha venido desarrollando con la implementación de zonas turísticas, por parte de la administración municipal, cabildo indígena, capital privado y otras entidades (Cumbal A. M., Alcaldía Municipal de Cumbal Nariño, 2020). En este lugar se encuentra en desarrollo proyectos para ecoturismo, pero debido a la ausencia de entidades de control estos proyectos se han congelado.

Caracterización de la subcuenca Cuased: Esta subcuenca se encuentra ubicada en dos municipios Cumbal y Carlosama siendo Cumbal el que presenta mayor área en la subcuenca con un 80 %, donde aproximadamente el 10 % corresponde a pendientes de 10 %. Seguido por un 70 % de pendientes 3.63%. Lo que corresponde a una topografía fuertemente ondulada (Taimal Cuaical, 2020).

La subcuenca Cuased nace en la laguna de Cumbal a una altura aproximada de 3450 msnm, posteriormente recorre 200 metros para posteriormente infiltrarse en la tierra por detención superficial (Osorio Robles, 2012) siguiendo una ruta subterránea y volver a renacer en la Vereda de Tasmag (Cumbal A. M., Esquema de Ordenamiento territorial, 2015), para luego recorrer las veredas de Guan, Quilismal y desembocando en la cuenca del río blanco en el municipio de Carlosama. Tiene como afluente la quebrada Canteria y Pangata entre otras corrientes menores.

La parte alta donde se da el nacimiento es una zona de páramo con gran presencia de pajonales, frailejones y pequeños bosques con vegetación nativa, hay gran cantidad de Ciénegas y cochones de agua, no se mira presencia de animales domésticos por tal razón la contaminación es mínima por estas actividades, en algunos casos hay presencia de pescadores artesanales de la localidad y algunos criaderos de trucha.

La parte media de la subcuenca tiene gran presencia de actividades antrópicas en donde se encuentra pastos para la producción de ganado lechero, bosques secundarios, producción de trucha

y algunos cultivos como la papa y plantas exóticas como; pino, eucalipto, ciprés, acacia y otras especies en menor proporción, las cuales se encuentran distribuidas en cercas vivas formando linderos entre predios. También hay presencia pequeños cuerpos de agua o lagunillas, así mismo viviendas lo que ha traído la instalación de letrinas y como consecuencia contaminación la contaminación del suelo.

La parte baja es una zona entregada mayormente a la cría de trucha, dando paso al cultivo de los pastos naturales mejorados, es a qui donde se da la infiltración del rio Cuased en el subsuelo para renacer en la vereda de Tasmag (Alcaldía Municipal de Cumbal, Plan de Accion Cumbal, Dimensión Salud ambiental, 2021), en donde se encuentra la bocatoma del acueducto urbano.

Caracterización acueducto urbano: La cooperativa de servicios de Cumbal COOPSERCUM de la mano con la Dirección Local de Salud, son las entidades encargadas de la prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo del municipio de Cumbal (Alcaldía Municipal de Cumbal, Plan de Accion Cumbal, Dimensión Salud ambiental, 2021). Esta unidad está adscrita a la alcaldía municipal por lo cual las actividades administrativas, contables y comerciales dependen de ésta (Taimal Cuaical, 2020).

De acuerdo al Esquema de Ordenamiento Territorial del municipio de Cumbal (Cumbal A. M., Esquema de Ordenamiento territorial, 2015), el acueducto se surte del río Cuased. Su captación se realiza en el renacimiento en aproximaciones de la laguna de Cumbal en la vereda de Tasmag, mediante una bocatoma contigua, construida por los habitantes hace 20 años (Cumbal A. M., Alcaldía Municipal de Cumbal Nariño, 2020). Es importante destacar la participación comunitaria que a través del tiempo ha jugado un papel importante para cambiar realidades construyendo procesos de la llamada “Minga” a través de la implementación de acueductos para el desarrollo municipal.

El servicio de acueducto tiene una cobertura del 100 % en el casco urbano, aproximadamente 1500 viviendas, de acuerdo a la información suministrada por COOPSERCUM.

Descripción del sistema de acueducto: El Acueducto urbano del municipio de Cumbal, está formado por varios componentes como es la captación, planta de tratamiento, tanques de almacenamiento y red de distribución donde cada uno cumple una función específica. El proceso inicia desde la captación de la fuente de agua, posteriormente pasa a las líneas de aducción o transporte del agua cruda, luego a la planta de tratamiento, y por ultimo a los tanques de almacenamiento, para su distribución. Con esto se garantiza el suministro de agua potable a las viviendas, industrias e instituciones del casco urbano.

Captación: La captación se da en el nacimiento del río Cuased en la vereda de Tasmag a una altura de 3200 msnm, aquí toma la cantidad adecuada de agua para el acueducto municipal, cuyo caudal medio es de 50 lps, durante todo el año (Cumbal A. M., Esquema de Ordenamiento territorial, 2015). Esta fuente es suficiente para cubrir la demanda actual; las condiciones de potabilidad son aceptables si se tiene en cuenta que su captación se realiza a gran altura en inmediaciones de la laguna de Cumbal.

La bocatoma está compuesta por una bocatoma de fondo con una capacidad de 30 lps (Cumbal A. M., Esquema de Ordenamiento territorial, 2015). La cual está equipada con una rejilla vertical y una horizontal para limpieza transversal, además cuenta con una cámara de ramificación de amplia capacidad, de esta se desprenden las tuberías de aducción.

Como problema se observó la acumulación de arena en el fondo que permite el arrastre de arena a las tuberías de aducción, disminuyendo la efectividad de la captación y generando riesgos de sedimentación de materiales transportados por el agua. El tratamiento físico se realiza mediante limpieza manual sin el uso de tratamientos químicos - bacteriológicos; sin embargo, la infraestructura es admisible reuniendo las condiciones aptas para la bocatoma; sin embargo, se requiere optimización y mantenimiento periódico.

Planta de tratamiento: Posteriormente el agua es conducida 1200 mt por tubería de 6 pulgadas a la planta de tratamiento para el filtrado (Cumbal A. M., Esquema de Ordenamiento territorial, 2015). El sistema de filtración tiene dos etapas, o unidades de filtros, como primera etapa se encuentran los floculadores tipo hidráulico con función coagulante, posteriormente el agua pasa a los sedimentadores tipo placas para decantación, y finalmente a los filtros tipo rápido para filtración con el fin de remover sustancias más finas que ocasionan turbiedad (Alcaldía Municipal

de Cumbal, Fichas Tecnicas , 2021). Para la desinfección el agua es dirigida a la caseta de floración, en este lugar el agua es desinfectada mediante la inyección de cloro gaseoso, además se cuenta con laboratorio.

Tanques de almacenamiento: El acueducto urbano cuenta con un tanque de almacenamiento en concreto capacidad 250 m³ semienterrado y un tanque superficial capacidad 100 m³ buen estado (Alcaldía Municipal de Cumbal, Fichas Tecnicas , 2021). Dichos tanques cuentan con ventiladores con sus respectivos cerrojos, sin embargo, algunos no cuentan con candado, esto ocasiona que personas inescrupulosas arrojen sustancias contaminantes dentro de la red de distribución.

Red de distribución: Para la distribución del agua desde la planta de tratamiento las tuberías del acueducto tienen un diámetro de 6 pulgadas en PVC con una longitud de 2373 m, 2 ventosas y 2 válvulas de purga en el tramo de conducción (Cumbal A. M., Esquema de Ordenamiento territorial, 2015). En la actualidad COPESERCUM ha manifestado que tiene una cobertura total de 1500 viviendas en el casco urbano y algunas áreas aledañas (Alcaldía Municipal de Cumbal, Plan de Accion Cumbal, Dimensión Salud ambiental, 2021). Por otro lado, si se tiene en cuenta que el número de predios urbanos es de 1050 aproximadamente (Taimal Cuaical, 2020), se concluye que la cobertura urbana del servicio es del 100% con aceptables niveles de presión las 24 horas del día.

El municipio adquirió desde el año 1997 un total de 977 medidores, de los cuales 967 son de ½ pulgada de diámetro y 10 de ¾ pulgas de diámetro los cuales fueron instalados en la zona urbana (Taimal Cuaical, 2020). Sin embargo, la gran deficiencia que presenta la red es la carencia de válvulas de control cuya instalación se recomienda a medida que se realiza la pavimentación de vías.

Puntos de muestreo: De acuerdo a lo establecido en la resolución 811 del 2008, el primer punto de muestreo es la red de distribución seguido de 5 puntos de muestreo distribuidos en diferentes localidades dentro del casco urbano (Ministerio de Ambiente, 2008). Esto para determinar si sustancias de interés o contaminantes llegan a los usuarios. En cuanto al estado de

toda la planta de tratamiento se evidencio que se encuentra en buen estado debido al resiente mantenimiento realizado por la unidad prestadora del servicio. Sin embargo, hay carencia de otros puntos de muestreo dentro del casco urbano, por ello las muestras son tomadas de algunas viviendas.

ANÁLISIS DE AMENAZAS

Una Amenaza es condición latente derivada de la posible ocurrencia de un fenómeno físico de origen natural, socio-natural o antrópico no intencional, que puede causar daño a la población y sus bienes, la infraestructura, el ambiente y la economía pública y privada (Reyes Rivero, Montilla Pacheco, Castillo Garcia, & Zambrano Vera, 2017). Teniendo en cuenta esta definición se pudo identificar como principal amenaza los incendios forestales, deslizamientos, inundaciones de en las riberas de la laguna de Cumbal y el rio Cuased, de igual forma fallas en sistemas y equipos en la que se podrían presentar en la bocatoma y planta de tratamiento.

En el renacimiento del rio Cuased y por ende la bocatoma también se observó posibles afectaciones por la erosión, debido a la geomorfología del terreno, presentando pendientes muy pronunciadas, acompañado de fuertes precipitaciones en época invernal lo que podrían ocasionar deslizamientos afectando la infraestructura y suministro de agua para toda la población del casco urbano. A sí mismo, los procesos de urbanización cercanos al renacimiento, ha provocado ausencia de un sistema óptimo de alcantarillado para el desecho de aguas residuales y de lluvia. Este es otro factor ocurrente, en la medida que han provocado deslizamiento del suelo. De igual forma en las riberas del río Cuased y la laguna de Cumbal, existen criaderos de trucha que incrementa los riesgos de contaminación orgánica que este tipo de actividad produce sobre el agua. Entrevistas realizadas a los habitantes de la zona, revelaron que la laguna se ha visto afectada por la tala y quema del páramo andino, actividad que permite aprovechar los suelos para la producción de cultivos o pastos para ganadería, causando efectos adversos e irreversibles en el ecosistema y en la calidad de agua.

Teniendo en cuenta estas amenazas, es importante tener un plan de emergencia de calidad de agua en caso que se produzca algún accidente que ponga en riesgo la infraestructura y por ende la salud de los habitantes de Cumbal. Como sugerencia se debería tener otra alternativa de

abastecimiento, así mismo tener el equipo necesario para intervenir los daños causados en el acueducto urbano.

ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

Se define vulnerabilidad como las características propias de un elemento o grupo de elementos expuestos a una amenaza, relacionada con su incapacidad física, económica, política o social de anticipar, resistir y recuperarse del daño sufrido cuando opera dicha amenaza (Reyes Rivero, Montilla Pacheco, Castillo Garcia, & Zambrano Vera, 2017). Teniendo en cuenta esta definición se pudo observar que las actividades antrópicas, es la principal vulnerabilidad (Fig. 2). A si mismo la falta de mantenimiento y malas condiciones en la infraestructura de la bocatoma, podrían ocasionar que las amenazas ya expuestas se hagan realidad. A continuación, se presenta las principales actividades antrópicas que hacen vulnerable el acueducto municipal.

Ganadería: De acuerdo al Esquema de Ordenamiento Territorial de Cumbal, en las últimas décadas ha proliferado la explotación ganadera tanto en la cuenca de la laguna de Cumbal como en la subcuenca del río Cuased, esto debido a su mayor rentabilidad (Cumbal A. M., Esquema de Ordenamiento territorial, 2015). El sobrepastoreo ha provocado que la superficie se despoje de su vegetación ocasionado arrastres de lodo, materia fecal, materia orgánica y productos químicos, que alteran los parámetros fisicoquímicos y microbiológica del fondo de la subcuenca.

Agricultura: La microcuenca se encuentra en una zona sensible desde el punto de vista ambiental, es una importante zona de recarga de acuíferos, sometida a una fuerte presión de deforestación y utilización del suelo para fines pecuarios en donde sobresalen cultivos de haba, papa, arveja, zanahoria, maíz y pastos naturales.

Uno de los problemas más relevantes en la cuenca de la laguna de Cumbal es que está sometida a una fuerte presión de deforestación y utilización del suelo para fines pecuarios en donde sobresalen cultivos de haba, papa, arveja, zanahoria, maíz y pastos naturales. Además, se da la quema de páramo y drenaje de los humedales con el fin de ampliar la frontera agrícola, también se presenta contaminación por agroquímicos en las fuentes de agua. La sedimentación de la laguna de la Bolsa cada día es más notable, efecto que se ve agudizado por el arrastre de materiales y

sedimentos por ríos y quebradas que finalmente se depositan en el fondo de la laguna, estos sedimentos son provenientes de suelos erosionados a consecuencia de cultivar en zonas de pendiente.

Turismo: Dentro de las afectaciones también se identifica el turismo, que genera basura y residuos no degradables que contaminan las fuentes de agua y suelo. Causando destrucción y deterioro de la fauna local.

ANÁLISIS DE LOS RIESGOS

El riesgo se entiende como los daños o pérdidas potenciales que pueden presentarse debido a los eventos físicos peligrosos de origen natural, socio-natural tecnológico, biosanitario o humano no intencional, en un período de tiempo específico. (Reyes Rivero, Montilla Pacheco, Castillo Garcia, & Zambrano Vera, 2017). Teniendo en cuenta esta definición y para dar cumplimiento a la realización del mapa de riesgo se realizó la inspección ocular del área de estudio, donde uno de los mayores riesgos es la ubicación de la bocatoma y su vía de acceso a si mismo la presencia de sustancias orgánicas, es decir, las características físicas, Químicas y microbiológicas se encuentran por fuera de los valores máximos establecidos en la resolución 2115 de 2007. Esto ocasionado por el aporte de contaminantes de las actividades antrópicas aguas arriba principalmente en la laguna de Cumbal. A continuación, se presenta el índice de riesgo Índice de riesgo de calidad de agua para consumo humano – IRCA.

Índice de riesgo de calidad de agua para consumo humano – IRCA: La resolución 2115 establece diferentes instrumentos que permiten garantizar la calidad de agua para consumo humano, los cuales son: El índice de riesgo de la calidad de agua para consumo humano (IRCA), el índice de riesgo municipal para abastecimiento de agua para consumo humano (IRABAm), y el mapa de riesgos de la calidad de agua para consumo humano (MARCAP) (Ministerio de la Protección Social M. d., 2007). Para el desarrollo de este proyecto solamente se tubo encuentra el IRCA y el MARCAP debido a que se carecía de datos sobre el IRABAm en la dirección local de salud, COOPSERCUM y el Instituto Departamental de Salud de Nariño.

En la figura 3 se establece el comportamiento del IRCA en la zona urbana del municipio de Cumbal, para el año 2022 reportado por el Instituto Departamental de Salud de Nariño (Fig. 3). Se puede observar que el IRCA, tiene un comportamiento variable, en donde sus valores han variado a través de todo el año. Acorde a esto se puede establecer que durante el mes de octubre los valores del IRCA incrementaron seguramente por aumento en las lluvias torrenciales ocasionando el aumento de materia orgánica y sedimentos contaminantes. Esto ha tenido como consecuencia el aumento en el riesgo en la calidad de agua debido al incumplimiento en los valores máximos admisibles. Cabe resaltar que últimamente el valor del IRCA ha disminuido, seguramente a las mejores adecuaciones en las instalaciones en la planta de tratamiento. Sin embargo, las instalaciones en la bocatoma no son las adecuadas y requiere de mantenimiento y reacondicionamiento del terreno.

Mapa de riesgo de la calidad de agua para consumo humano del sistema de abastecimiento:

El decreto 1575 de 2017 define el mapa de riesgo de la calidad de agua potable para consumo humano (MARCAP) como un:

“Instrumento que define las acciones de inspección, vigilancia y control del riesgo asociado a las condiciones de calidad de las cuencas abastecedoras de sistemas de suministro de agua para consumo humano, las características físicas, químicas y microbiológicas del agua de las fuentes superficiales o subterráneas de una determinada región, que puedan generar riesgos graves a la salud humana si no son adecuadamente tratadas, independientemente de si provienen de una contaminación por eventos naturales o antrópicos.” (Ministerio de la Protección Social M. d., 2010)

Acorde a lo estipulado en el decreto en mención se realizó las visitas de inspección técnica mas la información suministrada por la Dirección Local de salud y COOPSERCUM, se desarrolló y analizó del anexo técnico I donde se observó que la bocatoma no tiene entrada ni camino principal lo que hace difícil el acceso y por ende la adecuación y el mantenimiento de esta (Cuadro 3). A si mismo se encontró que la bocatoma, aunque está ubicada en una zona rural dentro de los poderes del resguardo indígena, el predio pertenece al municipio, más sin embargo se hace necesaria la presencia de ambos entes gubernamentales ya que el acueducto es para el casco urbano. Cabe

resaltar que la mayor parte poblacional del municipio es enteramente indígena siendo así el 97% y el 3% para los restantes. Cabe recordad que el nacimiento proviene de la laguna de Cumbal, y que ha sido intervenido por las actividades antrópicas lo que ha generado disminución del caudal. Actualmente la explotación ganadera y piscícola en cercanías de las riberas genera contaminación hacia la bocatoma del acueducto urbano. A si mismo los sembríos de pasto para la ganadería se encuentran a una distancia de 80 mts a la redonda, pues la bocatoma se encuentra protegida por vegetación propia de la región, sin embargo.

Para el desarrollo del anexo técnico II (Cuadro 4), se obtuvo las características fisicoquímicas y microbiológicas de la bocatoma y la red de distribución relacionándolos con los valores máximos admisibles según el decreto 1594 de 1984 y resolución 2115 de 2007. Teniendo en cuenta esto se observó que la mayoría de parámetros analizados en la bocatoma en el último mes del 2022 se encuentran dentro de los valores normales a excepción de la turbiedad, Color Aparente, *Escherichia coli* y Coliformes totales. En lo que se refiere a la red de distribución se deduce que los parámetros analizados en la bocatoma en el último mes del 2022 se encuentran dentro de los valores normales a excepción de *Escherichia coli* y Coliformes totales (Cuadro I). Estos riesgos podrían asociarse a actividades antrópicas, falta de mantenimiento, falta de tratamiento y el incremento de las precipitaciones principalmente en la bocatoma. Para ello se recomienda aumentar el control y la vigilancia hacia los elementos contaminantes.

PLAN DE CONTINGENCIA PARA LA DISMINUCIÓN DE LOS RIESGOS SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO

Para la realización del plan de emergencia se tuvo en cuenta en cuenta los riesgos que tiene mayor probabilidad de pasar. Actualmente la administración de Coopsercum mantiene únicamente activo el Plan de contingencia para atender el fenómeno del Niño, dado el elevado nivel riesgo que se presenta; sin embargo, debido a la injerencia de las actividades antrópicas anteriormente relacionadas, la situación de vulnerabilidad por causas asociadas a la ganadería, agricultura, presencia de pozos sépticos, tiende a crecer. En respuesta a lo anterior, se prevé un plan operacional de emergencia que será implementado conforme al incremento de los riesgos con mayor probabilidad de ocurrencia.

Activación del plan de contingencia: Dado caso de que se llegara a presentar un evento que deteriore la calidad del agua y afectar la salud de la población beneficiaria, se prevé activar el Plan de Contingencia conforme a las disposiciones normativas que exige La Dirección Local de Salud de la mano con Planeación Municipal de Cumbal, eso en razón de que las autoridades tomen las medidas de protección de la calidad del agua y asegurar el restablecimiento de un buen servicio. En este caso la entidad responsable de presentar el Plan de contingencia respectivo es COOPSERCUM, quien remite a Planeación Municipal y ésta a CORPONARIÑO (corporación autónoma regional), un informe de acciones tendientes a la prevención y reducción del riesgo, a fin de restablecer el servicio de acueducto.

Asimismo, se está buscando que se desarrollen programas y proyectos al cuidado, mejoramiento del recurso hídrico, y preservación del medio natural, sin embargo, son temas que solo se han quedado en planes mas no se han ejecutado plenamente.

Declaratoria del estado de emergencia: De acuerdo a la normatividad establecida en la Ley de Delitos Ambientales (Ley 2111 de 2021), toda actividad antrópica que genere directa o indirectamente la contaminación de los componentes del suelo, subsuelo, aguas superficiales o marítimas, espacio aéreo, y demás recursos naturales, incurrirá en una sanción que implicaría privación de la libertad y multas estipuladas conforme a la gravedad de los hechos. Por su parte, las autoridades sanitarias y ambientales, procederán a declarar el estado de emergencia sanitaria para el sistema de suministro de agua, considerando el efecto nocivo que pone en peligro la salud humana. COOPSERCUM deberán informar estos hechos a la Alcaldía Municipal de Cumbal, CORPONARIÑO y comunidad usuaria, utilizando para ello distintos medios de comunicación (radio comunitaria, medios digitales y perifoneo). Una vez solventada la situación, se procederá a realizar la declaratoria de vuelta a la normalidad, la cual será realizada igualmente por Coopsercum previo informe a las autoridades locales y regionales ya mencionadas. Este informe indicará que ha superado la situación de anormalidad, y es posible garantizar el servicio de abastecimiento de agua a la población, conforme a los criterios de calidad establecidos en el decreto 1575 de 2007.

CONCLUSIONES

Conforme a lo encontrado en las visitas técnicas de inspección, se puede concluir que actualmente el sistema de suministro de agua para consumo humano administrado por COOPSERCUM de la mano con la Dirección Local de Salud, se encuentra en buenas condiciones, funcionales y operativas. Sin embargo, las condiciones físicas en la bocatoma requieren de mantenimiento.

Los procesos de purificación en la planta de tratamiento, funcionan de manera eficiente, sin embargo, en ciertas épocas del año se identificó aumentos en los valores máximos aceptables según la resolución 2115 del 2007.

Teniendo en cuenta los resultados de los análisis de la muestra de agua, se determina que las características fisicoquímicas son buenas, sin embargo, las microbiológicas muestran parámetros no conformes a lo estipulado por la resolución 2115 del 2007.

Existen pocas posibilidades de que la calidad de agua para consumo humano sea alterada por un elemento o sustancia contaminante. Por ello se concluye que el riesgo es bajo en función de amenaza y vulnerabilidad.

RECOMENDACIONES

Se recomienda reducir el riesgo mediante el desarrollo de las medidas o acciones establecidas en la resolución 4716 del 2010. A si mismo COOPSERCUM, como entidad prestadora del servicio de acueducto urbano en el municipio de Cumbal, debería establecer el plan de fortalecimiento del sistema de monitoreo y seguimiento de la calidad del agua, considerando las características establecidas en el Mapa de Riesgo del presente documento. La elaboración del plan de trabajo también será responsabilidad directa de COOPSERCUM, el plan deberá establecer directrices y procedimientos tendientes a la reducción del riesgo sanitario, conforme a la problemática identificada. En dado caso de que los resultados señalados en el mapa de riesgo presenten una alteración negativa, se activará el plan de contingencia preestablecido y se aplicarán las medidas sanitarias que correspondan. Finalmente se debería tener otra alternativa de abastecimiento, así

mismo tener el equipo necesario para intervenir los daños causados en el acueducto urbano. se hace indispensable que esta área se declare zona protegida.

AGRADECIMIENTOS

A Luis Hildebrando Alzate Alzate por su conocimiento y ayuda para poder desarrollar concluir con éxito este proyecto. A Marta Liliana Taimal en la revisión de citas bibliográficas y redacción. A la universidad de Caldas por toda todo el conocimiento brindado. A COOPSERCUM por toda la información suministrada y la Dirección Local de Salud de Cumbal por hacerme formar parte de su equipo de trabajo para el desarrollo de este presente trabajo.

RESUMEN

Se realizo la construccion de un mapa de riesgo del acueducto urbano del municipio de Cumbal que presta servicio de agua a todo el casco urbano. Para su elaboración se revisó el historial disponible en el municipio, se realizaron visitas de inspección técnica y entrevistas a los habitantes de la zona. Esto con el fin de recopilar información acerca de aspectos en cuanto a infraestructura, posibles amenazas y vulnerabilidades que existan en el sistema de suministro, con esto se buscó consolidar los documentos técnicos (Anexos I y II) que muestra la resolución 4716 de 2010. Como resultados se encontró que la bocatoma está amenazada por posibles deslizamientos y erosión debido a la geomorfología del terreno. Como vulnerabilidad más relevante se observó la presencia de letrinas, actividades antrópicas, turismo y vías que pasan por las fuentes abastecedoras. Finalmente, uno de los mayores riesgos es la ubicación de la bocatoma, además de no poseer entrada ni camino principal lo que hace difícil el acceso y la adecuación y el mantenimiento de la misma. Teniendo en cuenta estos resultados, se puede concluir que las características fisicoquímicas son buenas, sin embargo, las microbiológicas muestran parámetros no conformes. Por ello se recomienda reducir el riesgo mediante el desarrollo de las medidas o acciones establecidas en la resolución 4716 del 2010. A si mismo la elaboración del plan de trabajo que establezca directrices y procedimientos tendientes a la reducción del riesgo sanitario.

Palabras clave: bastecimiento de agua, mapa de riesgo, calidad de agua, amenaza, vulnerabilidad, riesgo.

REFERENCIAS

- Alcaldía Municipal de Cumbal, D. L. (2021). *Fichas Tecnicas* . Cumbal : Alcaldía Municipal de Cumbal .
- Alcaldía Municipal de Cumbal, D. L. (2021). *Plan de Accion Cumbal, Dimensión Salud ambiental*. Cumbal: Alcaldía Municipal de Cumbal.
- Camacho, N. C. (2011). Tratamiento de agua para consumo humano. *Ingeniería Industrial* , 153-170.
- Corrales, L., Bartram, J., Davison, A., Deere, D., & Drury, D. (2009.). Manual para el desarrollo de planes de seguridad del agua. *Organización Mundial de la Salud*.
- Cumbal, A. M. (2015). Esquema de Ordenamiento territorial. *Alcaldía Municipal de Cumbal* .
- Cumbal, A. M. (2016). *Plan de Desarrollo Municipal 2016-2019*.
- Cumbal, A. M. (abril de 2020). *Alcaldía Municipal de Cumbal Nariño*. Obtenido de Asociaciones Piscícolas: <http://www.cumbal-narino.gov.co/>
- Finger , S., & Sepúlveda, A. (2019). El concepto solvente universal en la enseñanza de las propiedades del agua . *Universidad San Sebastian* .
- Herrera, T. G. (2020). Perfil del municipio de Cumbal en Nariño para el desarrollo y la competitividad territorial. *Universidad Autonoma de Occidente*.
- Lizbet , J., & Quispe, L. (2015). Impacto de las actividades antrópicas sobre la calidad del agua en la subcuenca del rio Shullcas - Huancayo - Junín. *Universidad Nacional del Centro del Peru*.
- Ministerio de Ambiente, V. Y. (2008). *Por medio de la cual se definen los lineamientos a partir de los cuales la autoridad sanitaria y las personas prestadoras*. Bogotá: MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL.
- Ministerio de la Protección Social, M. d. (2007). Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano.
- Ministerio de la Protección Social, M. d. (2010). Señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano. *Por medio de la cual se reglamenta el parágrafo del artículo 15 del Decreto 1575*.
- Ministerio, d. l. (2007). Características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano. *Resolución 2115 de 2007. Bogotá*, 43.
- Ministerio, d. l. (2007). Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua. *Decreto 1575 de 2007, Bogota* .
- Murray, R., Kennelly, P., Bender, D., Rodwell, V., Botham, K., & Wei, A. (2010). *Harper. Bioquímica ilustrada*. México: McGraw-Hill.

Osorio Robles, F. (2012). Aspectos técnicos del Proyecto LIFE+ EUTROMED, sobre prevención de la eutrofización provocada por nitrógeno agrícola en las aguas superficiales en clima mediterráneo. *Conama*, 8.

Reyes Rivero, A. C., Montilla Pacheco, A. D., Castillo Garcia, P. G., & Zambrano Vera, M. N. (2017). Amenaza, vulnerabilidad y riesgo ante eventos naturales. *Journal of Science and Research*.

Rodríguez López, M., & Piñeiro Sánchez, C. (2013). Mapa de Riesgos: Identificación y Gestión. *Atlantic Review of Economics*, 29.

Taimal Cuaical, F. E. (2020). Percepción de los habitantes aledaños a la quebrada “Río Chiquito” del municipio Cumbal-Nariño por los vertimientos de aguas residuales en este afluente de agua. *Universidad de Antioquia*, 150.

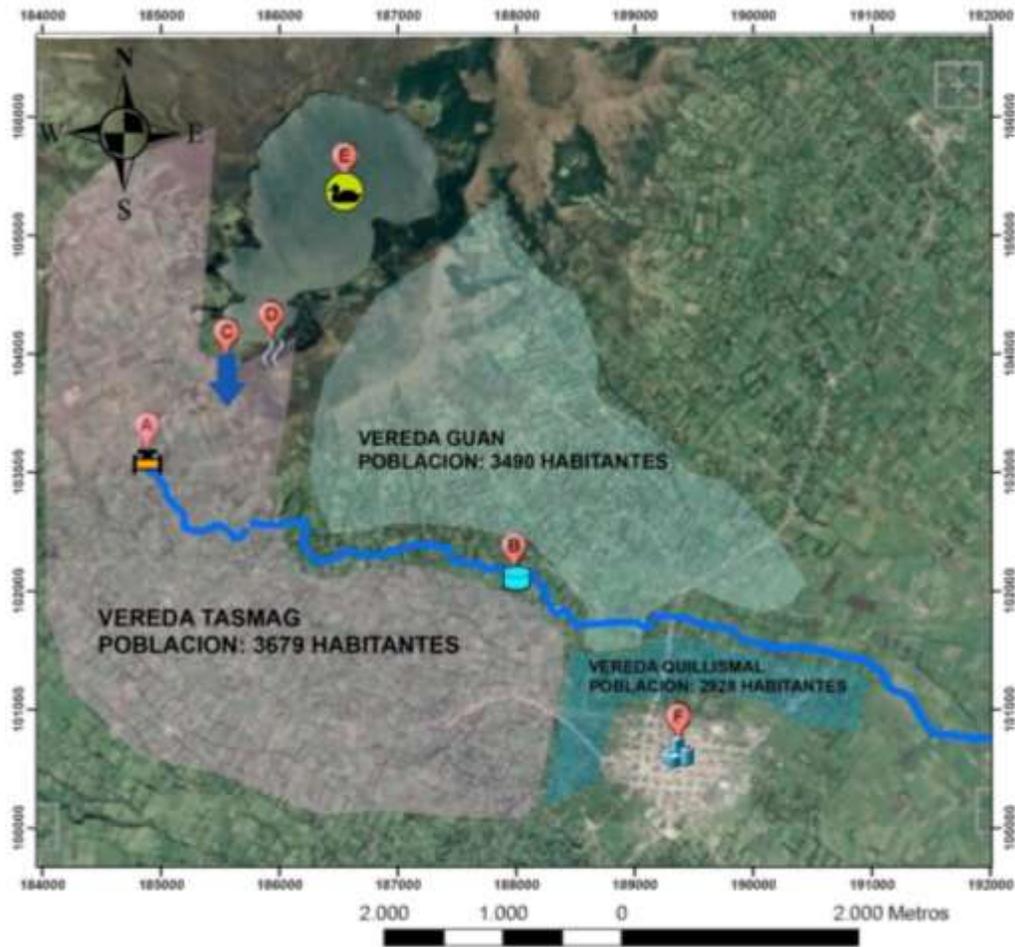


Fig. 1. (A) Bocatoma. (B) Planta de tratamiento. (C) Infiltración. (D) Nacimiento. (E) Laguna. (F) Casco urbano. Área de estudio para elaboración del mapa de riesgo

Fig. 1. (A) Bocatoma. (B) Treatment plant. (C) Infiltration. (D) Birth. (E) Lagoon. (F) Urban area. Study area for preparing the risk map

CUADRO 1

Informe del último resultado de las características fisicoquímicas y microbiológicas en la bocatoma.

TABLE 1

Report of the latest result of the physicochemical and microbiological characteristics in the intake..

Fecha de toma de muestra	09/10/2022			
Tipo de agua	Agua cruda			
Análisis	Fisicoquímico y Bacteriológico			
Ensayo	Unidad	Valor Admisible Resolución. 2115/2007	Resultado	Conformidad
Color Aparente	UPC	15	>100	No
PH	-	6.5 y 9.0	6.0	Si
Turbiedad	UNT	2	>10	No
Dureza Total	mg CaCO ₃ /L	Máximo 300	32	Si
Alcalinidad Total	mg CaCO ₃ /L	Máximo 200	37	Si
Cloruros	mg/L Cl ⁻	Cl – 250.0	<7.5	Si
Nitritos	mg/L NO ₂ - N	0.1	0.012	Si
Hierro Total	Mg Fe/	Máximo 0.3	0.1	Si
Conductividad	µmS/cm	Máximo 1000	73	Si
Alcalinidad Total	mg/L CaCO ₃	200	37	Si
Coliformes Totales	NMP/100 ml	547.5	829.7	No
E. Coli	NMP/100 ml	111.2	48	No

CUADRO 2

Informe del último resultado de las características fisicoquímicas y microbiológicas en el punto inicial de la red de distribución.

TABLE 2

Report of the latest result of the physicochemical and microbiological characteristics at the initial point of the distribution network.

Fecha de toma de muestra	09/10/2022			
Tipo de agua	Agua cruda			
Análisis	Fisicoquímico y Bacteriológico			
Ensayo	Unidad	Valor Admisible Resolución. 2115/2007	Resultado	Conformidad
Color Aparente	UPC	15	5	si
PH	-	6.5 y 9.0	8	Si
Turbiedad	UNT	2	0.5	Si
Dureza Total	mg CaCO ₃ /L	Máximo 300	35	Si
Alcalinidad Total	mg CaCO ₃ /L	Máximo 200	37	Si
Cloruros	mg/L Cl ⁻	Cl – 250.0	<7.5	Si
Nitritos	mg/L NO ₂ - N	0.1	0.005	Si
Hierro Total	Mg Fe/	Máximo 0.3	0.12	Si
Conductividad	µmS/cm	Máximo 1000	83	Si
Alcalinidad Total	mg/L CaCO ₃	200	37	Si
Coliformes Totales	NMP/100 ml	547.5	<1	No
E. Coli	NMP/100 ml	111.2	<1	No



Fig. 2. Diagrama de aporte de contaminantes a la cuenca de la laguna de Cumbal y la subcuenca o río Cuased.

Fig. 2. Diagram of the contribution of contaminants to the Cumbal lagoon basin and the Cuased sub-basin or river.



Fig. 3. Comportamiento IRCA para el casco urbano año 2022.

Fig. 3. IRCA behavior for the urban area in 2022.

CUADRO 3

Anexo técnico I resolución 4716 de 2010.

TABLE 3

Technical annex I resolution 4716 of 2010.

Departamento: Nariño.
Municipio: Cumbal.
Localidad: Vereda Tasmag.
Persona prestadora de acueducto: Cooperativa de agua potable y saneamiento básico para el casco urbano de Cumbal COOPSERCUM.
Nombre de la fuente abastecedora: Laguna de Cumbal

Actividad contaminante	Tipo	Características	Observaciones
Fuente no se evidencia actividad contaminante	Físicas	Color Aparente, Conductividad, pH y Turbiedad	Es un afloramiento que tiene una longitud de 12 m, con un caudal de 200 lts/seg, se emplea para el abastecimiento de acueductos, distritos de riego, explotación piscícola y actividades domésticas y agrícolas. Actualmente la explotación ganadera y piscícola en cercanías de las riberas genera contaminación hacia la bocatoma de los acueductos del casco urbano como de los rurales. Cabe resaltar que este nacimiento proviene de la laguna de Cumbal, y que ha sido intervenido por las actividades antrópicas lo que ha generado por consecuencia la disminución del caudal.
	Químicas	Nitratos, Nitritos, Alcalinidad Total, oxígeno disuelto, DBO, Dureza Total, Sulfatos.	
	Microbiológicas	Coliformes Totales y Fecales	

Presenta cultivos adyacentes al tanque de almacenamiento	Físicas	Color Aparente, Conductividad, pH y Turbiedad	Los sembríos de pasto para la ganadería se encuentran a una distancia de 80 mts a la redonda, pues la bocatoma se encuentra protegida por vegetación propia de la región, sin embargo, se hace indispensable que esta área se declare zona protegida.
	Químicas	Nitratos, Nitritos, Alcalinidad Total, oxígeno disuelto, DBO, Dureza Total, Sulfatos, organofosforados y carbamatos.	
	Microbiológicas	Coliformes Totales y Fecales	
Instituto Departamental de Salud de Nariño			
Nombre: Edwin Hernan Portillo Erazo			
Cargo: Auxiliar salud			
Fecha de visita: 20 octubre del 2022			

Registros fotográficos visita de inspección ocular (anexo técnico I)		
Bocatoma		
Área y vegetación en la bocatoma	Nacimiento	Vista de infraestructura de aducción
		
Planta de tratamiento		
Área y vegetación de la planta de tratamiento	Sistema de Purificación	Tanques de almacenamiento
		

CUADRO 4

Anexo técnico II resolución 4716 de 2010.

TABLE 4

Technical annex II resolution 4716 of 2010

Municipio: Cumbal						Departamento: Nariño					
Fuente de abastecimiento: Rio Cuased											
Persona prestadora de acueducto: COOPSERCUM											
Bocatoma						Red de distribución					
Fecha análisis muestra de agua en la bocatoma	Normas a comparar R2115/07 y Guías para calidad de agua potable, OMS vigente	Resultado de características físicas de la muestra de agua	Resultado de características químicas de la muestra de agua	Resultado de características microbiológicas de la muestra de agua	Características descartadas	Fecha muestra de agua en el punto inicial de la red de distribución	Resultados de las características físicas de la muestra de agua en el punto inicial de la red de distribución	Resultados de las características químicas de la muestra de agua en el punto inicial de la red de distribución	Resultados de las características microbiológicas de la muestra de agua en el punto inicial de la red de distribución	Características descartadas	Aplicación medida sanitaria de seguridad por las siguientes características
09/10/2022	R2115/07 y Guías para calidad de agua potable, OMS vigente	Turbiedad:>10 UNT	pH: 6	Coliformes Totales: 829.7	- pH - Nitritos	09/10/2022	Turbiedad: 0.5 UNT	pH: 8	Coliformes Totales: 547.5 NMP/100 ml	Turbiedad	Coliformes Totales
		Color aparente: >100 UPC	Nitritos: 0.012 mg/L NO2 - N	<i>Escherichia coli</i> : 48 NMP/100 ml			Color aparente: 5 UPC	Nitritos: 0.005 mg/L NO2 - N	<i>Escherichia coli</i> : 111.2 NMP/100 ml	Nitritos	<i>Escherichia coli</i>

Observaciones	<p>- Las características Coliformes totales y <i>Escherichia coli</i>, presentaron valores por encima de los máximos admisibles tanto en la bocatoma como en la Red de distribución. Lo que podría asociarse a actividades antrópicas. Es necesario continuar con el control y la vigilancia de los elementos contaminantes.</p> <p>- A su vez los parámetros Turbiedad y Color Aparente están fuera de los rangos máximos admisibles en la bocatoma. Lo cual podría asociarse a la falta de mantenimiento y tratamiento, además del incremento de las precipitaciones y actividades antrópicas.</p>
Proceso conjunto: Dirección Local de Salud y COOPSERCUM	
Nombre y Cargo de quien elabora el Mapa de Riesgo: Edwin Hernán Portillo Erazo	