



PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA

FACULTAD DE ESTUDIOS AMBIENTALES Y RURALES

**ANALISIS DE LA CALIDAD FISICOQUÍMICA DE LA LAGUNA DE FÚQUENE-
PROPUESTA DE LINEAMIENTOS PARA LA GESTIÓN AMBIENTAL DEL
RECURSO HIDRICO**

Realizado por

DIANA PAOLA MONTAÑEZ QUIROGA

Director

MAURICIO GONZALEZ MENDEZ

Trabajo para optar por el título de

MAGISTER EN GESTIÓN AMBIENTAL

BOGOTÁ, FEBRERO 2019

ARTÍCULO 23, RESOLUCIÓN #13 DE 1946. “La Universidad no se hace responsable por los conceptos emitidos por sus alumnos en sus trabajos de tesis. Sólo velará porque no se publique nada contrario al dogma y a la moral católica y porque las tesis no contengan ataques personales contra persona alguna, antes bien se vean en ellas el anhelo de buscar la verdad y la justicia”

Tabla de Contenido

| | |
|---|----|
| Resumen | 7 |
| Abstract | 8 |
| 1. Introducción | 9 |
| 1.1 Problema | 11 |
| 1.2 Justificación | 13 |
| 1.3 Propósito del Proyecto y pregunta de investigación | 15 |
| 2. Objetivos | 16 |
| 2.1 General..... | 16 |
| 2.2 Específicos | 16 |
| 3. Marco de Referencia | 16 |
| 3.1 Marco Conceptual..... | 16 |
| 3.1.1 Gestión Ambiental en ecosistemas lacustres..... | 18 |
| 3.1.2 Gestión Integral del Recurso Hídrico en Colombia | 21 |
| 3.1.3 Variables Fisicoquímicas y su importancia en la Gestión del Recurso Hídrico | 22 |
| 3.2 Marco Teórico..... | 26 |
| 3.2.1 Análisis Fisicoquímico de la laguna de Fúquene, estado crítico de un ecosistema | 26 |
| 3.3 Antecedentes | 29 |
| 3.3.1 Laguna de Fúquene, una historia de transformación | 29 |
| 3.3.2 Gestión en la laguna de Fúquene; Actores y Proyectos Propuestos..... | 31 |
| 4. Área de Estudio | 35 |
| 5. Metodología | 36 |
| 5.1 Diagrama de flujo | 36 |
| 5.2 Enfoque Metodológico..... | 37 |
| 5.3 Etapas del Proyecto..... | 38 |
| 5.3.1 Recopilación de datos fisicoquímicos, análisis de ICAS- monitoreos sobre la laguna, datos de Gestión sobre la Laguna..... | 38 |
| 5.3.2 Análisis de Datos Fisicoquímicos sobre propuestas de Gestión. (Comparativo a nivel temporal) | 40 |
| 5.3.3 Propuesta de Lineamientos | 41 |
| 6. Resultados | 41 |
| 6.1 Descripción Fisicoquímica, Puntos de análisis de datos de calidad del recurso | 41 |
| 6.2 Análisis de datos. POMCA río Alto Suarez..... | 41 |
| 6.3 Análisis de datos. Plan de muestreo laguna de Fúquene..... | 64 |

| | |
|--|------------|
| 6.4 Planes, Proyectos y Obras Realizadas..... | 69 |
| 6.4.1 CONPES 3451:2006 | 69 |
| 7. Discusión de resultados..... | 74 |
| 7.1 Precipitaciones | 75 |
| 7.2 Análisis Calidad Fisicoquímica | 75 |
| 7.2.1 Contaminación del agua a causa de actividades productivas..... | 77 |
| 7.3 Análisis Planes de Gestión..... | 82 |
| 7.4 Unión de Planes- Calidad Fisicoquímica | 85 |
| 7.4.1 Descripción general..... | 89 |
| 7.4.2 Efectividad | 91 |
| 7.5 Propuesta de Lineamientos de Gestión | 94 |
| 7.5.1 Matriz DOFA de análisis | 94 |
| 7.5.2 Importancia y aplicabilidad- Lineamientos de gestión | 102 |
| 8.1 Conclusiones de los análisis de datos fisicoquímicos | 108 |
| 8.2 Conclusiones de los análisis a la Gestión de la laguna de Fúquene..... | 109 |
| 8.3 Conclusiones a las causas de deterioro ambiental (Calidad fisicoquímica)..... | 110 |
| 8.4 Recomendaciones para la gestión adecuada | 111 |
| Referencias Citadas | 113 |
| Anexos | 118 |
| Anexo Nro. 1. Puntos de Monitoreo Variables Fisicoquímicas (Coordenadas y análisis) | 118 |
| Anexo Nro. 2. Lista de Radicados información CAR. Proyectos Cuenca Ubaté- Suarez | 120 |
| Anexo Nro. 3. Acciones DCASC (DIRECCIÓN DE CULTURA AMBIENTAL Y SERVICIO AL CIUDADANO)..... | 121 |
| Anexo Nro. 4. Acciones DESCA (DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN, SEGUIMIENTO Y CONTROL AMBIENTAL)..... | 125 |
| Anexo Nro. 5. Acciones DGOAT (DIRECCIÓN DE GESTIÓN Y ORDENAMIENTO AMBIENTAL Y TERRITORIAL) | 126 |
| Anexo Nro. 6 Acciones DRN (DIRECCIÓN DE RECURSOS NATURALES) | 130 |
| Anexo Nro. 7. Acciones DIA (DIRECCIÓN DE INTRAESTRUCTURA AMBIENTAL) | 131 |
| Anexo Nro. 8. Fúquene- Todos de Corazón | 135 |
| Anexo Nro. 9. Tendencias de precipitación sobre la cuenca Ubaté-Suarez..... | 139 |
| Estación CAR sobre Laguna de Fúquene (Subcuenca río Bajo Ubaté) | 139 |
| Estación Car sobre Subcuenca río Alto Ubaté | 140 |
| Estación CAR sobre subcuenca río Alto Suarez..... | 140 |

Anexo Nro. 10 Clasificación de instrumentos usados en la laguna de Fúquene..... 141

Agradecimientos

A Dios, por estar siempre ahí en los momentos difíciles.

A mis padres, hermanos y sobrinos por su cariño y apoyo incondicional durante este trabajo y durante todos estos años de duración de mi Maestría.

A Chang, por el apoyo desinteresado, las desveladas, el cariño incondicional y las palabras de aliento en los momentos difíciles. “Saranghaeyo”.

A todos mis amigos y compañeros de Maestría por su apoyo, consejos y cariño.

A la Universidad Javeriana, la Facultad de Estudios Ambientales, la Dirección de la Maestría en Gestión Ambiental y en especial a mi director Dr. Mauricio González por su apoyo, tiempo y comentarios con respecto a durante la elaboración de este trabajo. También a la Dra. Ángela Moncaleano por sus comentarios, opiniones y sugerencias al manuscrito

A la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR), por permitirme toda la información de base e ideas para realización de este trabajo en especial al Ing. Cesar Cruz de la Dirección de Recursos Naturales, a la Ing. Consuelo Fino y el Ing. Jesús Emilio Peinado de la Dirección de Evaluación, Seguimiento y Control Ambiental, por el apoyo hacia mi trabajo durante su realización, opiniones sobre las ideas de Gestión y soporte con información relevante para mi trabajo.

A la Dirección de Laboratorio e Innovación Ambiental de la CAR, en especial a mis compañeros de trabajo del área de Análisis, al Ing. Edwin García, Ing. Daniel Jaimes, Ing. Camilo Jaimes, Dr. Carlos Gutiérrez y Dra. Diana Delgado por su apoyo para la obtención de los datos físicoquímicos, ideas sobre mi trabajo de grado y apoyo emocional en todo este proceso.

A cada una de las personas que de alguna u otra forma contribuyeron a la culminación de este trabajo.

A todos ustedes... ¡Gracias Totales!

Febrero 2019

Resumen

La laguna de Fúquene es uno de los ecosistemas más relevantes en la zona Cundiboyacense, por su importancia cultural, ambiental y de servicios ecosistémicos. Se observa que el territorio ha sido modificado debido a las presiones sobre sus recursos bióticos, disminución del espejo de agua, las actividades agropastoriles y el aumento de la cantidad de carga contaminante de los municipios aledaños (disminución de la calidad físicoquímica). Esto ha producido un deterioro en la calidad de estos ecosistemas, poniendo en riesgo a los pobladores y a las especies existentes. Según Cortez y colaboradores (2003), la concepción utilitarista que ha tenido la laguna desde los pueblos indígenas, y esta visión intensificada a gran escala en la época de la colonia hasta nuestros días, ha generado un impacto considerable en este ecosistema.

Una de las variables estudiadas en la laguna es la calidad físicoquímica del agua. Se conoce que el agua y la calidad de la misma en ecosistemas lacustres son vitales para el mantenimiento de los procesos ecológicos, de servicios ambientales y de flujo de nutrientes. (Newton & Mudge, 2004) (Camaño & Fariña, 2012). Basado en este enfoque y evaluando la problemática, éste protocolo de investigación busca analizar la calidad físicoquímica de la laguna de Fúquene y las vertientes cercanas en los últimos 10 años, con el fin de dar lineamientos a la gestión ambiental para la toma de decisiones sobre el territorio.

Esta investigación propone un análisis desde un enfoque cuantitativo y cualitativo, a razón de que se realizará el análisis temporal de las variables físicoquímicas monitoreadas en el territorio. Evaluando los planes de gestión realizados en la laguna, asociados a los resultados del análisis de datos físicoquímicos, se proponen lineamientos con el fin de orientar la Gestión Ambiental para

la toma de decisiones, ya sea a la metodología de gestión del recurso y/o al manejo de la carga contaminante que todavía sigue llegando a la laguna.

Como resultado de la investigación se proponen como productos: un análisis de las variables fisicoquímicas y un análisis integrado de la información cualitativa y cuantitativa que determine y plantee las razones de cambio en la calidad del recurso a una escala temporal, con el fin de finalmente dar lineamientos a la Gestión Ambiental que sean acordes a los objetivos de desarrollo sostenible de la ONU para la toma de decisiones sobre el territorio.

Palabras Clave: Calidad Fisicoquímica, Gestión Ambiental, Laguna de Fúquene.

Abstract

The Fúquene Lagoon is one of the most important ecosystems in the Cundiboyacense zone, due to the importance of its cultural, environmental and ecosystem services. It is observed that the territory has been modified due to pressures on its biotic resources, a decrease of the water mirror, agropastoral activities and an increase of the amount of contaminating load of the surrounding municipalities (decrease of the physicochemical quality). This has caused a deterioration in the quality of these ecosystems, putting at risk its habitants and existing species. According to Cortez et al. (2003), the utilitarian conception that indigenous peoples had of the Lagoon, and this large-scale intensified vision from the colonial period to the present day has generated a considerable impact in this ecosystem.

One of the variables studied in the Lagoon is the physicochemical quality of the water. It is known that the presence of water, as well as its quality in Lagoon ecosystems is vital for the maintenance of ecological processes, environmental services and nutrient flow. (Newton & Mudge, 2004) (Camaño & Fariña, 2012). Based on this approach and evaluating the problem,

this research protocol seeks to analyze the physicochemical quality of the Fúquene Lagoon and the nearby slopes during the last 10 years, in order to create environmental management guidelines for decision making in the territory.

This research proposes a quantitative and qualitative analysis, on the basis of which the temporal analysis of the physicochemical variables monitored in the territory will be carried out. By evaluating the management plans made in the lake, associated with the results of the physicochemical data analysis, guidelines are proposed in order to guide Environmental Management for decision making, either for resource management methodology and / or for the management of the pollutant load that still continues to reach the lagoon.

As a result of the research, the following are proposed as products: An analysis of the physicochemical variables, and an integrated analysis of the qualitative and quantitative information that determine and raise the reasons for the change in the quality of the resource on a temporary scale to create Environmental Management guidelines. The previous point is in accordance with the UN Sustainable Development objectives, for decision making in the territory.

Key Words: Physicochemical Quality, Environmental Management, Fúquene Lake.

1. Introducción

Dentro de los ecosistemas con gran importancia en la zona del altiplano Cundiboyacense se encuentran los humedales y las lagunas continentales (como lo es la laguna de Fúquene). Estos territorios han sido relevantes en la tradición cultural local, como prestadores de servicios ambientales y valores ecosistémicos. Basado en lo expuesto en los informes realizados por

autoridades Ambientales (CAR Cundinamarca, 2000), el impacto que han recibido estos ecosistemas ha sido notable a causa de políticas de desecamiento, modificación, actividad antrópica y expansión industrial.

La comunidad académica ha estado altamente interesada en el estudio de este ecosistema debido a la importancia que ha tenido el territorio para el bienestar y la vida de miles de personas asentadas en ese lugar. Sumado a los cambios climáticos, la creciente demanda de las poblaciones humanas por el agua y los recursos que provienen de la laguna hace que sea necesaria una unión de intereses por parte de todos los ciudadanos para su conservación.

Este trabajo de grado busca un acercamiento al estudio de una de las variables más importantes para la conservación de un ecosistema lacustre; su calidad físicoquímica. La desmejora en algunos puntos de la calidad físicoquímica de la laguna y sus vertientes han sido claramente estudiadas. Esta desmejora se ha debido a la presión antrópica desde la época de la colonia hasta nuestros días. Parte del éxito en la gestión de este tipo de recursos es mantener la parte físicoquímica en buena calidad, la cual es la base para el mantenimiento ecosistémico. Basado en la calidad físicoquímica y los planes y programas que se han gestionado en el territorio, se propone finalmente dar lineamientos para la gestión del recurso a nivel físicoquímico, con el objetivo de mejorar la toma de decisiones sobre el territorio y los planes propuestos por el plan de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas en Colombia (POMCA).

Este documento consolida un análisis detallado de la calidad físicoquímica a partir del 2006 y de las variables físicoquímicas que han sido monitoreadas por parte de la CAR de Cundinamarca en las inmediaciones y dentro de la laguna de Fúquene. Luego, basado en la descripción de los planes, programas y proyectos, se busca proponer lineamientos para el mejoramiento de la

calidad Físicoquímica de la laguna, basado en el cambio de la calidad del recurso y los proyectos ejecutados, con el fin de mejorar la toma de decisiones sobre el territorio y los planteamientos propuestos en el POMCA.

1.1 Problema

La laguna de Fúquene (que en idioma chibcha significa “Lecho de la Zorra”) es un claro ejemplo de cómo los ecosistemas lacustres en Colombia han estado en constante riesgo de desaparición. La calidad de estos hábitats se ha ido deteriorando como consecuencia de la disminución del espejo del agua, pérdida de biodiversidad y cambios de la condición ambiental y físicoquímica, poniendo en riesgo a los pobladores y las especies existentes (CAR Cundinamarca, 2000).

Según informes técnicos especializados (Agencia de Cooperación Internacional del Japón JICA, 2000), el territorio ha sido modificado para dar paso a proyectos de canales y desecación (con propósitos agrícolas y/o ganaderos). Estos proyectos han aumentado los niveles de sedimentación, eutrofización y pérdida del espejo de agua, disminuyendo su viabilidad. Adicionalmente, el informe comenta que la laguna se ve fuertemente afectada por la gran carga contaminante de vertimientos de los municipios aledaños, actividades pecuarias, minería de carbón, cultivos de papa, cebolla e industrias lecheras, lo cual ha disminuido su calidad físicoquímica

Por este motivo la CAR de Cundinamarca, institutos de Investigación y ONGs (Instituto Humboldt, Agencia de Cooperación Internacional del Japón y Fundación Humedales), han realizado numerosos esfuerzos y estudios para entender el comportamiento de la laguna. Se han evaluado diversos factores tales como los impactos y afectaciones sobre el cuerpo de agua en

diferentes sectores, la pérdida del espejo de agua, la participación ciudadana sobre el ecosistema, la educación ambiental, los distritos de riego e incluso la viabilidad con proyectos acuícolas, enmarcado en la gestión integral y su conservación a futuro (Fundación Humedales , 2007)

Una de las variables estudiadas en la laguna es la calidad físicoquímica del agua. Se conoce que el agua y la calidad de la misma en ecosistemas lacustres son relevantes para el mantenimiento de los procesos ecológicos y de flujo de nutrientes. (Newton & Mudge, 2004) (Camaño & Fariña, 2012). En la laguna de Fúquene se han realizado dos estudios preliminares para observar su calidad: El primer estudio fue realizado en el año 2003 con un monitoreo mensual por la empresa Ingeniería y Laboratorio Ambiental Ltda. (ILA) donde evaluaron los parámetros físicoquímicos generales estipulados en la normativa ambiental. El segundo estudio fue realizado por la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) en el año 2000. Este estudio, con información limitada, realiza un análisis sobre el estado físicoquímico de la laguna y se simuló a futuro algunas variables físicoquímicas, asumiendo que se lleven a cabo algunas obras de mejoramiento.

No obstante, y debido a la información escasa de ese momento, la CAR, basado en los objetivos del CONPES Nro. 3451 (Departamento Nacional de Planeación , 2006), comenzó a realizar monitoreos constantes desde la fecha (2006) hasta el día de hoy de más de 32 puntos de muestreo alrededor y dentro de la laguna. Adicionalmente, en la actualización del POMCA del Alto Río Suarez (Consortio Huitaca, 2018) se realizó el primer análisis de calidad sobre la cuenca y la entrada y salida de la Laguna. No obstante, éste último no evaluó otros puntos alternos, ni los puntos presentes dentro de la laguna, que describieran realmente su estado. Esto impide establecer actualmente planes de gestión integrados del recurso hídrico de la laguna bajo

las condiciones actuales de los sistemas productivos presentes y de todas las cargas contaminantes que llegan a la laguna. Por este motivo, este trabajo se centra en el análisis de la calidad fisicoquímica de la laguna de Fúquene en los últimos 10 años, para resolver la hipótesis de si las variables Fisicoquímicas en la laguna han modificado su calidad a escala temporal, y si es así, de qué forma. Asimismo, la comparación de los proyectos y los planes de gestión realizados en la laguna con los análisis de la calidad fisicoquímica, permitirían dar mejores lineamientos de gestión para el mejoramiento y conservación del recurso.

1.2 Justificación

Los ecosistemas lacustres de los Andes en Colombia se han visto afectados por la actividad antrópica de sus habitantes, las industrias cercanas y/o actividades que han puesto su mantenimiento y conservación a futuro en riesgo (CAR Cundinamarca, 2000). Fúquene es un claro ejemplo de cómo estos ecosistemas han estado bajo constante riesgo de desaparición y cómo la calidad se ha ido deteriorando con el tiempo. Esto ha puesto en riesgo a los pobladores que viven de los servicios ecosistémicos que presta la laguna, así como las especies endémicas que viven asociados a este tipo de ecosistemas.

Según Cortez y colaboradores (2003), la concepción de uso, sumada a la pérdida de importancia cultural, la falta de educación sobre las problemáticas de la laguna, la falta de respeto por la naturaleza y la desarticulación influyen concatenadamente a su degradación paulatina. Se añaden aspectos como la contaminación de sus aguas por vertimientos, el impacto de la economía campesina, las problemáticas del uso del suelo, la deforestación, la caza, y la invasión de las plantas acuáticas. Los anteriores aspectos han contribuido a que la laguna llegue a un

estado crítico. Si no se controlan estos factores a futuro podría existir un punto de no retorno, donde la laguna jamás llegue a recuperarse.

Las cargas contaminantes de la laguna según el JICA (2000), son uno de los factores más críticos a la hora de estudiar su deterioro; por ende su importancia a la hora de un replanteamiento de un plan de Gestión donde se evalúen estas variables, su posible origen y una propuesta de manejo. Las fuentes puntuales de contaminación (como las industrias, alcantarillados y las fábricas de las zonas aledañas) afectan la calidad del agua en gran medida. No obstante, las fuentes no puntuales (tales como vertimientos de cultivos, agua proveniente de la ganadería, y agua residual de viviendas rurales), son la afectación más directa a la laguna ya que se vierten sin ningún tipo de tratamiento previo.

Añadiendo y a pesar de los esfuerzos de la comunidad, los entes de control y la comunidad académica, muchos de estos proyectos han quedado en el papel y no han podido ser ejecutados; muchas veces por falta de criterios técnicos para tomar decisiones. Es necesario integrar a todos los actores en la toma de decisiones y en las actividades realizadas sobre la laguna. Asimismo, los recursos del estado para la ejecución de los proyectos deben ser promovidos. Adicionalmente, se deben rediseñar planes de gestión integrados del recurso hídrico de la laguna en las condiciones actuales para el desarrollo de los sistemas productivos presentes y para el control de todas las cargas contaminantes que llegan a Fúquene, promoviendo su mantenimiento y conservación a largo plazo.

El propósito de los Planes de Gestión o Manejo es proveer insumos y recomendaciones a las autoridades ambientales para conservar el ecosistema, sus funciones y servicios ambientales sin excluir a las comunidades presentes. Por este motivo, proponer nuevas metodologías, puntos de

vista y relaciones hombre-ecosistema en este territorio se convierte en un reto. Estas propuestas tienen el firme propósito de encontrar finalmente una solución real, plausible y a largo plazo al deterioro y posible desaparición de la laguna.

1.3 Propósito del Proyecto y pregunta de investigación

El estudio y la interpretación a detalle de las variables fisicoquímicas de la laguna de Fúquene y la revisión del comportamiento en una escala temporal permitirían proponer una herramienta sólida de análisis para la gestión del recurso hídrico a futuro. Si la condición actual de la laguna se conociese, basado en los monitoreos reales de hace más de 10 años del recurso y en el análisis detallado de los factores contaminantes, se propondrían lineamientos y ajustes a la metodología de gestión del recurso y/o al manejo de la carga contaminante que todavía sigue llegando a la laguna. Finalmente (y basado en una escala territorial), existen diversas metodologías de Gestión del recurso que podrían funcionar en un caso particular como la laguna de Fúquene. Si se evalúan los análisis de las variables fisicoquímicas y se asocian a las medidas de manejo, se propondrían ajustes y lineamientos sustanciales a la gestión, promoviendo una mejor orientación para la toma de decisiones. Estas decisiones deben estar enmarcadas en los enfoques de la gobernanza del agua, los objetivos de desarrollo sostenible propuestos por la ONU, los lineamientos de la elaboración y el desarrollo de los POMCAs y los lineamientos de la convención RAMSAR.

Basado en esta apreciación, se propone la siguiente pregunta de investigación: **¿Cómo es la calidad fisicoquímica de la laguna de Fúquene y cuál es la mejor alternativa de gestión del recurso fisicoquímico para su mejoramiento a largo plazo?**

2. Objetivos

2.1 General

Proponer lineamientos para la gestión ambiental del recurso hídrico de la laguna de Fúquene, basada en la interrelación de las intervenciones realizadas en la laguna con un análisis de datos de calidad físicoquímica para la mejora en la toma de decisiones sobre el territorio y los planes propuestos por el plan de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas en Colombia.

2.2 Específicos

- Analizar la calidad del recurso hídrico a partir de la información histórica de las variables físicoquímicas en la laguna de Fúquene
- Evaluar la influencia de los proyectos, obras y gestiones realizadas en la laguna sobre el comportamiento de las variables físicoquímicas a una escala temporal.
- Formular los lineamientos de gestión ambiental para el mejoramiento de la calidad Físicoquímica de la laguna de Fúquene, basado en el análisis de los datos de la calidad físicoquímica y la interrelación de los proyectos de gestión realizados.

3. Marco de Referencia

3.1 Marco Conceptual

El agua y los ecosistemas que mantienen y protegen este recurso han sido tema de interés y preocupación para la humanidad. Los ecosistemas acuáticos y costeros son elementos fundamentales del territorio; proporcionan innumerables servicios ambientales; consumo, recreo, usos económicos, regulación hídrica, fertilidad del suelo, articulación de paisajes e incluso generan valor cultural y social. No obstante, el uso intensivo y desmedido del recurso ha puesto a

estos ecosistemas en riesgo, lo cual a futuro podría poner en riesgo las comunidades humanas que viven de estos servicios ambientales y las especies que viven asociados a este tipo de ecosistemas. (Fundación Nueva Cultura del Agua, 2018) Desde el año 1960, la humanidad ha creado acuerdos intergubernamentales sobre el medio ambiente. El acuerdo RAMSAR, por ejemplo, ha centrado su interés en la conservación y uso racional de lagunas y humedales, en pro de un desarrollo sostenible. Entre sus últimos acuerdos de su cuarto plan estratégico (2016-2024), RAMSAR promueve la conservación, restauración y así mismo el uso racional de los ecosistemas de humedales. Éste acuerdo propone hacerles frente a los factores que impactan la pérdida de biodiversidad, la conservación, los usos sostenibles y las mejoras en la gestión de los recursos (RAMSAR, 2016).

Asimismo, la Organización de las Naciones Unidas (ONU), bajo su programa para el desarrollo (PNUD) focalizado en la visión de 189 Naciones en el mundo, ha centrado sus esfuerzos para enfrentar “el futuro”; denominando así las posibles problemáticas a los que estaremos expuestos la humanidad y el planeta en los próximos 30 años. Por este motivo, se diseñaron 17 objetivos de desarrollo sostenible, los cuales proporcionarían escenarios de justicia, equidad, eliminación de la pobreza y cuidado medioambiental en todos los escenarios políticos y sociales. (Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, 2000). Entre sus 17 iniciativas, se encuentra la iniciativa Nro. 6: Agua Limpia y Saneamiento. Este ítem no solo trata de promover el acceso a agua potable y/o mitigar su futura escasez, sino también la recuperación y conservación de los ecosistemas que generan y protegen estos recursos. Asimismo, este ítem promueve la eficiencia hídrica y el apoyo de tecnologías de tratamiento en países en vía de desarrollo.

Colombia, como uno de los 51 países fundadores y formadores de la ONU, ha centrado sus esfuerzos gubernamentales en seguir estos objetivos de desarrollo y ha diseñado guías y planes para el manejo de los recursos hídricos del territorio. La Política Nacional para la Gestión del Recurso Hídrico (2010), sumado a la Guía Técnica Para la Formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas “POMCAS” (2014), son claro ejemplo de estas iniciativas. Según informes de la ONU (2012), los sistemas de gobierno y administración de los recursos no solo debe ir de parte del estado, sino también deben involucrar múltiples aspectos como poderes públicos locales, sector privado, sociedad civil, dinámicas demográficas y de salud, seguridad alimentaria, desarrollo económico y ordenamiento territorial.

A partir de estos enfoques, se ha construido el concepto de “Gobernanza del agua” el cual reconoce la prioridad de la coordinación y cooperación de distintos actores sociales, sectoriales e institucionales que participan en la gestión del territorio, garantizando la integridad y diversidad de los ecosistemas con el fin de asegurar la oferta hídrica y los servicios ambientales (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014). Por este motivo es importante evaluar, estudiar y gestionar los ecosistemas estratégicos en Colombia, ya sea por su oferta o por su importancia social y cultural.

3.1.1 Gestión Ambiental en ecosistemas lacustres

Se han propuesto diversas metodologías para el manejo de zonas inundables, humedales y sistemas Lagunares a nivel internacional. El convenio RAMSAR (2010), propone una serie de documentos con lineamientos de manejo, los cuales incluyen monitoreo y evaluaciones de impacto. Se pide una descripción detallada (de variables ecológicas y físicas del territorio), con un promedio de retroalimentación de una vez cada seis años, promoviendo un monitoreo

constante y eficiente. Si es necesario (y si existe algún cambio en las variables), se procede a la restauración y/o rehabilitación en respuesta al manejo integrado. De igual forma, RAMSAR plantea una retroalimentación con todos los actores presentes en el sistema donde puedan participar de la elaboración del Plan y de la formación de comités intersectoriales para el manejo y la conservación.

La convención RAMSAR en el mismo documento (2010), propone series de fichas descriptivas de las características de los cuerpos lacustres. Estas series incluyen componentes ecológicos, procesos ecológicos, servicios ecosistémicos, y lineamientos de planificación. Estos lineamientos deben tener inmersos los objetivos del plan, los fundamentos teóricos y conceptuales, una evaluación del territorio, los objetivos, la justificación y el plan de manejo per se. Metodológicamente, se menciona que para desarrollar un plan de manejo se debe asegurar que sea integral, constante y participativo, y que proporcione directrices efectivas para su mantenimiento. Igualmente, se hace claridad de que es necesario determinar los impactos que puedan afectar al sistema, solventar conflictos (ya sea de uso, zonificación o de intereses) y certificar el cumplimiento de la normativa y políticas nacionales e internacionales. Se enfatiza el hecho de reconocer los rasgos socioeconómicos y culturales de la población circundante a estos ecosistemas y de evaluar siempre el principio de precaución. Por último la metodología RAMSAR (2010) menciona la participación de las comunidades en el proceso de participación (ciudadanas, campesinas, minorías étnicas) y propone orientaciones para trabajos comunitarios.

Por parte de la comunidad académica, también han surgido diversas propuestas. Bucher y colaboradores (1997) propusieron lineamientos muy similares a los del convenio RAMSAR (2010). Esta propuesta formula mecanismos para la evaluación integrada de los impactos, aplicar

siempre el principio de precaución bajo cualquier actividad, el estudio de los servicios ecosistémicos y la integración comunitaria y sector público. Añaden pautas tales como integrar la ordenación de la cuenca al territorio, la integralidad de las normas, proponer una cuantificación en términos económicos del territorio, afianzar las instituciones y velar por la transparencia y el análisis de las compensaciones por los daños causados. Todos estos lineamientos están bajo el marco del Desarrollo Sostenible e Integral.

La ONU-PNUMA (2012), propone una estrategia operativa para el tratamiento del agua dulce (recursos y ecosistemas). Expone en este informe los impactos más relevantes sobre el recurso, para así proponer mejoras a las enormes exigencias de la comunidad y los ecosistemas en general. Menciona temas críticos a manejar tales como las presiones sobre el agua (contaminantes-escases), la pérdida de la calidad de los ecosistemas y la biodiversidad, la presión del crecimiento industrial y urbano y la vulnerabilidad del territorio en referencia al cambio climático.

Según este informe (OMU-PNUMA, 2012) gran parte de los servicios ecosistémicos se centran al nivel regional, afín a los enfoques de Bucher (1997) y RAMSAR (2010). El informe menciona que se deben definir sistemáticamente los ecosistemas críticos, ver su grado de afectación (y posible remediación), el uso e interacción del recurso por parte de las comunidades y reconocer todas estas características en los sistemas de planificación. Esta metodología finalmente propone dos pautas nuevas; desarrollar la capacidad de recuperación bajo la premisa del Cambio Climático (Gestión del agua y manejo del riesgo) y por último promover un estatus de protección a las zonas que brindan servicios ecosistémicos relevantes.

3.1.2 Gestión Integral del Recurso Hídrico en Colombia

Para realizar una gestión integrada del recurso hídrico a nivel mundial como eje central del desarrollo humano, la “Asociación Mundial para el Agua” (GWP- organismo internacional involucrado en manejos de recursos hídricos, gobierno, academia organizaciones, ONG, asociaciones profesionales y el sector privado), propone una “Gestión Integrada del Recurso Hídrico”, donde se mejora la gobernanza de los recursos hídricos y se promueve el desarrollo sostenible, equitativo y con seguridad hídrica (Global Water Partnership - GWP, 2018). La asociación Suramericana para el Agua (GWP filial en Sudamérica) tiene por enfoque principal *“asegurar que la Gestión Integrada del Agua (GIRH) sea aplicado en la región, para garantizar la seguridad hídrica”*. Colombia, como país participe en estas políticas y en unión con el Ministerio del Medio Ambiente, desarrolla políticas bajo esa perspectiva, orientando el *“desarrollo de políticas públicas en materia de recurso hídrico, a través de una combinación de desarrollo económico, social y la protección de los ecosistemas”* (MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL, 2018). Bajo la mirada del ministerio, se proponen enfoques basados en la política hídrica Nacional, la regulación, preservación y uso del recurso, la formulación de planes y programas, la definición de planes y lineamientos para los planes de ordenación de cuencas hidrográficas (POMCAS), el ahorro y el uso eficiente del agua, el conocimiento de amenazas y riesgos asociados y la coordinación y la promoción a la investigación científica.

En Colombia existen metodologías y guías para la gestión y planeación de los territorios basados en el recurso hídrico. Los POMCA son un tipo de plan de ordenamiento, basado en el concepto

de cuenca hidrográfica¹ el cual cuenta con fases de aprestamiento, diagnóstico, prospectiva y zonificación ambiental. Asimismo, formula, ejecuta y hace seguimiento y evaluación a la cuenca hidrográfica, y dicta los lineamientos para abordar los temas de participación y la inclusión de la gestión de riesgo. Entre los objetivos de los POMCA esta orientar el proceso de manejo y ordenación de la cuenca, determinar el diagnóstico que caracteriza, analiza y sintetiza la situación ambiental del territorio, diseñar escenarios prospectivos, zonificar ambientalmente y proponer la estructuración de la administración de los recursos. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014). Finalmente (y basado en una escala territorial), existen diversas metodologías que podrían funcionar en un caso tan particular como la laguna de Fúquene. Si se evalúan todos los componentes del ecosistema y se asocian a las medidas de manejo con participación de las comunidades locales, se propondrían ajustes a la metodología de gestión del recurso, a los POMCAS y planes de ordenamiento en general, promoviendo una conservación y manejo más aplicado del territorio.

3.1.3 Variables Físicoquímicas y su importancia en la Gestión del Recurso Hídrico

Los cuerpos de agua, a razón de sus interacciones con el medio natural (aire, suelo, gases, seres vivos), incorporan compuestos a su composición química natural. Entre los compuestos más comunes que se pueden encontrar “*carbonatos, bicarbonatos, sulfatos, cloruros, nitratos fosfatos silicatos, metales como elementos traza y gases disueltos como oxígeno, nitrógeno y dióxido de carbono*”. El agua en el medio natural constituye una solución acuosa, compuesta de elementos orgánicos e inorgánicos que hacen parte del ciclo hidrológico del planeta y por ende de las

¹ Cuenca hidrográfica: Entiéndase por cuenca u hoya 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” (artículo 3 del Decreto 1640 de 2012).

interacciones entre ecosistemas-seres vivos. (Snoeyink & Jenkins, 2002). Estas interacciones y características pueden ser estudiadas bajo ya sea un análisis físico o un análisis químico del agua, llamado “variables físicoquímicas”, que permite en términos prácticos describir las características de esta solución acuosa y determinar si existe algún cambio entre sus características normales o el aumento de concentración por algún agente externo (Romero J. A., 2000).

Es claro que el recurso hídrico actualmente está siendo sometido a variadas presiones basadas principalmente en el cambio climático y las actividades de la población humana. La introducción de sustancias contaminantes al medio ambiente a razón de las actividades del ser humano causa daños irremediables como el deterioro a su propia salud, a los seres vivos y a los sistemas y estructuras ecológicas del planeta (incluyendo las alteraciones a esas variables físicoquímicas, indicador de que algo ocurre en el sistema). Los contaminantes pueden venir de dos orígenes: Puntuales; como las descargas y efluentes de tratamientos de alcantarillado, vertimientos de industrias y hogares o Difusas; como cursos de agua superficial con contaminantes, sistemas de riego, etc. Los fertilizantes y pesticidas aplicados a los cultivos y la lluvia ácida son ejemplos de este tipo de contaminación. Además los vertimientos puede ser crónicos (recibe descargas constantemente) o impredecibles (solo por algunos periodos de tiempo). (Mason, 2002).

Para los gestores ambientales del recurso, estas variables son vitales y de muy alta consideración al momento de realizar algún tipo de estudio, plan, proyecto y/o actividad. Un episodio de contaminación puntual en un periodo de tiempo puede perjudicar años de trabajo de preservación de un ecosistema en particular o reducir el impacto de algún tipo de actividad humana. Asimismo, el conocimiento de las fuentes de contaminación conocidas permite un control,

prevención, gestión y un manejo más apropiado de una problemática en particular. Una concentración de un grupo de contaminantes en específico puede ser un indicador de la viabilidad ecosistémica de un lugar en particular para el mantenimiento de sus procesos. Adicionalmente, puede detectar riesgos para la salud humana e incluso puede determinar el uso que se le debe dar a algún afluente; ya sea agua para consumo humano y animal, sistemas de riego de cultivos y/o procesos industriales. (Mason, 2002)

Las variables físicoquímicas pueden analizarse bajo la óptica de la tendencia de las variables, las cuales pueden leerse de forma independiente para establecer tendencias y flujos de contaminación. Por ejemplo, el estudio de los **sólidos suspendidos y totales** es importante para evaluar la concentración o fuerza de las aguas residuales para evaluar la eficiencia de los sistemas de tratamiento y diseños de tratamientos biológicos secundarios. La **conductividad eléctrica**, se define como la capacidad de un cuerpo acuoso en transmitir una corriente eléctrica. Además, es un indicativo de la concentración de sustancias disueltas y un indicador rápido del contenido de sólidos disueltos. Este tipo de conductividad es útil en un proceso de evaluación de agua para riego. Los **compuestos nitrogenados (amoniacal, nitritos, nitratos, total)**, dan una explicación del funcionamiento del ciclo del nitrógeno; una concentración alta de nitrógeno orgánico es indicativo de una polución fresca o reciente. El amoníaco es el producto de la descomposición de ese nitrógeno orgánico y en condiciones aeróbicas, el nitrógeno amoniacal es oxidado en nitritos y luego en nitratos, producto final de la descomposición. Por ende, un cuerpo de agua de polución reciente (gran parte por fertilizantes para cultivos y ganadería), constituye la mayoría del nitrógeno como nitrógeno orgánico y amoniacal. Cuando la mayoría del nitrógeno se encuentra en forma de nitratos, se considera que ésta es una especie de polución ocurrida un largo tiempo antes de efectuarse el análisis. Para los seres humanos y organismos acuáticos, el

riesgo para la salud disminuye con el tiempo que se encuentre este tipo de contaminación, y en estudios de tratamiento biológico el nitrógeno amoniacal constituye un indicativo de control de plantas de lodos activados. Por último en control de cuerpos de agua, es necesario conocer los valores de nitrógeno ya que es uno de los elementos esenciales para el crecimiento de algas, lo cual puede llevar a procesos de eutrofización. (Romero J. A., 2000)

El **Fósforo** es uno de los nutrientes esenciales en el crecimiento de los seres vivos; actualmente se considera como uno de los nutrientes que controla el crecimiento de algas. Un aumento en las concentraciones de fósforo produce crecimiento exorbitado de algas, produciendo procesos tales como la eutrofización. El uso de detergentes en las aguas domésticas aumenta las concentraciones de fósforo en cuerpos de agua, lo cual es indicativo de algún grado de contaminación. El **oxígeno disuelto** determina la existencia de condiciones aeróbicas o anaeróbicas en un cuerpo de agua en particular. La determinación de esta variable es base para el cálculo de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), la aerobicidad de los procesos de tratamiento, las tasas de aireación y el grado de contaminación de ríos. La **DBO** es una medida de la cantidad de oxígeno requerido por los microorganismos para oxidar la materia orgánica utilizable anaeróbicamente. La **demanda química de oxígeno (DQO)**, es un parámetro analítico de contaminación que mide el material orgánico contenido en una muestra líquida mediante oxidación química. Es la medida de la cantidad de oxígeno consumido por la porción de materia orgánica existente en la muestra y oxidable por un agente químico oxidante fuerte. Los valores de la DBO y la DQO son usados extensivamente en el análisis de aguas residuales- Tanto la DBO como la DQO permiten determinar las condiciones de biodegradabilidad y el contenido de sustancias tóxicas en las muestras y evaluar la eficiencia de las plantas de tratamiento. Por último los **coliformes fecales**, bacterias bacilares, aeróbicas y anaeróbicas facultativas gram negativas, son

indicativos de la presencia de excrementos humanos, animales, erosión del suelo o una combinación de las tres fuentes en los cuerpos de agua. Su presencia en el agua constituye un indicativo de polución fecal y por tanto de contaminación de organismos patógenos. (Romero J. A., 2000)

De igual forma, hay otras formas de análisis de datos basados en indicadores que consolidan estas variables para dar respuesta a tendencias y a la caracterización del comportamiento fisicoquímico y microbiológico de un cuerpo de agua en particular. Por ejemplo, los ICAS (Índice de calidad de agua) son herramientas de consolidación de datos y consisten en una *“expresión simple de una combinación de un número de parámetros que sirven como expresión de la calidad del agua mediante la integración de las mediciones; el índice puede ser representado por un número, un rango, una descripción verbal, un símbolo o incluso un color”* (Torres, Cruz, & Patiño, 2009). Se mencionan las siguientes ventajas del índice: Permite mostrar la variación espacial, es simple, conciso, de fácil interpretación, evalúa tendencias, visualiza áreas problemáticas, y ayuda en la definición de prioridades con fines de gestión del recurso. No obstante, presenta desventajas al momento de evaluar información detallada sobre algún contaminante en específico, por lo cual es necesario evaluar ambos análisis de datos para dar una descripción más detallada del recurso, dependiendo del tipo de análisis y el objetivo de estudio. (Torres, Cruz, & Patiño, 2009).

3.2 Marco Teórico

3.2.1 Análisis Fisicoquímico de la laguna de Fúquene, estado crítico de un ecosistema

Una de las variables estudiadas en la laguna es la calidad fisicoquímica del agua. Se conoce que el agua y la calidad de la misma en ecosistemas lacustres son relevantes para el mantenimiento

de los procesos ecológicos y flujo de nutrientes. Al momento de evaluar los ecosistemas lacustres se analizan las comunidades, se determinan si hay reglas generales para el mantenimiento de estas zonas y basados en caracterizaciones hidrológicas, fisicoquímicas y bióticas, se pueden evidenciar dinámicas y la calidad del recurso. (Newton & Mudge, 2004) (Camaño & Fariña, 2012)

Por ejemplo, variables como aumento en las concentraciones de Nitrógeno evidencian grandes cargas de fertilizantes y plaguicidas en la zona; variables con grandes concentraciones de fosfatos corresponden a efectos de efluentes domésticos, detergentes y polvos para actividades de lavado. Valores bajos de oxígeno y altas demandas (concentraciones altas de DBO y DQO²), representan gran cantidad de materia orgánica y comunidades de descomponedores presentes en el agua. (Pizarro, 2005). Hablando de la calidad Bacteriológica, la presencia de coliformes fecales y totales indican presencia de vertimientos de aguas residuales domésticas o de industrias que presenten desechos orgánicos o de origen animal (Romero J. , 2004).

El informe del JICA (2000) y otros informes con la autoridad ambiental (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, Ingeniería y Laboratorio Ambiental Ltda, 2003) evidencian un problema de disminución de la calidad fisicoquímica. Todas las aguas residuales del alcantarillado de la ciudad de Ubaté llegan a la laguna, donde generan una gran concentración de ácido Sulfhídrico, la cual es una sustancia altamente tóxica que genera mal olor. Agregando la descomposición de materia vegetal y detritus (que se encuentra en grandes cantidades), éste favorece el crecimiento de los organismos anaerobios, productores de gas metano e igualmente ácido sulfhídrico, generando un problema sanitario a gran escala. Otras industrias que afectan en gran parte a la zona son las procesadoras de leche de Ubaté y los

² DBO: Demanda Biológica de Oxígeno. DQO: Demanda Química de Oxígeno

vertimientos de los mataderos de Susa y Fúquene. Estas industrias generan aguas residuales con grandes concentraciones de Coliformes Totales (algunas veces mayores a 110 millones de unidades formadoras de colonias), Sulfatos (con concentraciones promedio de 400mg/l), DBO y DQO (con valores cercanos a 5000 mg/l). Estas aguas residuales son vertidas al sistema de alcantarillado (muchas veces sin un tratamiento adecuado), que de la misma forma descarga en los ríos que tienen conexiones directas con la laguna. Las cargas contaminantes de la laguna según el JICA (2000) se categorizan en fuentes puntuales y no puntuales. Las puntuales (como las industrias, alcantarillados y las fábricas de las zonas aledañas) afectan en gran medida. No obstante, las fuentes no puntuales (tales como vertimientos de cultivos, agua proveniente de la ganadería, y agua residual de viviendas rurales), son la afectación más directa a la laguna ya que se vierten sin ningún tipo de tratamiento previo.

Otra variable a evaluar bajo la mirada de la calidad fisicoquímica de la carga contaminante sobre la cuenca es el recorrido de la misma. La carga contaminante residual e industrial de la subcuenca del río Ubaté (Cucunubá, Lenguazaque y Suta), llega al río, el cual tiene una conexión directa sobre la laguna. Luego de entrar a la laguna y por los procesos de eutrofización, metabolización y descomposición, la carga sale de la laguna y es drenada al río Suarez, donde después de pasar por la compuerta de Tolón, llegan aguas abajo de la ciudad de Chiquinquirá. (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, Ingeniería y Laboratorio Ambiental Ltda, 2003)

Por último, el aumento de plantas acuáticas invasoras en la laguna es por el JICA (2000). Este aumento es la afectación más relevante en el corto plazo en el territorio. El crecimiento de las plantas como Juncos (*Scirpus sp.*), Eneas o Espadaña (*Typha sp.*), Elodea (*Egeria sp.*) y Jacinto

de Agua o Buchón (*Eichhornia sp*³), reducen la capacidad de almacenamiento de la laguna, ocasionando disminución del espejo de agua y disminución de igual forma de la calidad físicoquímica.

Sin embargo (y concluyendo), a pesar de los estudios detallados anteriormente, la información es escasa en algunas variables físicoquímicas. Por este motivo la CAR comenzó a realizar monitoreos constantes desde la fecha (2006) hasta el día de hoy de aproximadamente más de 90 puntos de muestreo alrededor y dentro de la laguna, (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - DLIA- Laboratorio Ambiental, 2016) basado en los objetivos del CONPES Nro. 3451 (Departamento Nacional de Planeación , 2006). En la actualización del POMCA de Alto Río Suarez (Consortio Huitaca, 2018) se realizó el primer análisis de calidad sobre la cuenca y la entrada y salida de la Laguna. No obstante, no evaluaron otros puntos alternos, ni los puntos presentes dentro de la laguna que describiera realmente su estado, presentando una información incompleta que no permite una gestión adecuada.

3.3 Antecedentes

3.3.1 Laguna de Fúquene, una historia de transformación

Sucesos de tipo histórico, económico, social, político y legal han tenido innumerables consecuencias en la transformación del paisaje, el ecosistema y la laguna de Fúquene en general, por lo cual esta se ha encontrado en una continua transformación desde su creación. (Franco-García, 2007)La laguna constituye uno de los relictos de una cadena lagunar que existió hace 40.000 años, donde se generó una gran laguna que hoy en día constituye la región circundante entre las lagunas de Cucunubá, Palacio y la ciudad de Chiquinquirá. El territorio en esa época

³ Buchón, introducida artificialmente por su habilidad para captar metales pesados.

estaba rodeado de páramo y bosques altoandinos. Presentó un cambio luego de 20.000 años, donde la laguna sufrió una reducción notable de su tamaño, cubriéndose gran parte del espejo de agua en áreas de pantano. (CAR Cundinamarca, 2000).

El área alrededor de la laguna ha presentado innumerables cambios a través del tiempo, sustentado por los usos particulares de algunas familias de la región desde la época de la Colonia. Por ejemplo, los bosques de Robledales eran muy comunes alrededor de la laguna de Fúquene. (CAR Cundinamarca, 2000). De forma paralela, en el desarrollo de la región esta vegetación sufrió a lo largo del tiempo una modificación y reducción en el área a razón de interconexiones regionales⁴, cruces en las vías, usos domésticos e incluso para la elaboración de carbón de Palo. Por este motivo los investigadores comentan que el cambio del uso de suelo de los terrenos alrededor de la laguna ocurrió desde tiempos coloniales y explica en gran parte la pérdida de las coberturas de bosque en la zona (Franco-García, 2007)

Asimismo, se analiza que la pesca, la cacería de mamíferos y aves endémicas, la introducción de árboles exóticos, la generación de cercas, linderos y vallados para dividir las tierras de los hacendados han producido un impacto medioambiental. Sumado a la introducción de pasto kikuyo (para ganadería) y el inicio de los cultivos a gran escala de papa, maíz, habas, calabazas y frijol, han ido generando la degradación paulatina del territorio hasta un estado crítico. (Cortes-Lombana, Gracia, & Ariza, 2003) . Desde los años 60s, se observa una pérdida de fertilidad en el suelo y la aparición de plagas. Por esta razón, los campesinos usan plaguicidas y fertilizantes para su actividad influyendo negativamente en la calidad del suelo y agua de la región. (CAR Cundinamarca, 2000) (Franco-García, 2007)

⁴ Proyectos de vías de ferrocarril y carreteras fueron relevantes en la transformación de la región de Chiquinquirá, Ubaté y Fúquene.

La elodea y el buchón se han convertido en una de las plagas y uno de los problemas medioambientales más graves de la zona. El uso de fertilizantes químicos, orgánicos y plaguicidas, la escorrentía del estiércol del ganado en la zona y las aguas negras de Ubaté han eutrofizado el espejo de agua, promoviendo la proliferación de plantas acuáticas. Esto ha desmejorado la calidad fisicoquímica de la laguna y restringe la navegabilidad de la zona, sumado a que los Juncales, usados para forrajeo de ganado e incluso para la elaboración de artesanías, han disminuido su calidad afectando la economía local. (CAR Cundinamarca, 2000) (Franco-García, 2007).

En conclusión, la laguna de Fúquene ha ido en un proceso paulatino de degradación basado en diversos factores. La concepción materialista que ha tenido la laguna desde los pueblos indígenas, intensificada a gran escala en la época de la colonia hasta nuestros días ha generado un impacto considerable en la región. (Cortes- Lombana, Gracia, & Ariza, 2003). Lo anterior sumado a la pérdida de importancia cultural, la falta de educación sobre las problemáticas de la laguna, la falta de respeto por la naturaleza, la desarticulación, influyen concatenadamente a su degradación. Se añaden aspectos como la contaminación de sus aguas por vertimientos, el impacto de la economía campesina, las problemáticas del uso del suelo, la deforestación, la caza, y la invasión de las plantas acuáticas. Todos estos factores han hecho que la laguna llegue a un estado crítico. Si no se controlan estos factores a futuro podría existir un punto de no retorno, donde la laguna jamás llegue a recuperarse.

3.3.2 Gestión en la laguna de Fúquene; Actores y Proyectos Propuestos

En la laguna se han centrado numerosos esfuerzos para el mejoramiento de la calidad ecosistémica de la laguna; muchos de ellos propuestos por la comunidad académica, las ONGs y

la autoridad ambiental. El investigador Thomas Van Der Hammer (2003) diseñó unas bases para un plan de manejo en la Laguna. Menciona que en primera instancia se debe reforestar y regenerar el bosque nativo erosionado al lado del cuerpo de agua y construir trampas de sedimentos en los ríos y las quebradas para reducir la sedimentación. También propone una instalación de Plantas de Tratamiento de Agua Residual (PTARS) en los ríos y en la entrada de la laguna con el fin de evitar el vertimiento constante de gran cantidad de contaminantes y disminuir el crecimiento de plantas acuáticas invasoras. Por último, propone una delimitación del área de la laguna, el área de ronda, la zona de amortiguación, el aumento del nivel de la laguna y la declaración como reserva natural.

La Fundación Humedales (2007) realizó un estudio con las comunidades sobre la percepción y la visión a futuro de la laguna. Se caracterizaron los actores pertenecientes a los linderos de la laguna, identificando un aproximado de 10 actores involucrados en la región. Estos son los ganaderos, pescadores, cazadores, artesanos, los prestadores de los servicios turísticos, los vecinos de la laguna, las organizaciones de la sociedad civil, las autoridades civiles, las autoridades ambientales y la comunidad científica, todos ellos con intereses y enfoques distintos.

Los ganaderos (grandes y pequeños) a pesar de tener principios de conciencia ambiental ven a la laguna simplemente como la fuente de agua para el riego de sus pastizales y aparentemente no tienen conciencia que la actividad ganadera influye en la contaminación del territorio. Los pescadores son los que conocen más al detalle la importancia ecosistémica y del recurso de la laguna ya que su actividad se ve directamente afectada por la condición y calidad del sistema natural. Por otra parte, los cazadores ven a la laguna como una fuente de recursos. Sin embargo,

algunos que se han sensibilizado con la situación crítica de la laguna han entendido que “puede tener más valor un ave viva que 100 muertas”. (Fundación Humedales , 2007)

Los artesanos, sin embargo, usan el recurso de los juncuales para realizar sus artesanías y han visto (al igual que los pescadores) que su actividad se ve altamente influenciada por la calidad del recurso. Los prestadores de los servicios turísticos han visto que los aumentos de las poblaciones de plantas invasoras han disminuido su movilidad en la laguna por consiguiente, afectan su actividad económica. Añadiendo, los vecinos de la laguna han visto con gran preocupación la reducción del espejo del agua, ya que usan del recurso para sus actividades agrícolas.

No existe una integración de opiniones ni propuestas por parte de las organizaciones de la sociedad civil (OSC), las autoridades civiles (ACA) y ambientales (CAR). Las OSC no presentan canales de comunicación efectivos, las ACA no tienen muchas veces claridad sobre los planes de manejo y la CAR de Cundinamarca ha cambiado varias veces sus directrices dejando de lado muchas veces el sistema social y natural. Por último, la comunidad científica aunque no viva directamente en la zona, se encuentra interesada en aportar conocimiento nuevo, tecnológico y social. (Fundación Humedales , 2007)

La CAR de Cundinamarca, desde la década de los 80s, ha implementado 5 planes de gestión y rescate de la laguna de Fúquene. Su informe técnico (2000) menciona 5 Proyectos que han sido gestionados en la laguna: El proyecto Checua, La Zona de Reserva Forestal, El Canal Perimetral, el estudio del JICA, y los Sistemas de Información Geográfica. El estudio de JICA dio una prospección del estado de la laguna con los datos existentes, propone la creación de PTARs cerca de la laguna, el manejo de la Elodea y otras plantas acuáticas y el dragado del lecho. Sin

embargo el último subproyecto fue descartado a razón de las características de la laguna, ya que un dragado normal desmejoraría su calidad. El proyecto Checua es uno de los más antiguos de la corporación en la región, promoviendo la recuperación del suelo a razón de la erosión y contaminación. Éste proyecto promueve labores biomecánicas, el restablecimiento de la cobertura vegetal, la labranza mínima y la educación ambiental. Por otra parte, la propuesta de la zona de reserva forestal, delimita la región en zonas de reserva como el Robledal, los páramos de Rabanal-Telecom-Merchán y el distrito de Manejo Integrado de la región del Juaitoque. La construcción de la zona perimetral, iniciada como un proyecto de aprovechamiento hidráulico, fue desarrollada en un 70% debido a conceptos de la comunidad académica, los cuales detuvieron las obras; actualmente la zona presenta disminución de su capacidad hidráulica y bajas en la capacidad de los distritos de riego. Por último, el levantamiento de los sistemas de información Geográfica de la Laguna, cuentan con 80 planos y mapas donde categorizan zonificación, usos y estado de la laguna. (CAR Cundinamarca, 2000)

Basado en el COMPES 3451 (Departamento Nacional de Planeación , 2006) denominado “Estrategia para el Manejo Ambiental de la Cuenca Ubaté-Suárez” los entes de control y la comunidad se comprometieron a la gestión de la cuenca del río Ubaté (donde se encuentra la Laguna), estableciendo los siguientes puntos: 1. Atención de emergencias por eventos de inundación y sequía 2. Ordenamiento de la Cuenca de Ubaté y Suárez 3. Mejoramiento de la Capacidad Regulación Hídrica 4. Operación y Mantenimiento del Distrito de Riego y Drenaje 5. Agua Potable y Saneamiento Básico 6. Recuperación y Protección de Áreas Degradadas 7. Fortalecimiento Institucional, Participación Ciudadana, Educación Ambiental, Ecoturismo e Investigación Científica (Departamento Nacional de Planeación , 2006). Como parte de las

estrategias para los ítems 3,5 y 6, se establecieron los monitoreos a la cuenca de 32 puntos del río Ubaté y 8 puntos sobre la laguna.

Basado en el acuerdo 018 del 11 de Julio de 2017, por parte de la CAR de Cundinamarca, se declara “Distrito Regional de Manejo Integrado el complejo Lagunar Fúquene, Cucunubá y Palacio”, basado en un documento técnico de soporte realizado en Mayo de 2017, donde se realiza una descripción biofísica, faunística, limnológica, de vegetación y socioeconómica, estableciendo una propuesta de zonificación para la conservación y manejo del territorio; no obstante no mencionan la parte físicoquímica ni los monitoreos realizados desde el 2006. (CAR Cundinamarca, 2017). Por parte de la CAR de Cundinamarca en el 2018, y basado en la declaratoria anteriormente citada, se propone un plan de manejo para el complejo Lagunar Fúquene, Cucunubá y Palacio. Este plan describe detalladamente el clima, la geología, la geomorfología, los factores socioeconómicos y culturales y la parte hidrológica, en referencia a la capacidad de drenaje, sedimentación, caudales y balance hídrico, sin nuevamente mencionar la parte físicoquímica. (CAR Cundinamarca, 2018). Por último, mediante el acuerdo 05 del 6 de Abril del 2018, se adopta el Plan de Manejo Ambiental para el complejo Lagunar.

4. Área de Estudio

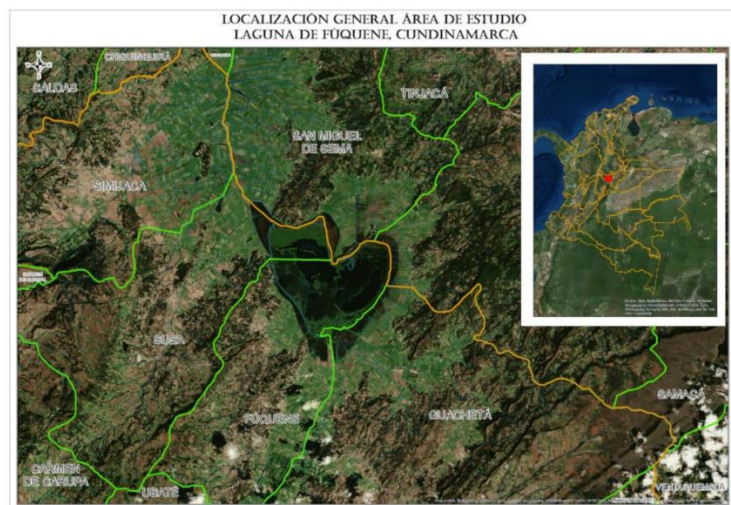
La laguna de Fúquene, es una laguna de origen tectónico ubicada a aproximadamente 100 km al norte de Bogotá en el departamento de Cundinamarca. Tiene una extensión de 3155,79 hectáreas las cuales 979,37 corresponden al sistema palustre⁵ y 1986,07 a sistemas lacustre⁶. (Franco-Vidal et.al, 2007) (Mapa 1). La laguna, basado en el informe de declaratoria del Distrito de Manejo Integrado (Acuerdo CAR 18 del 11 de Julio de 2017) y su documento de soporte (CAR

⁵ Palustre: áreas secas, inundables y pantanosas.

⁶ Lacustre: Laguna; espejo de agua.

Cundinamarca, 2017), pertenece al complejo Lagunar Fúquene, Cucunubá y Palacio. Este sistema comienza con los ríos Ubaté Lenguaque, que junto con otros ríos tributarios, desembocan en la laguna de Fúquene, que cuenta con canales y estructuras de regulación que conforman el antiguo Distrito de Riego y Drenaje Fúquene – Cucunubá, del cual hacen uso los pobladores de la región. (CAR Cundinamarca, 2017).

Se considera esta área como una zona estratégica, que integra áreas de conservación y protección ambiental (Decreto 3600 de 2007. Art. 4). Aparte de constituirse en el centro de diversidad biológica y endemismo de la biota de agua dulce Andina más importante del Norte de Sudamérica, es un área reconocida en el ámbito internacional al haber sido declarado en el 2004 AICA o Área de Importancia para la Conservación de las Aves por las entidades internacionales (CAR Cundinamarca, 2018).



Mapa 1. Delimitación laguna de Fúquene Tomado de González & González (2015)

5. Metodología

5.1 Diagrama de flujo

Esta investigación se desarrollará bajo el siguiente diagrama de flujo (Grafica Nro. 1)



Gráfica Nro. 1. Proceso Metodológico. Creado por el autor

5.2 Enfoque Metodológico

Esta investigación trabajó desde un enfoque cuantitativo y cualitativo. Desde un enfoque cuantitativo, se realizó el análisis de las variables fisicoquímicas presentes en la parte orgánica (DBO, DQO, Sólidos) y los componentes asociados a iones nitrógeno (Nitratos, Nitritos, Amonios, NTK) y algunos inorgánicos. Estas variables se integraron a la parte cualitativa de la caracterización de los proyectos ejecutados en la laguna de Fúquene. En primera instancia, se hizo una recolección de los datos fisicoquímicos y microbiológicos de los puntos de monitoreo del plan de muestreo de la cuenca Ubaté- Suarez y de la laguna de Fúquene desde el año 2006 hasta la fecha. Se ejecutó una revisión documental del POMCA Rio Alto Suarez (Consortio Huitaca, 2018), con el fin de apoyar el análisis de los ICAS de la cuenca. Adicionalmente, se llevó a cabo una revisión de los datos fisicoquímicos tomados dentro de la laguna de Fúquene desde el año 2006. El propósito de esta revisión fue calcular los ICAS de la laguna, donde se depuraron los datos de Oxígeno Disuelto, Demanda Química de Oxígeno, Conductividad, Sólidos Suspendidos, Fosforo Total, Nitrógeno Total, pH y Coliformes totales. Asimismo, se recolectó datos meteorológicos para evaluar posibles sesgos en las tendencias de

concentraciones. Luego, se realizó una depuración de los datos, evaluando datos relevantes, picos y faltas de concentraciones en los mismos, para determinar la situación previa y actual de las concentraciones en la cuenca. A continuación, se realizó una descripción detallada de proyectos, obras y actividades realizadas en la Laguna para finalmente realizar un análisis integrado de todos los datos. Por último y basado en estos análisis, se propusieron los lineamientos de Gestión para la toma de decisiones y desarrollo de POMCAs.

5.3 Etapas del Proyecto

Este trabajo plantea un estudio de alcance descriptivo- explicativo, según la clasificación de Sampieri (2014). Se plantea el problema de estudio y se centra en explicar las razones de porque ocurre un fenómeno en particular. En este caso el estudio describe el comportamiento de las variables físicoquímicas de la laguna de Fúquene, así como los proyectos que han sido ejecutados para finalmente realizar un análisis integrado del cambio de las variables físicoquímicas a lo largo del tiempo basado en los proyectos ejecutados e impactos de la comunidad sobre el recurso (explicativo). Este trabajo de grado se ha centrado en varias etapas: La recopilación de los datos físicoquímicos, así como los datos de gestión sumada a un análisis temporal comparativo de ambas variables. Finalmente se realizará una propuesta de lineamientos de gestión sobre el recurso, basado en el resultado de los análisis. A continuación se explicará detalladamente cada una de las etapas

5.3.1 Recopilación de datos físicoquímicos, análisis de ICAS- monitoreos sobre la laguna, datos de Gestión sobre la Laguna

Se recopilan los datos físicoquímicos presentes, monitoreados por la CAR a partir del año 2006, los cuales se toman dentro de la laguna de Fúquene. Lo anterior se suma a los análisis realizados

en el POMCA (Actualización) de la cuenca Rio Alto Suarez , así como a los proyectos de Gestión Realizados por la CAR en el mismo periodo de tiempo. Los análisis físicoquímicos se basan en el índice ICA y en las gráficas temporales de la concentración de contaminantes. En primera instancia se recopila los análisis, gráficas y cálculos de los ICAS del POMCA Rio Alto Suarez (Consortio Huitaca, 2018), y se complementa este análisis con los cálculos de los ICAS en los puntos que pertenecen a la red de monitoreo de la CAR dentro de la laguna y que no fueron considerados en el POMCA para dar una explicación detallada de la situación del territorio

5.3.2 Índice ICA

ICA (Índice de Calidad de Agua), es un índice, expresado en un valor numérico, que clasifica en 5 categorías la calidad de agua de una corriente superficial. Está basado en un conjunto de 7 variables registradas en una red de monitoreo, el cual toma valores entre 0 y 1; los valores más bajos indican una peor calidad y mayores limitaciones para el uso del agua. Permite conocer las condiciones de calidad físico-química y microbiológica e identifica problemas de contaminación en un punto determinado. (Consortio Huitaca, 2018). El índice trabaja con las siguientes variables (Tabla Nro. 1)

| VARIABLE | EXPRESADO COMO | PESO DE IMPORTANCIA |
|----------------------------|----------------|---------------------|
| Oxígeno Disuelto | % saturación | 0,15 |
| Sólidos Suspendidos | mg/L | 0,14 |
| Demanda Química de Oxígeno | mg/L | 0,14 |
| Conductividad Eléctrica | μS/cm | 0,14 |
| Relación NTotal/PTotal | (mg/L) (mg/L) | 0,14 |
| pH | Unidades de pH | 0,14 |
| Coliformes Fecales | NMP/100ml | 0,15 |

Tabla Nro. 1 Variables involucradas en el cálculo del ICA. Tomado de Huitaca (2018)

La fórmula del cálculo del indicador es:

$$ICA_{ntj} = \sum_{i=1}^n W_i * I_{ijkt}$$

Dónde:

ICA_{ntj} = Es el índice de calidad del agua de una determinada corriente superficial en la estación de monitoreo de la calidad del agua j en el tiempo t, evaluado con base en variables.

I_{ijkt} = Es el valor calculado de la variable i (obtenido de aplicar la curva funcional o ecuación correspondiente), en la estación de monitoreo j, registrado durante la medición realizada en el trimestre k, del periodo de tiempo t.

W_i = Es el ponderador o peso relativo asignado a la variable de calidad i.

n = Es el número de variables de calidad involucradas en el cálculo del indicador. Se recomienda que la tabla de datos del indicador incluya el valor mínimo del ICA registrado en el periodo de tiempo t y además, el ICA promedio de ese periodo.

5.3.2 Análisis de Datos Fisicoquímicos sobre propuestas de Gestión. (Comparativo a nivel temporal)

A partir de los análisis de los ICAs de cada uno de los puntos, y de una descripción general de los proyectos realizados sobre la laguna a partir de la gestión realizada por la autoridad ambiental, se hace un análisis comparativo de las acciones de gestión sobre el comportamiento fisicoquímico de las variables analizadas. A partir de este enfoque, se permite esclarecer las razones del mejoramiento, el cambio o el mantenimiento de ciertas mediciones de las variables fisicoquímicas sobre la cuenca.

5.3.3 Propuesta de Lineamientos

Por último y basado en los análisis de resultados de las variables fisicoquímicas sobre los planes de gestión, se propondrán lineamientos de gestión para fortalecer los planes que han funcionado, y mejorar los que no han sido efectivos. Los lineamientos se plantean bajo la técnica del análisis DOFA (Debilidades, Oportunidades, Fortalezas y Amenazas) (Ponce-Talancón, 2006)

6. Resultados

6.1 Descripción Fisicoquímica, Puntos de análisis de datos de calidad del recurso

La cuenca del río Suarez, y por ende la laguna de Fúquene, se encuentran monitoreadas desde el 2006 (a razón del CONPES 3451 del 2006), por la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. La actualización del POMCA del Río Alto Suarez (Consortio Huitaca, 2018), realiza un estudio de los monitoreos desde el año 2006, estableciendo los análisis correspondientes de calidad a escala temporal. El consorcio determina la descripción de los ICAS de 32 puntos, los cuales monitorean la CAR en el río Ubaté-Suarez. Adicionalmente, este trabajo analiza 7 puntos tomados directamente sobre la laguna de Fúquene (las cuales no se encuentran analizados en el POMCA). Fue necesario realizar el cálculo con la depuración de los datos crudos de monitoreo, realizados desde el año 2006 en la CAR. En el Anexo 1, se evidencian los puntos referidos, así como las variables fisicoquímicas monitoreadas.

6.2 Análisis de datos. POMCA río Alto Suarez

Basado en los datos otorgados en actualización del POMCA del río Alto Suarez (Consortio Huitaca, 2018), se recopiló el análisis y gráficas de ICAs de los 32 puntos de monitoreo (18 sobre la corriente principal y 14 sobre los afluentes) entre los años 2007-2015, los cuales fueron comparados con los objetivos de calidad presentes en la Resolución 3462 del 28 de diciembre del

2009. Esta Resolución registra los valores máximos ideales para el periodo 2010- 2020. Bajo esta división, se categorizaron los análisis en 5 grupos: Bueno, Aceptable, Regular, Malo y Muy Malo. Esta división se puede observar en la siguiente Tabla (Tabla Nro.2)

| INDICADOR | CALIFICACIÓN DE LA CALIDAD | TIPO ALERTA |
|-----------|----------------------------|-------------|
| 0,00-0,25 | Muy Mala | Rojo |
| 0,26-0,50 | Mala | Naranja |
| 0,51-0,70 | Regular | Amarillo |
| 0,71-0,90 | Aceptable | Verde |
| 0,91-1,00 | Buena | Azul |

Tabla Nro. 2. Descriptores de la Calidad del ICA. Tomado de Huitaca, (2017).

La clasificación de los primeros 32 puntos, mostró los siguientes resultados. (Tabla Nro. 3)

| Subcuenca | Nro. | Nombre | INDICADOR ALERTA |
|-----------------|------|--------------------------------|--------------------|
| Rio Alto Ubaté | 1 | LG La Manila | ACEPTABLE |
| | 2 | Quebrada Suchinica | ACEPTABLE- REGULAR |
| | 3 | Antes del río Hato | ACEPTABLE |
| | 4 | Rio Hato | BUENA |
| | 5 | Estación la Boyera | ACEPTABLE |
| | 6 | LG Puente Barcelona | ACEPTABLE |
| | 7 | Rio Suta | MALA |
| | 8 | Después del río Suta | MALA |
| | 9 | Rio Lenguazaque | REGULAR |
| Rio Bajo Ubaté | 10 | LM Exclusa el Cubio | MALA |
| | 11 | LG Puente Colorado | REGULAR |
| | 12 | Antes de la Laguna de Fúquene | MALA |
| | 13 | Después Laguna de Fúquene | MALA |
| | 14 | Canal río Susa | MALA |
| Rio Alto Suarez | 15 | LG San Miguel, Puente Concreto | REGULAR |
| | 16 | Rio Simijaca | MALA |
| | 17 | Vallado Escorial | MALA |
| | 18 | Aguas Abajo río Simijaca | REGULAR |
| | 19 | Vallado Grande | ACEPTABLE |
| | 20 | Quebrado el Charco | REGULAR |
| | 21 | LG Exclusa Tolón | ACEPTABLE |
| | 22 | Rio Chiquinquirá | REGULAR |
| | 23 | LG La Balsa | REGULAR |
| | 24 | Aguas Abajo Chiquinquirá | MALA |
| | 25 | Canal Paris Madrón | REGULAR |
| | 26 | Quebrada Puente Tierra | ACEPTABLE |
| | 27 | Aguas Abajo Puente Tierra | MUY MALA |

| Subcuenca | Nro. | Nombre | INDICADOR ALERTA |
|-----------|------|------------------------------|------------------|
| | 28 | Exclusa Merchán | MALA |
| | 29 | Quebrada la Ruda | REGULAR |
| | 30 | Aguas Abajo Quebrada la Ruda | MALA |
| | 31 | Quebrada Jabonera | ACEPTABLE |
| | 32 | LG Garavito | REGULAR |

Tabla Nro. 3. Categorización de puntos de muestreo

Se observa que la mayoría de puntos se encuentran en tendencia Regular a Malo. Solo uno de los puntos de los 32 presentes en la cuenca, cumple con los objetivos de calidad, lo cual es altamente preocupante. Se observa que en la subcuenca “Río Bajo Ubaté”, la mayoría de puntos son Regular a Malo, mientras que en la subcuenca “Río Alto Ubaté”, la calidad en la mayoría de puntos es de calidad Aceptable. Por último, la cuenca “Río Alto Suarez” es la única que presente un punto de calidad Muy Malo. Este punto es importante analizarlo más adelante. Para realizar la descripción de la calidad del recurso, se dividió el análisis de variables (y puntos de muestreo) con referencia a 3 de las 9 subcuencas (propuestas por Huitaca, 2018) por donde se encuentra el cauce del río Alto Suarez. Estas divisiones denominadas Subcuenca río Alto Ubaté, Subcuenca río Bajo Ubaté-Fúquene y Subcuenca río Alto Suarez, son citadas y descritas a continuación

HAHN

6.2.1 Subcuenca río alto Ubaté

En esta categoría, se evidencia una tendencia Aceptable en referente a calidad del recurso. La tendencia continúa hasta los dos últimos puntos (Río Suta- río Lenguazaque), donde la calidad se evidencia como Mala. En esta categoría, se encuentran solo el punto 4 (Río Hato), cumpliendo con los objetivos de calidad, donde se ve claramente una diferencia de calidad a partir del año 2008-2009 (Tabla Nro. 4.). Según el informe del POMCA (Consortio Huitaca, 2018), se menciona que la consecuencia de esta medición, es basada en las bajas concentraciones

asociados al Índice, aunque cabe aclarar que no se cumple los parámetros de Nitrógeno amoniacal y Coliformes totales.

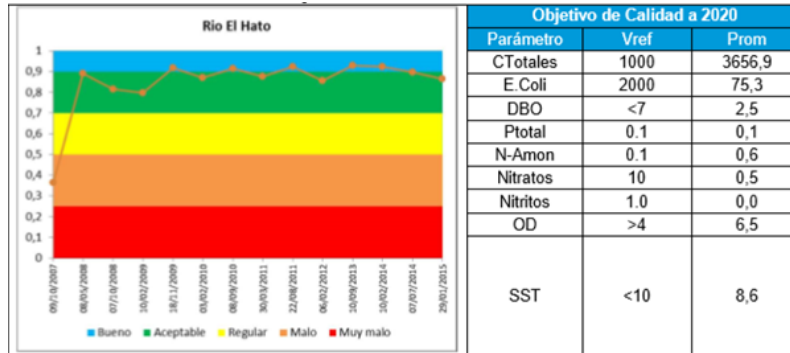


Tabla Nro. 4. río “El Hato” Tomado de Huitaca (2018)

6.2.1.1 Puntos Calidad Aceptable

Para esta categoría, se encuentran 5 puntos de monitoreo, la mayoría ubicados en la cuenca alta y baja del río. En la mayoría de estos puntos, se observan cambios sustanciales a partir de año 2009, aunque en la mayoría de puntos no se cumple con los parámetros de Coliformes Totales, E Coli, Nitrógeno Amoniacal y en algunos casos Solidos Suspendidos. Los puntos son descritos a continuación.

6.2.1.1.1 Estación la Malilla

Esta estación presenta tendencia de Calidad de agua aceptable, mostrando gestión del recurso a partir del año 2007. Parámetros como Solidos suspendidos (SST), Coliformes Totales- E. coli y Nitrógeno Amoniacal, deben mejorarse. Según el POMCA (2018), posiblemente estos resultados están basados en las actividades antrópicas y aportes específicos de materia orgánica sobre este punto. (Tabla Nro. 5)

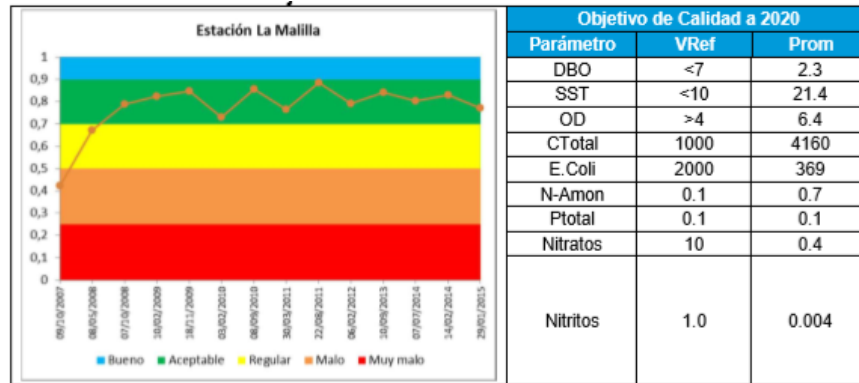


Tabla Nro. 5. río “Estación la Malilla” Tomado de Huitaca (2018)

6.2.1.1.2 Quebrada Suchinica

En este punto, se observa una tendencia de Aceptable a Regular en los monitoreos de los últimos 5 años, lo cual indica un descenso en la calidad. Según el POMCA (2018), menciona que el aumento del índice, se debe al aumento de concentración de Coliformes. Se observa de igual forma que entre el periodo 2012-2014, presenta los mejores índices de calidad. (Tabla Nro. 6)

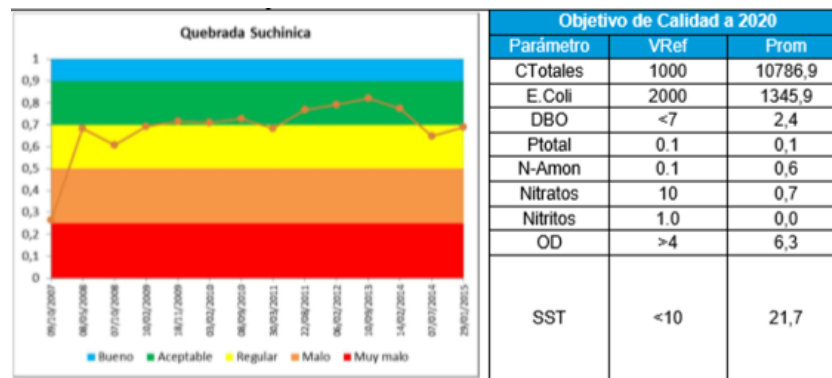


Tabla Nro. 6. “Quebrada Suchinica” Tomado de Huitaca (2018)

6.2.1.1.3 río Ubaté antes del río Hato

Se observa en este punto, una mejora desde el año 2007; pasó de malo a aceptable. No obstante, en este punto no se cumple el ítem de Coliformes Totales y E. Coli, para los objetivos de calidad propuestos. (Huitaca, 2018) (Tabla Nro. 7.)

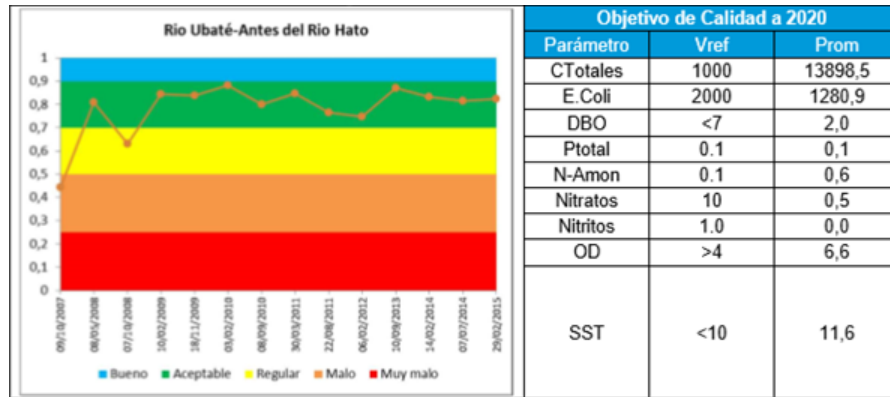


Tabla Nro. 7. “Antes del río Hato” Tomado de Huitaca (2018)

6.2.1.1.4 Estación la Boyera

Esta estación presenta actualmente calidad en un rango Aceptable, desde el año 2009, aunque el índice no llega a ser de Calidad Buena, a razón de las concentraciones de Coliformes y Solidos Suspendidos. (Huitaca, 2018) (Tabla Nro. 8)

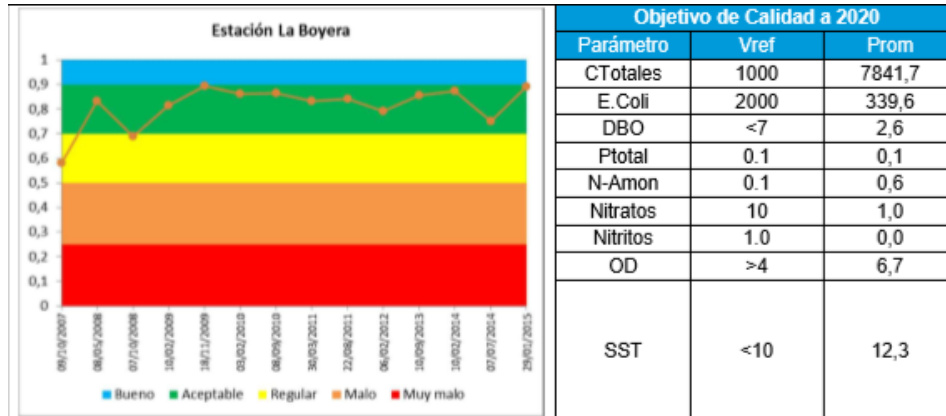


Tabla Nro. 8. “Estación La Boyera” Tomado de Huitaca (2018)

6.2.1.1.5 Puente Barcelona

La tendencia de este punto es Variable, pero en promedio Aceptable y se observa una mejora sustancial desde el año 2009, con mejora en el periodo 2010. A partir de ese año, ha presentado fluctuaciones, pero en la mayoría de años, se han mantenido en Rango Aceptable. Según el

POMCA (2018), se cumplen los objetivos de calidad, a excepción de los Coliformes, E coli, Solidos Suspendidos y Nitrógeno Amoniacal. (Tabla Nro. 9.)

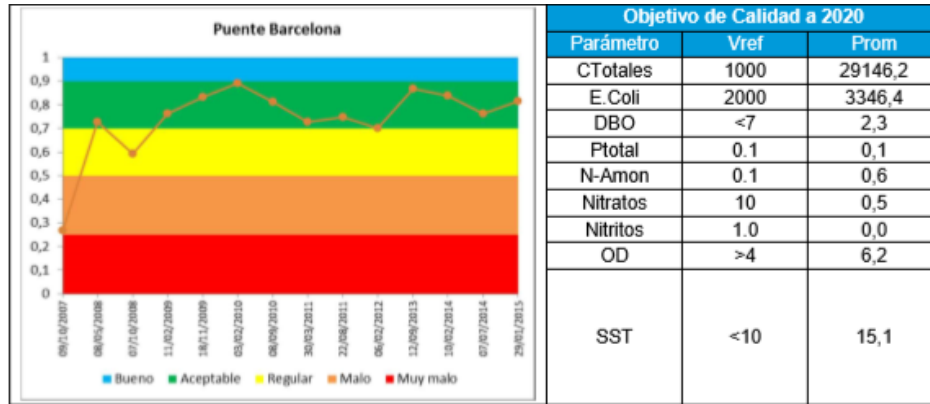


Tabla Nro. 9. “Puente Barcelona” Tomado de Huitaca (2018)

6.2.1.2 Puntos Calidad Mala

Aunque estos puntos presentan variabilidad, en los últimos años presentan tendencia a calidad Mala, posiblemente por las cargas contaminantes que provienen de estos dos puntos, en su gran mayoría domésticos (Huitaca, 2018)

6.2.1.2.1 Estación río Suta

En esta estación, presenta calidad de Agua Mala. Según el POMCA (2018), se presenta una concentración alta de Coliformes Totales y E. coli. El único índice que se cumple es de los Nitratos y Nitritos. Solo en el año 2011, se presenta una categoría Regular. (Tabla Nro. 10)

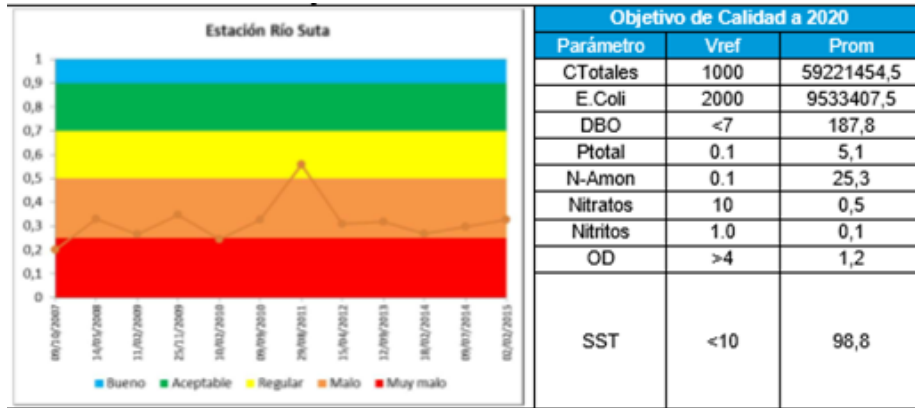


Tabla Nro. 10 “Río Suta” Tomado de Huitaca (2018)

6.2.1.2 Estación Aguas Abajo río Suta

La estación río Suta (Aguas abajo), presenta alta variabilidad pero con tendencia de calidad Mala. Según el POMCA (2018), presenta una influencia significativa de contaminación por materia orgánica (altas concentraciones de Coliformes Totales y E. coli). Se observa que los promedios obtenidos, la mayoría no cumplen en su mayoría con los objetivos de calidad ideales planteados por la CAR; únicamente cumplen los valores de nitratos y nitritos., a excepción de agosto de 2011, donde la calidad del agua alcanzó una nivel Regular. (Tabla Nro. 11.)

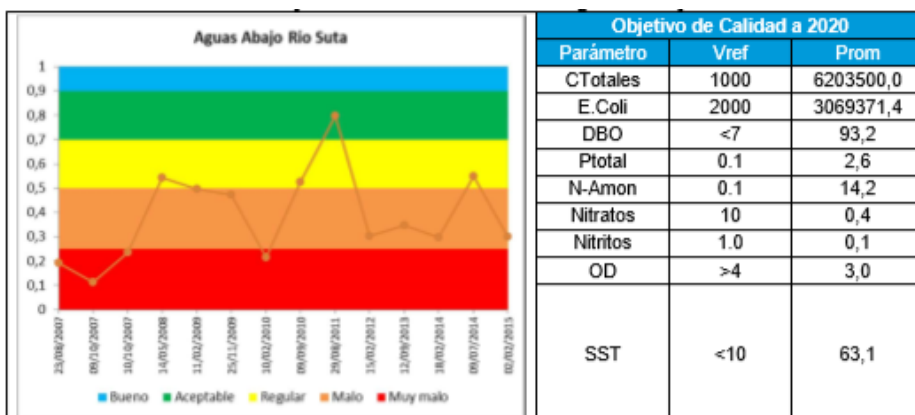


Tabla Nro. 11. “Aguas Abajo río Suta” Tomado de Huitaca (2018)

6.2.1.3 Puntos Calidad Regular

6.2.1.3.1 río Lenguazaque

La estación río Lenguazaque presenta un comportamiento irregular, aunque actualmente la calidad del agua es Regular. Según el POMCA (2018), los valores de oxígeno disuelto, coliformes totales y E. coli, influyen directamente en el índice, basado posiblemente en las cargas contaminantes con altos índices de materia orgánica. Los nitratos y nitritos cumplen con los objetivos de calidad propuestos, pero se incumple en los demás parámetros. (Tabla Nro. 12.)

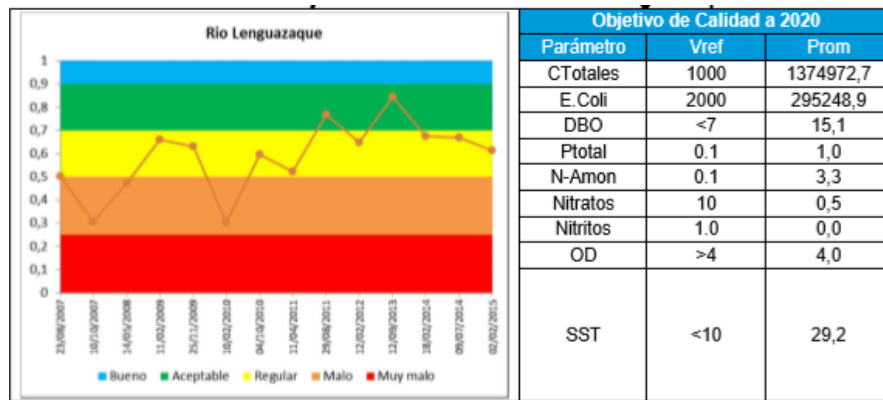


Tabla Nro. 12. “Aguas Abajo río Lenguazaque” Tomado de Huitaca (2018)

6.2.2 Subcuenca río Bajo Ubaté-Fúquene

En esta subcuenca, donde se encuentra inmersa la laguna de Fúquene, presenta una tendencia de Calidad de Regular a Mala. Se ve una tendencia de continuidad en la carga contaminante de los puntos, sin observarse ningún cambio en las tendencias de carga contaminantes

6.2.2.1 Puntos Calidad Regular

6.2.2.1.1 Estación Puente Colorado

La estación Puente Colorado, presenta fluctuaciones de calidad entre malo y regular. Según el POMCA (2018), este índice está influenciado por contaminación por materia orgánica, dadas las

concentraciones de coliformes y E. coli, además de presencia de Sólidos Suspendedos Totales son los que le dan tendencia al índice., aunque cumple con los nitratos y nitritos. (Tabla Nro. 13.)

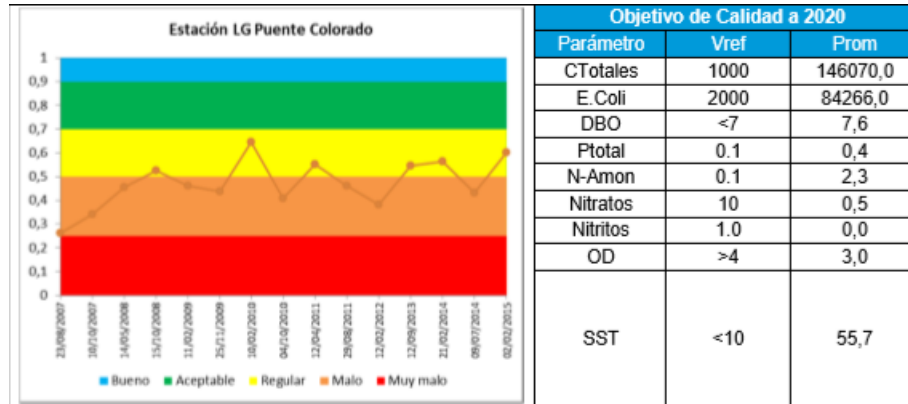


Tabla Nro. 13. “Puente colorado” Tomado de Huitaca (2018)

6.2.2.2 Puntos Calidad Mala

6.2.2.2.1 Exclusa el Cubio

La calidad en este punto, se evidencia como mala desde el año 2007-2015. El índice se ve referenciado por la concentración de Sólidos Suspendedos Totales, Coliformes Fecales y Nitrógeno Amoniacal. Según el POMCA (2018), este comportamiento se ve originado por la descarga orgánica de actividades domésticas (Coliformes) y Fertilización del suelo (Nitrógeno Amoniacal). (Tabla Nro. 14.)

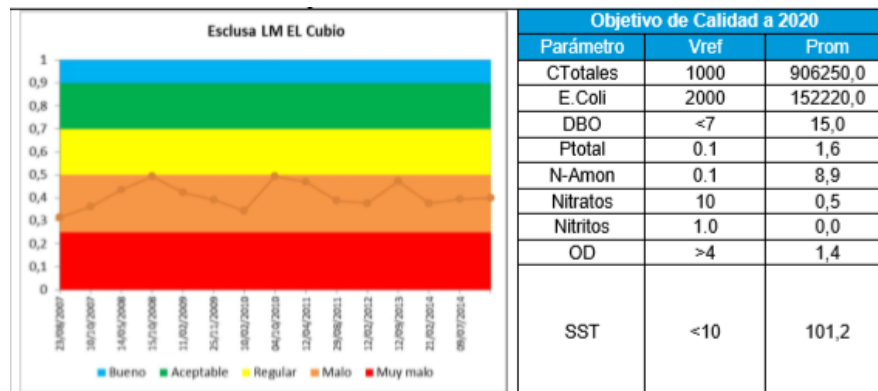


Tabla Nro. 14. “Estación el Cubio” Tomado de Huitaca (2018)

6.2.2.2.2 Río Ubaté Antes de la Laguna de Fúquene

Este era uno de los puntos más críticos de la cuenca, donde paso de calidad de agua “Muy mala” a Mala desde el año 2007. Según el POMCA (2018) no hay cumplimiento en Oxígeno Disuelto, Coliformes Totales y E. coli, Nitrógeno Amoniacal y Sólidos Suspendedos. Los únicos que presentan cumplimiento en los objetivos de calidad son los nitratos y nitritos. (Tabla Nro. 15.)

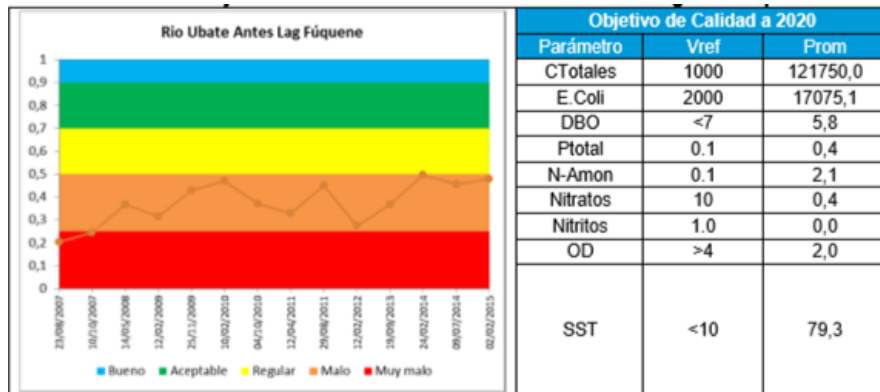


Tabla Nro. 15. “Río Ubaté antes de la laguna de Fúquene” Tomado de Huitaca (2018)

6.2.2.2.3 Río Ubaté, Aguas abajo de la laguna de Fúquene

Se observa en este punto la tendencia de calidad de agua Mala, al igual que la tendencia aguas arriba, observándose que no hay mejora en la calidad del agua después de pasar por la Laguna, no existe tratamiento ni depuración del recurso. Se observa que la mejor tendencia se dio en el año 2009-2010, cuando la calidad fue de tipo regular y se observa de igual forma que el único parámetro que se cumple son los Nitratos y Nitritos. (Tabla Nro. 16)

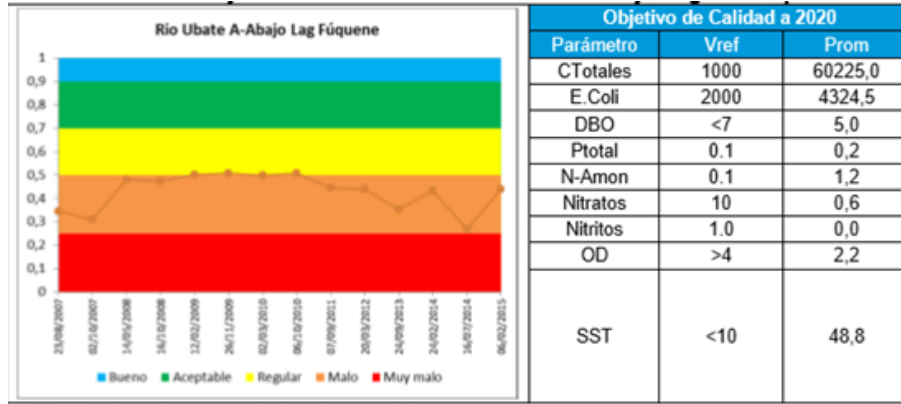


Tabla Nro. 16 “Río Ubaté después de la laguna de Fúquene” Tomado de Huitaca (2018)

6.2.2.2.4. Río Susa

En este punto de la cuenca, la calidad de agua se clasifica como Mala, aunque este punto presenta un comportamiento variable el cual oscila entre malo- regular, no obstante en el 2014, presenta una calidad aceptable. Por último se evidencia que los objetivos de calidad se mantienen para los nitratos y nitritos. (Tabla Nro. 17)

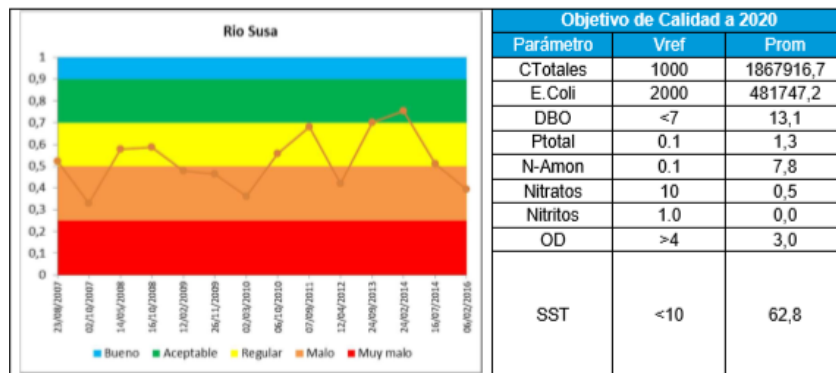


Tabla Nro. 17. “Río Susa” Tomado de Huitaca (2018)

6.2.3 Subcuenca río Alto Suarez

Esta parte de la cuenca presenta la mayor variabilidad en la tendencia de los datos, mostrando puntos aceptables, regulares, malos y el único punto muy malo de toda la cuenca. Se incumple en la mayoría de puntos en Coliformes fecales y en nitrógeno amoniacal. Muchos de los puntos con calidad mala, se concentran cercanos a los centros urbanos (por ejemplo Chiquinquirá, Simijaca y Saboyá).

6.2.3.1 Puntos Calidad Regular

6.2.3.1.1 Estación LG San Miguel

La estación presenta un nivel aceptable en lo referente al índice. En los años 2018-2010 se clasificó como aceptable. En el año 2011 como mala y en el año 2015 como regular. Se observa que en el parámetro coliformes totales se incumple en este punto en el análisis temporal. (Tabla Nro. 18.)

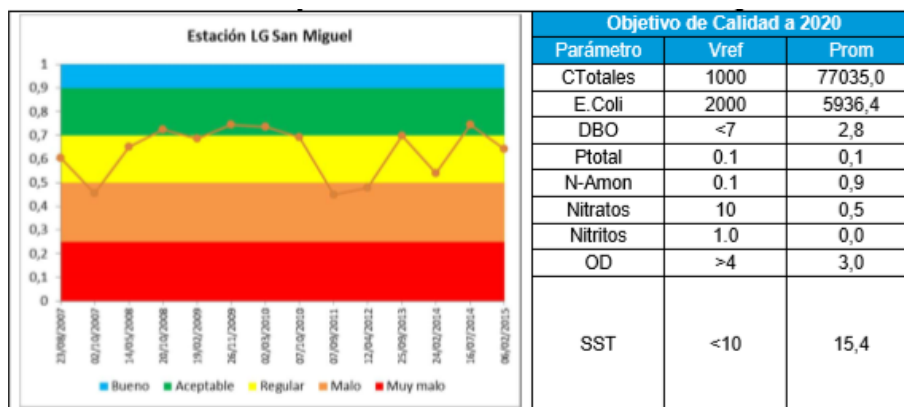


Tabla Nro. 18 “Estación San Miguel” Tomado de Huitaca (2018)

6.2.3.1.2 Río Suarez, Aguas abajo río Simijaca

El punto río Suarez aguas abajo, presentan dos periodos comprendidos entre 2008-2010 y 2013-2015 donde su clasificación es aceptable a excepción del periodo 2010-2012 donde su calidad era mala. Nuevamente en este punto se observa que no se cumple con los objetivos de calidad de Coliformes y E. coli. (Tabla Nro. 19.)

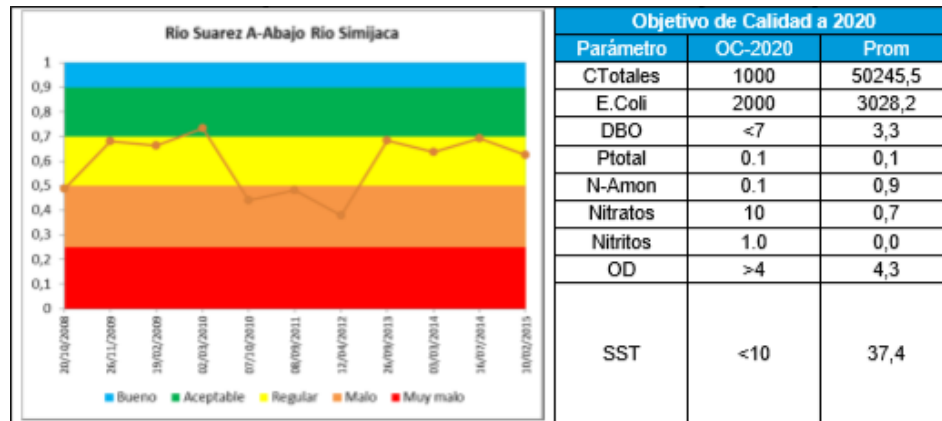


Tabla Nro. 19. “Río Suarez, aguas abajo río Simijaca” Tomado de Huitaca (2018)

6.2.3.1.3 .Quebrada el Charco

La Quebrada El Charco se ha clasificado como Regular en todo el periodo de estudio. Únicamente en el monitoreo realizado en el año 2009 la calidad del agua fue aceptable. Los objetivos de calidad cumplen para nitratos y nitritos en este punto. (Tabla Nro. 20.)

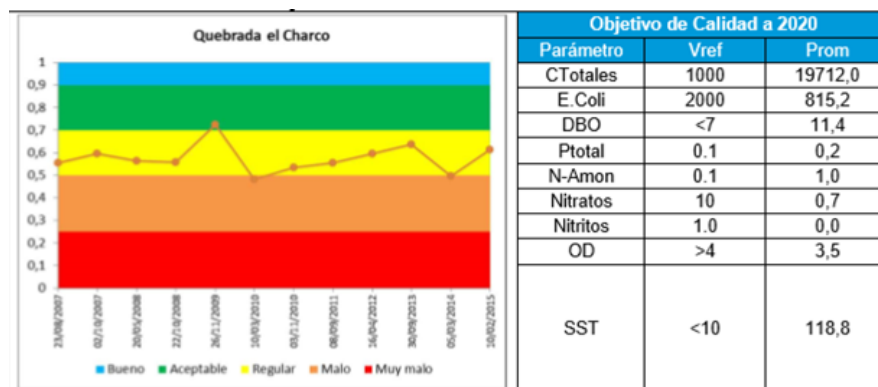


Tabla Nro.20. “Quebrada el Charco” Tomado de Huitaca (2018)

6.2.3.1.4 Rio Chiquinquirá

La calidad del agua del río Chiquinquirá presenta un comportamiento constante de calidad del agua Regular hasta el año 2015, aunque en los primeros años de análisis presentaba una calidad Mala. Los mayores aportes por promedio de concentración los generan los Coliformes Totales y E. coli, como en la mayoría de puntos de la cuenca. (Tabla Nro. 21.)

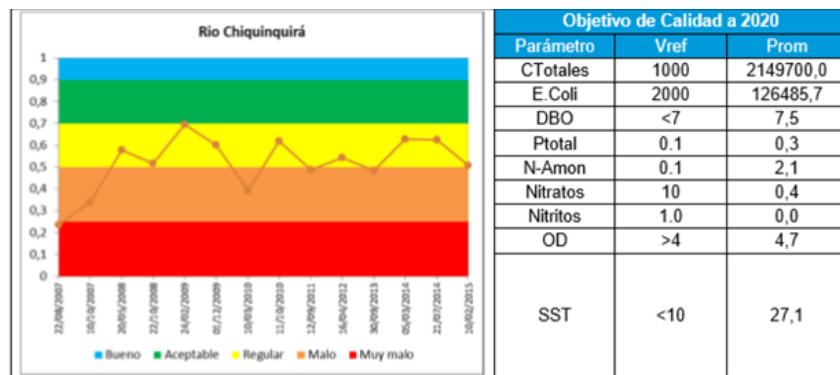


Tabla Nro. 21. “Rio Chiquinquirá” Tomado de Huitaca (2018)

6.2.3.1.5 LG La Balsa

La estación LG La Balsa se clasifica como Regular en el año 2015, aunque se evidencian dos periodos de mejora en el 2009 y 2013 y una clasificación mala del periodo 2010-2012. Con respecto a los valores ideales se observa que solo cumplen los nitratos y nitritos y que incumple en Coliformes totales y E. Coli., al igual que en la DBO. (Tabla Nro. 22.)

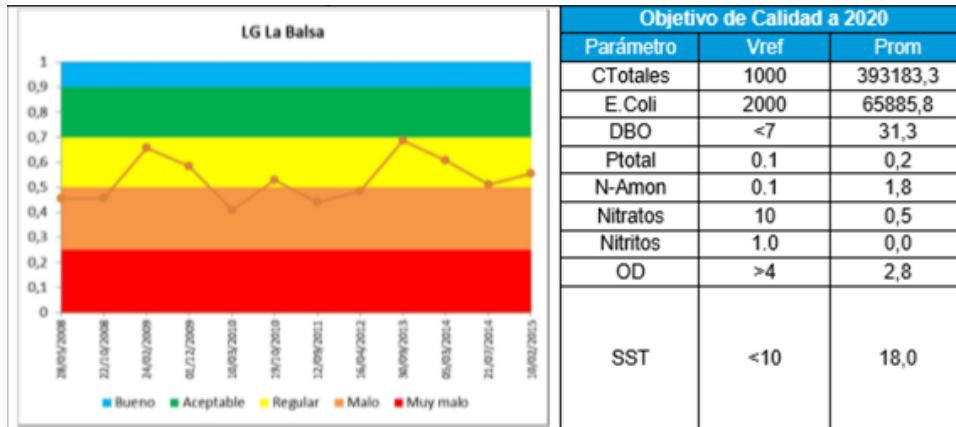


Tabla Nro. 22. “Estación La Balsa” Tomado de Huitaca (2018)

6.2.3.1.6 Paris-Madrón

La calidad del agua en la estación Paris Madrón aunque ha presentado variabilidad en el periodo, ha tenido una tendencia Regular, evidenciada en las concentraciones de Coliformes Totales y E. coli. Se evidencia presencia de nitratos, nitritos y nitrógeno amoniacal, que indican además presencia de fertilizantes que ocasionan eutrofización y por ende desfavorecen su calidad, conclusión posible debido a la tendencia de sobresaturación del punto en oxígeno disuelto. Los objetivos ideales de calidad cumplen para nitratos y nitritos, como en la mayoría de puntos de la cuenca de estudio. (Tabla Nro. 23.)

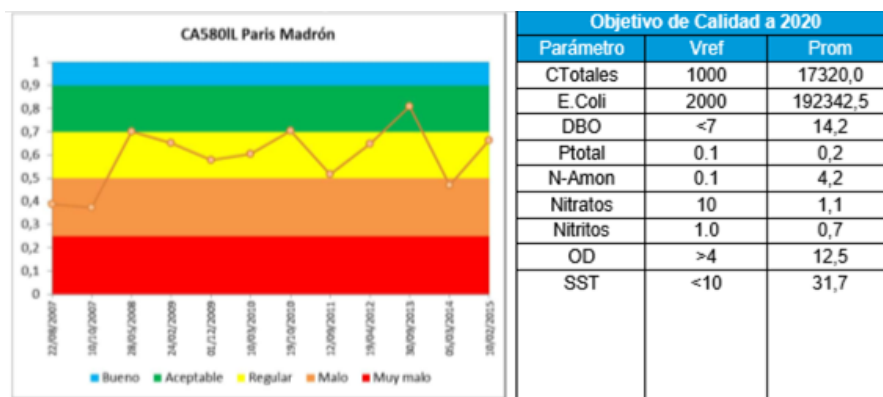


Tabla Nro. 23. “Estación La Balsa” Tomado de Huitaca (2018)

6.2.3.1.7 Quebrada Ruda

La calidad del agua en la estación aguas abajo de la Quebrada Ruda presenta un comportamiento variable. Se ven picos aceptables en los años 2008, 2010, 2012. Los promedios acumulados de la temporada analizada 2007-2015 muestran promedios altos de Coliformes Totales y E. coli, así como el fósforo y el nitrógeno amoniacal. (Tabla Nro. 24.)

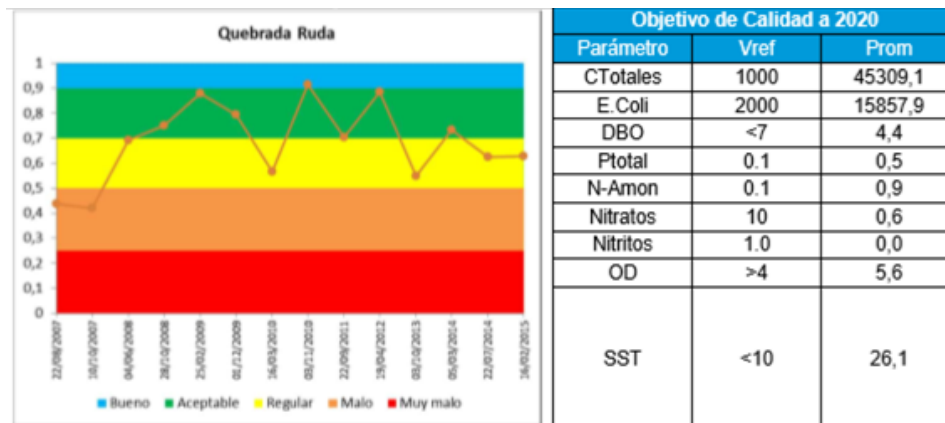


Tabla Nro. 24. “Estación Quebrada Ruda” Tomado de Huitaca (2018)

6.2.3.1.8 LG Garavito

La estación LG Garavito presenta una tendencia Regular en la Calidad reflejando una caída en la calidad del agua en el 2013 con resultado Malo. Nuevamente los coliformes y E. coli. no cumplen con los objetivos de calidad propuestos, a diferencia de los Nitratos y los Nitritos que se ajustan a los objetivos de calidad. (Tabla Nro. 25.)

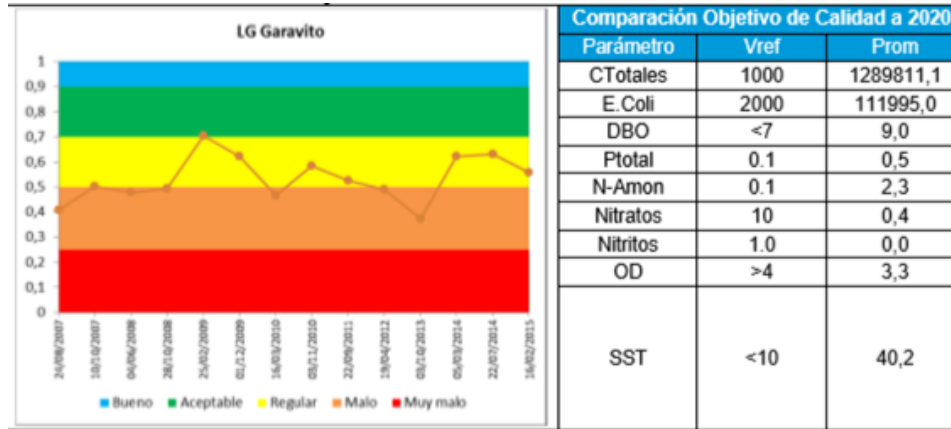


Tabla Nro. 25. “Estación Garavito” Tomado de Huitaca (2018)

6.2.3.2 Calidad Mala

6.2.3.2.1 Rio Simijaca

La estación río Simijacá se ha clasificado como Mala a excepción del segundo periodo del año 2010 y primer semestre de 2011 mantuvo una calidad regular. Se observa que los únicos parámetros que cumplen los objetivos de calidad son los nitratos y nitritos, mientras que los Coliformes y E coli se incumplen en los objetivos de calidad. (Tabla Nro. 26.)

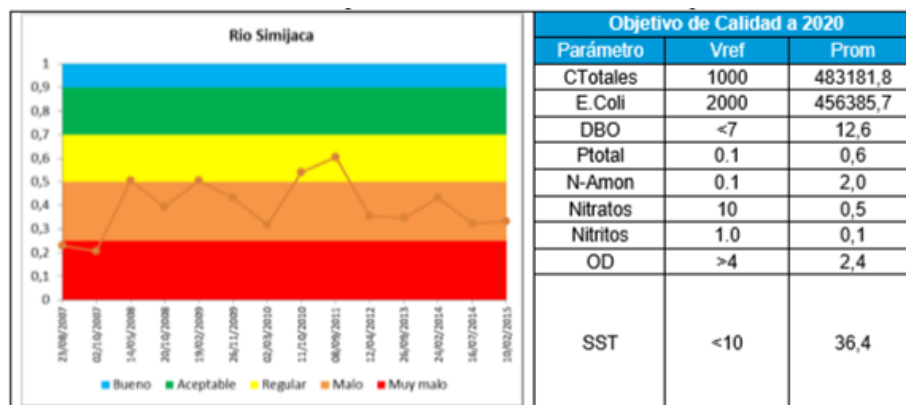


Tabla Nro. 26. “Estación río Simijaca” Tomado de Huitaca (2018)

6.2.3.2.2 Vallado Escorial

La estación Vallado Escorial se clasificó como regular a mala. En el año 2014 se ve el único punto como Aceptable y para el año 2015 tuvo una caída y por ende su clasificación fue Mala. EL promedio de Coliformes Totales y E. coli indica presencia de intervención de descargas domésticas, debido a su valor. Con respecto a los objetivos de calidad cumplen la DBO, Nitratos, Nitritos. Los demás parámetros superan los valores de referencia. (Tabla Nro. 27.)

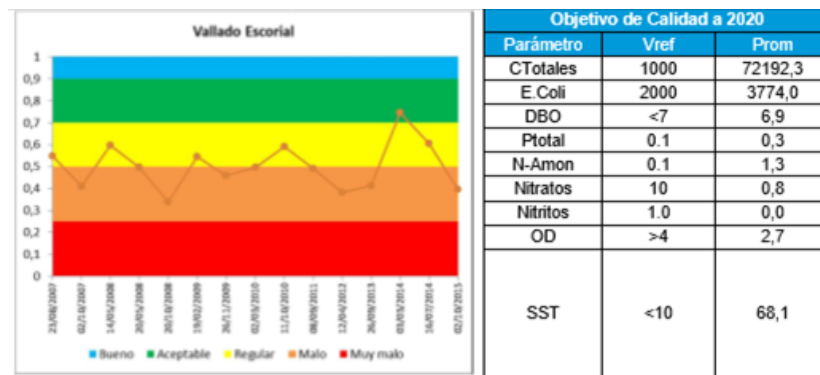


Tabla Nro. 27. “Estación Vallado Escorial” Tomado de Huitaca (2018)

6.2.3.2.3 Aguas Abajo Chiquinquirá

La estación aguas abajo Chiquinquirá se ha clasificado como Mala en prácticamente todas las campañas de medición, dada por las elevadas concentraciones de coliformes totales y E. coli e importante presencia de DBO. Con respecto a los valores ideales de los objetivos de calidad no cumplen sino los nitratos y nitritos. (Tabla Nro. 28.)

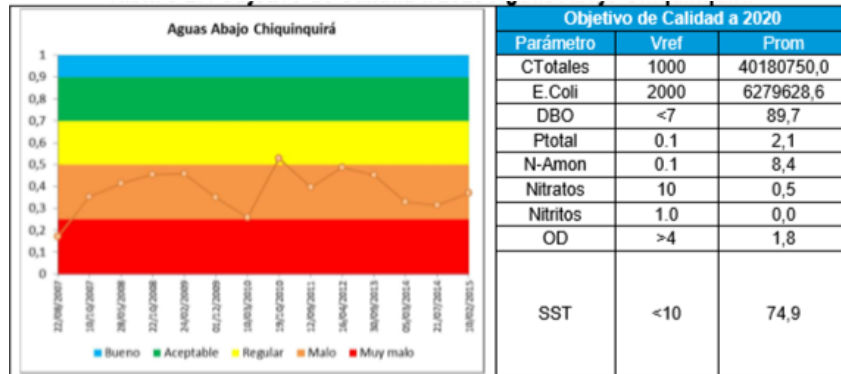


Tabla Nro. 28. “Aguas abajo Chiquinquirá” Tomado de Huitaca (2018)

6.2.3.2.4 Esclusa Merchán

La calidad del agua en esta estación es Mala, además concuerda con los bajos promedios de Oxígeno Disuelto. Solo los valores de nitratos y nitritos cumplen con los objetivos de calidad. Se evidencia de presencia de coliformes totales y E. coli por fuera del objetivo de calidad, los valores de DBO muestran presencia de materia orgánica. A su vez, se encuentran concentraciones de nitrógeno amoniacal y nitratos como consecuencia de las actividades agropecuarias. (Tabla Nro. 29.)

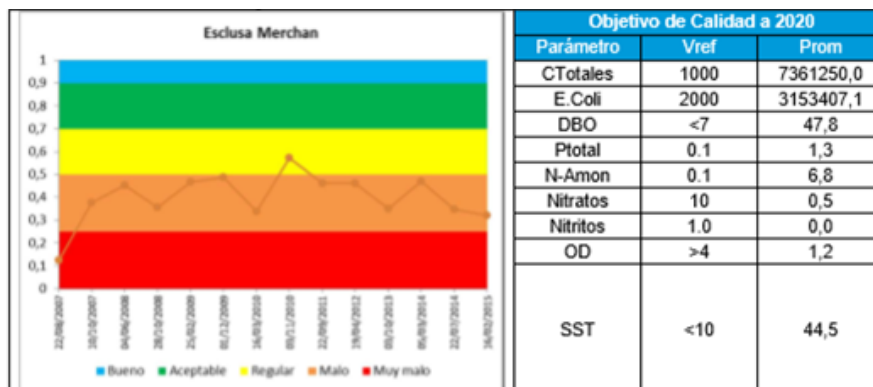


Tabla Nro. 29. “Exclusa Merchán” Tomado de Huitaca (2018)

6.2.3.2.5 Aguas Abajo Quebrada Ruda

La calidad del agua en la estación aguas abajo de la Quebrada Ruda presenta un comportamiento variable entre la misma categoría Mala, con algunos puntos regulares como en el año 2009 y 2010. Los promedios acumulados de la temporada analizada 2007-2015 muestran promedios altos de Coliformes Totales y E. coli, además de concentraciones de DBO fósforo y los nitratos. Los objetivos ideales de calidad solo se cumplen en las concentraciones de nitratos y nitritos, tendencia similar a lo encontrado a lo largo de la cuenca. (Tabla Nro. 30.)

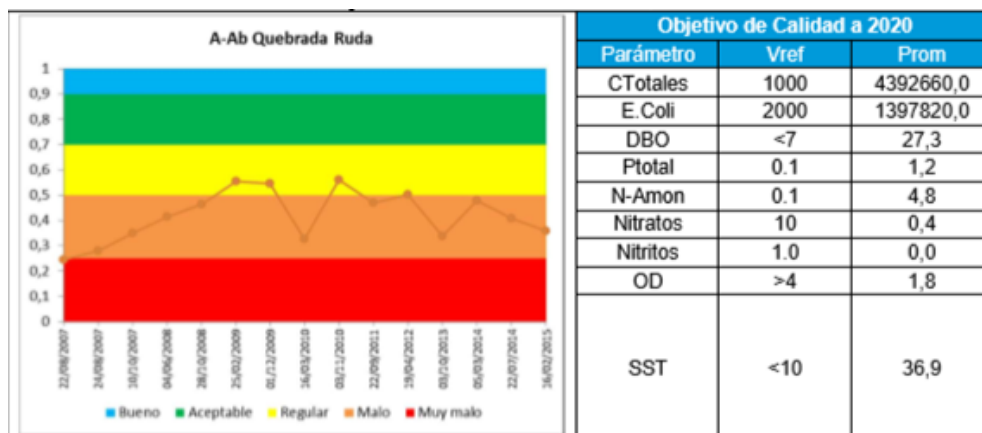


Tabla Nro. 30. “Quebrada Ruda” Tomado de Huitaca (2018)

6.2.3.3 Puntos Calidad Aceptable

6.2.3.3.1 Vallado Grande

Este punto presenta una alta variabilidad en el ICA pasando de calidad Regular a Aceptable. Los puntos donde se ven mejor el índice son de los años 2009, 2013 y 2014. Según el POMCA (2018), el índice se ve afectado por el aumento de Concentraciones de Coliformes, y cumplen para las Variables de Nitratos y Nitritos (Tabla Nro. 31)

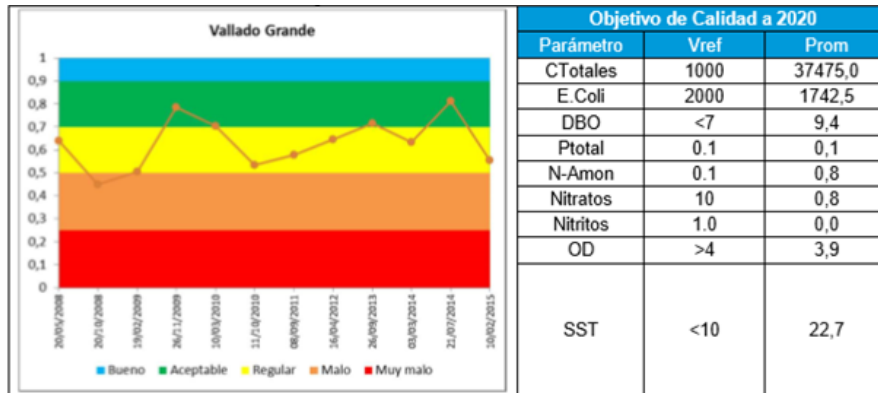


Tabla Nro. 31. “Vallado Grande” Tomado de Huitaca (2018)

6.2.3.3.2 Esclusa Tolón

En este punto, se observa un punto de mejora considerable a partir de año 2013 y continua con una tendencia de calidad Aceptable. No obstante, no cumplen en las variables de Coliformes, Oxígeno Disuelto, Solidos Suspendidos y Nitrógeno Amoniacal. (Tabla Nro. 32)

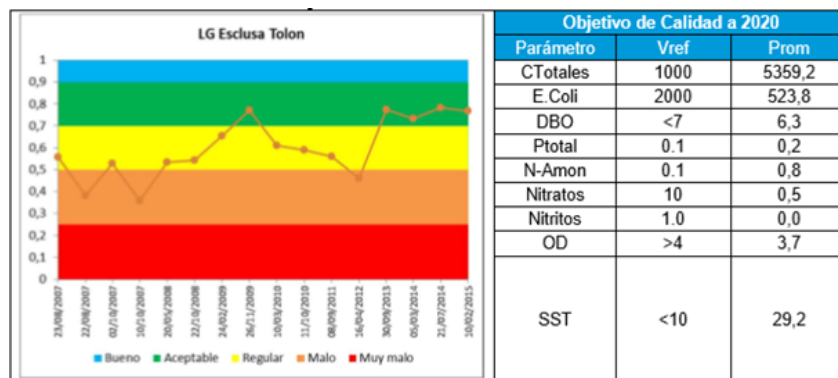


Tabla Nro. 32. “Esclusa Tolón” Tomado de Huitaca (2018)

6.2.3.3.3 Quebrada Puente Tierra

Este punto presenta una tendencia de calidad Aceptable, aunque en el año 2010, hubo una desmejora en calidad. Entre los años 2014-2015, la tendencia de calidad es de Aceptable a Buena, aunque no cumplen en las variables de Coliformes, E-coli y Nitrógeno Amoniacal. (Tabla Nro. 33)

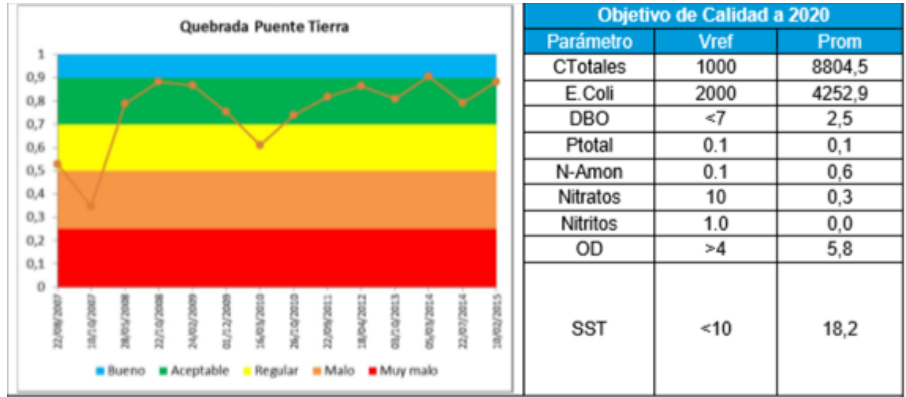


Tabla Nro. 33. “Quebrada Puente Tierra” Tomado de Huitaca (2018)

6.2.3.3.4 Quebrada la Jabonera

Se observa que desde el año 2008, se ve una tendencia de mejora de la calidad en el índice, no obstante, no se cumple los parámetros de calidad, a razón de la presencia de Coliformes Totales y E. Coli. (Tabla Nro. 34)

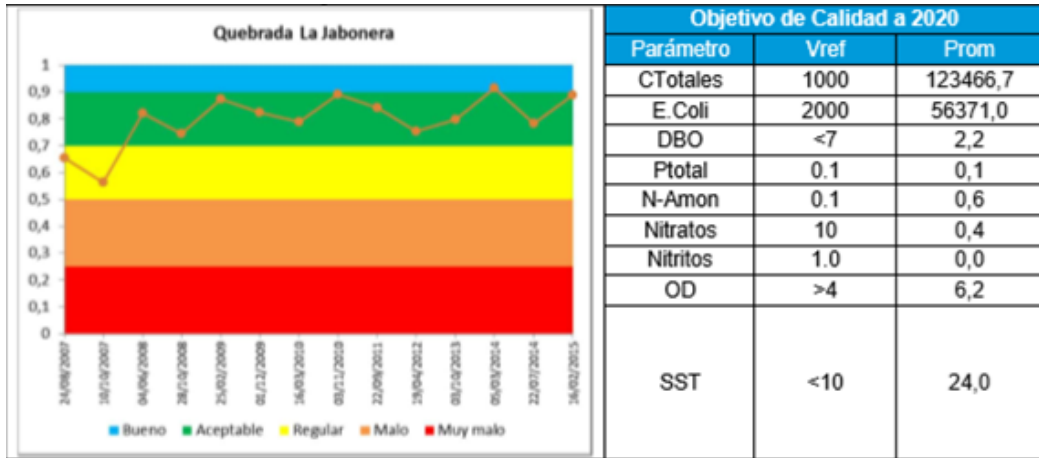


Tabla Nro. 34. “Quebrada la Jabonera” Tomado de Huitaca (2018)

6.2.3.4 Calidad Muy Mala

6.2.3.4.1 Aguas Abajo Quebrada Puente Tierra

En la estación aguas abajo de la Quebrada Puente Tierra se observan promedios elevados de Coliformes Totales. Hasta el año 2015, último periodo analizado la calidad del agua se clasificó como Muy Mala. Con respecto a los objetivos de calidad ideales propuestos por la CAR solo cumplen los nitratos y nitritos, tendencia similar a lo largo de la cuenca. (Tabla Nro. 35)

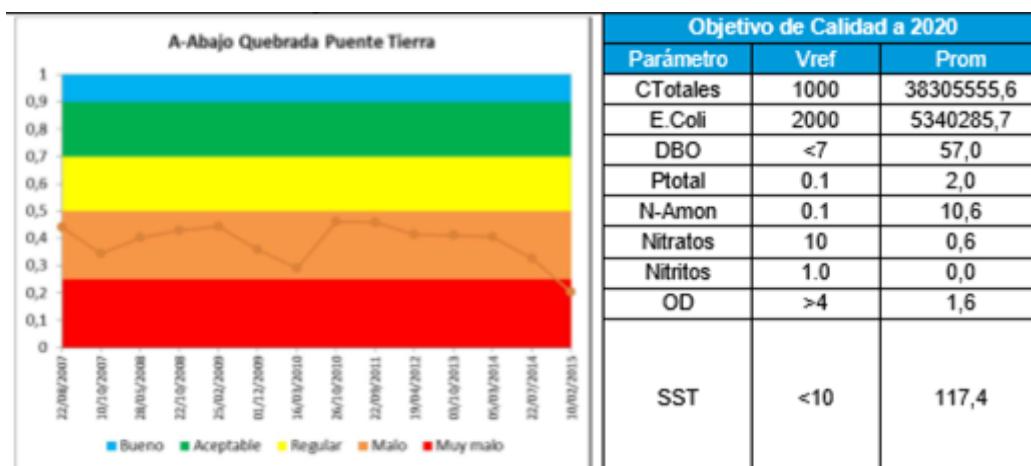


Tabla Nro. 35. “Aguas Abajo Puente Tierra” Tomado de Huitaca (2018)

6.3 Análisis de datos. Plan de muestreo laguna de Fúquene

Para el sector de la laguna de Fúquene, se tomaron los 7 puntos citados en el Anexo Nro. 1. Se realizó la depuración de los datos crudos proporcionados por la CAR desde el año 2006 y se sigue la misma metodología de análisis (rangos y cálculos) del POMCA (Consortio Huitaca, 2018). Esta técnica fue usada en los análisis del Río Alto Suarez, donde se depuraron los datos de Oxígeno Disuelto, Demanda Química de Oxígeno, Conductividad, Sólidos Suspendidos, Fosforo Total, Nitrógeno Total, pH y Coliformes totales. La mayoría de estos puntos son de tendencia “Mala” en el cálculo de los ICAs. En la siguiente tabla se ilustra la siguiente afirmación (Tabla Nro. 36)

| # | Nombre Pertenece a Subcuenca río Bajo Ubaté | INDICADOR CALIDAD DE ALERTA |
|----|---|-----------------------------|
| 67 | Laguna de Fúquene, en el sector del embarcadero | MALA |
| 68 | Laguna de Fúquene, cerca de la desembocadura del río Suarez | MALA |
| 69 | Laguna de Fúquene, en el centro de la Laguna | MALA |
| 70 | Laguna de Fúquene, en la desembocadura del río Ubaté | MALA |
| 71 | Laguna de Fúquene, en la desembocadura de la Quebrada Tagua | MALA |
| 72 | Laguna de Fúquene, en la desembocadura de la Quebrada Monroy | MALA |
| 73 | Canal Perimetral, Laguna de Fúquene, costado derecho cerca al Embarcadero | MALA |

Tabla Nro. 36. Análisis ICAs Laguna de Fúquene

Para el sector del embarcadero, aunque no se tienen todos los datos de estudio, se observa una tendencia al decrecimiento de la calidad, mostrando una calidad mala en el punto de muestreo. Los mejores puntos se muestran en los años 2006, 2010, 2011 y a partir de año 2012 se ve la desmejora en la calidad. También se observa que en este punto solo se cumplen los objetivos de calidad de los nitratos y los nitritos (Tabla Nro. 37)

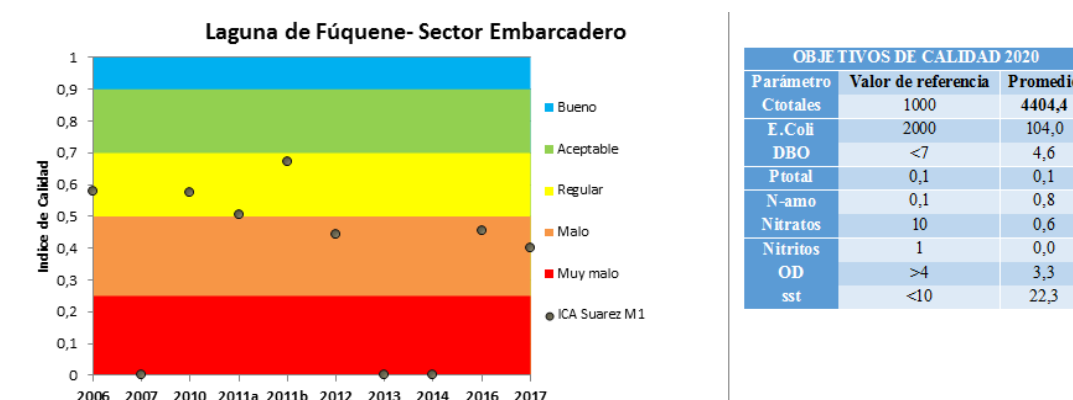


Tabla Nro. 37. Laguna de Fúquene, sector embarcadero (Elaborado por el autor)

Para el sector del río Suarez, de igual forma se ve una tendencia de decrecimiento de la calidad del recurso hídrico y se mantiene en una tendencia de calidad Mala desde el año 2012. Se observa solo un punto de mejora de calidad regular en el 2010. De igual forma la única variable que cumple son los nitratos y nitritos (Tabla Nro. 38)

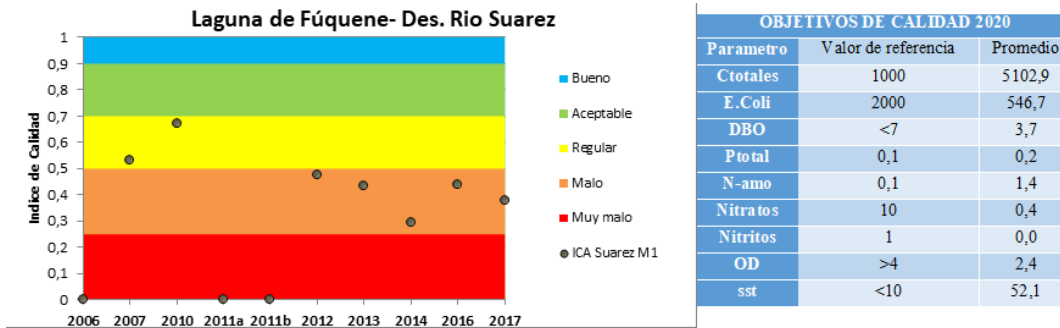


Tabla Nro. 38. Laguna de Fúquene, sector río Suarez (Elaborado por el autor)

En el punto del centro de la Laguna, solo presentan tres puntos de monitoreo, no obstante se ve una desmejora del recurso desde el 2010 al 2017, pasando de calidad regular a mala. En referencia a los objetivos de calidad, cumple para Nitratos, Nitritos y Solidos Suspendidos (Tabla Nro. 39).

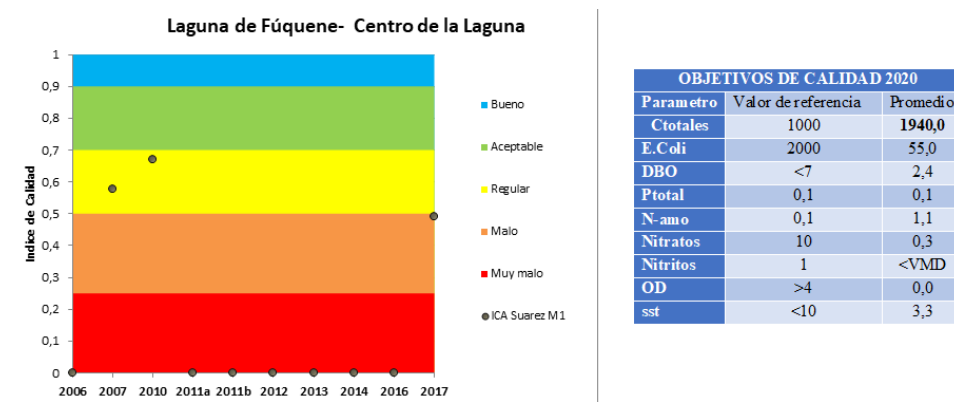


Tabla Nro. 39. Laguna de Fúquene, centro de la Laguna (Elaborado por el autor)

En el punto del río Ubaté las tendencias fluctúan de calidad regular a mala, solo viendo dos puntos de mejora en el año 2010 y 2016, los otros puntos presentan una tendencia mala a lo largo de los análisis, presentando un decrecimiento del recurso en la actualidad. Con referencia a los objetivos de calidad, se observa cumplimiento en DBO, Nitratos y Nitritos. (Tabla Nro. 40)

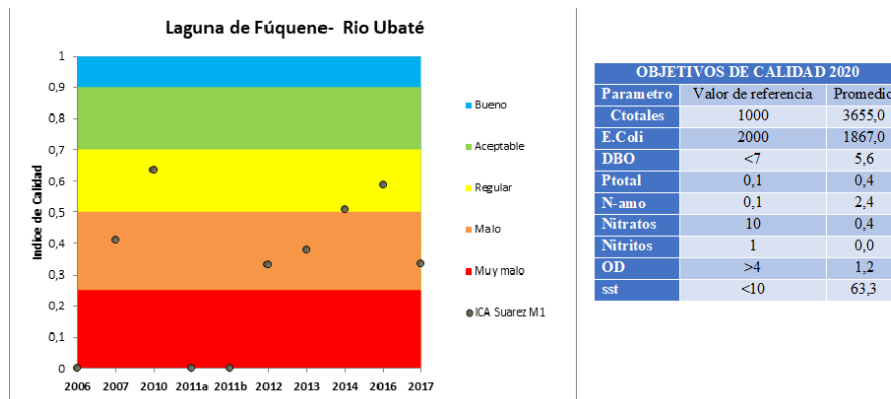


Tabla Nro. 40. Laguna de Fúquene, río Ubaté (Elaborado por el autor)

En el punto de la laguna de Fúquene en la estación Tagua, solo se observan tres muestreos, los cuales se observa una tendencia de desmejoramiento de la calidad del recurso. En el año 2010, presenta una tendencia regular y en el año 2016 y 2017, pasa a calidad mala, con tendencia al desmejoramiento. En los objetivos de calidad cumple en nitratos, nitritos, DBO y solidos disueltos. (Tabla Nro. 41)

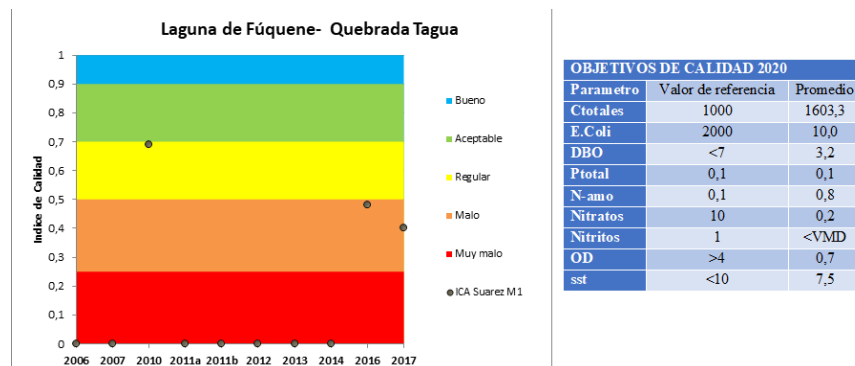


Tabla Nro. 41. Laguna de Fúquene, estación Tagua (Elaborado por el autor)

En la laguna de Fúquene, punto Monroy, se observa la misma tendencia de decrecimiento en la calidad del recurso. En el año 2007-2010 la tendencia va de regular a aceptable y desde el año 2016 y 2017 la tendencia es mala. Con referencia a los objetivos de calidad, cumple en Nitratos, Nitritos y DBO. (Tabla Nro. 42).

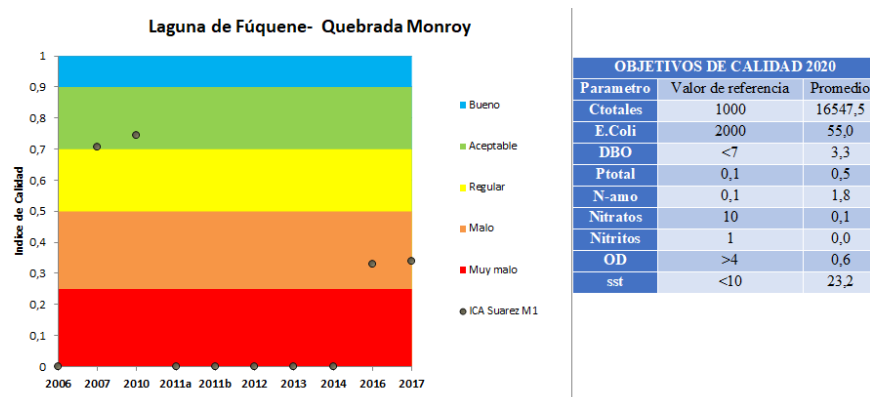


Tabla Nro. 42. Laguna de Fúquene, Estación Monroy (Elaborado por el autor)

Por último, en el punto “laguna de Fúquene, canal perimetral, se observa que tiene una tendencia de calidad “Mala” a lo largo del periodo de evaluación, solo mostrando una leve mejora en los años 2006, 2012 y 2016. Con referencia a los objetivos de calidad solo cumple DBO, Nitratos y Nitritos. (Tabla Nro. 43)

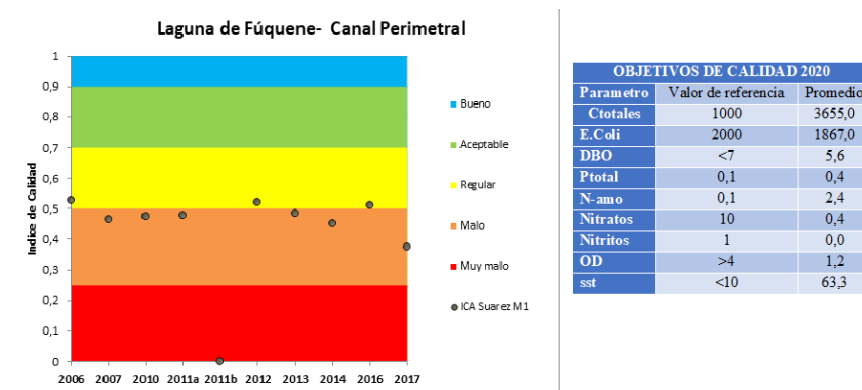


Tabla Nro. 43. Laguna de Fúquene, Canal Perimetral Embarcadero (Elaborado por el autor)

6.4 Planes, Proyectos y Obras Realizadas

Basado en la problemática ambiental de la laguna de Fúquene en las últimas décadas, el estado Colombiano y las autoridades ambientales han planeado diversas estrategias para la recuperación de la laguna de Fúquene, las cuales se ilustran a continuación.

6.4.1 CONPES 3451:2006

Debido a la problemática existente en la laguna de Fúquene desde hace más de 50 años, el Estado Colombiano somete a consideración del Consejo Nacional de Política Económica y Social CONPES⁷, un conjunto de medidas orientadas a recuperar y conservar el ecosistema lagunar de Fúquene, Cucunubá y Palacio. En general las directrices que presenta este documento tienen como propósito: 1) asegurar la oferta y demanda de bienes y servicios ambientales del ecosistema, 2) optimizar la función de regulación hídrica del sistema lagunar, y 3) mitigar los riesgos por inundación o sequía. (Departamento Nacional de Planeación, 2006)

En respuesta a una planeación estratégica para generar eficiencia y transparencia en procesos de gestión y administración de los recursos naturales, la CAR ha propuesto una serie de proyectos que buscan recuperar el ecosistema lagunar de Fúquene, Cucunubá y Palacio de manera sostenible.

6.4.1.1 Planes estratégicos

Se han identificado 7 estrategias o líneas de acción sobre las cuales se desarrollarán los proyectos de acuerdo a las competencias respectivas de cada una de las entidades involucradas

⁷ El Consejo Nacional de Política Económica y Social — CONPES — creado por la Ley 19 de 1958, es la máxima autoridad nacional de planeación y se desempeña como organismo asesor del Gobierno en todos los aspectos relacionados con el desarrollo económico y social del país. Coordina y orienta a los organismos encargados de la dirección económica y social en el Gobierno, a través del estudio y aprobación de documentos sobre el desarrollo de políticas generales. Presenta políticas estratégicas, programas y proyectos, así como los planes financieros, de inversión, contratos y créditos. (Departamento Nacional de Planeación, 2018)

del orden nacional, departamental y municipal. Estas entidades buscarán a corto, mediano y largo plazo solucionar la problemática descrita en los siguientes aspectos; 1. Atención de emergencias por eventos de inundación y sequía, 2. Ordenamiento de la Cuenca de Ubaté y Suárez, 3. Mejoramiento de la Capacidad Regulación Hídrica, 4. Operación y Mantenimiento del Distrito de Riego y Drenaje, 5. Agua Potable y Saneamiento Básico, 6. Recuperación y Protección de Áreas Degradadas y 7. Fortalecimiento Institucional, Participación Ciudadana, Educación Ambiental, Ecoturismo e Investigación Científica. Teniendo en cuenta el principio de sostenibilidad financiera, el cual resalta la importancia de la gradualidad en las inversiones para el desarrollo de las estrategias arriba propuestas, se prevé la ejecución de un plan de acción en tres etapas, años 2007-2010, 2011-2014 y 2015-2019. A continuación, se muestra la tabla donde se evidencian los objetivos generales del plan. Algunos no aplican directamente a la Laguna y se basan en una gestión indirecta sobre la misma. Muchos de los proyectos del COMPES se basan en estudios, mapeaje y delimitación. Para este estudio se toman solamente las gestiones y las incidencias directas sobre el recurso físicoquímico “Laguna de Fúquene”, propuestas en el CONPES, los cuales se citan a continuación. (Tabla Nro. 44)

| OBJETIVOS GENERALES LAGUNA DE FÚQUENE | Tiempo de ejecución (Fechas) | | Tiempo de ejecución (Rectificado) | |
|--|---|---------------------|--|---------------------|
| | inicio | finalización | inicio | finalización |
| Objetivo 2: Ordenar y reglamentar de la Cuenca Ubaté Suárez. | 2006 | 2010 | 2006 | 2017-2018 |
| Objetivo 3: Mejorar la capacidad de regulación hídrica. | 2006 | 2019 | 2006 | En ejecución |
| Objetivo 4: Mejorar, operar y mantener el distrito de riego Fúquene - Cucunubá. | 2007 | 2019 | 2006 | En ejecución |
| Objetivo 5: Ampliar la cobertura de agua potable y saneamiento básico. | 2007 | 2019 | 2006 | En ejecución |
| Objetivo 6: Recuperar y proteger áreas degradadas. | 2011 | 2014 | 2006 | En ejecución |

Tabla Nro. 44. Proyectos para ejecución laguna de Fúquene (Elaborado por el autor)

6.4.1.1 Acciones ejecutadas y directamente influenciadas para la laguna de Fúquene

Los objetivos de ejecución directa de la laguna se centran en la ordenación de la cuenca, el mejoramiento de la capacidad de regulación hídrica, el mantenimiento del distrito de riego, el agua potable y el saneamiento básico y la recuperación y protección de las áreas degradadas. La mayoría de planes los comparte la autoridad ambiental (CAR Cundinamarca) y las alcaldías de la jurisdicción. No obstante, la autoridad ambiental presenta la mayoría de planes a cargo, así como su coordinación. Muchos de estos proyectos se ejecutaron mucho después de lo acordado e incluso algunos se encuentran en ejecución. La CAR de Cundinamarca, como entidad de carácter ambiental y ente de seguimiento y control, posee la mayoría de actividades para la cuenca Ubaté-Suarez. Cada una de las actividades fue dividida por dependencia⁸, con el fin de incluirlas en su plan de acción por procesos. Basado en los radicados expuestos en el anexo Nro. 2. se solicitó la información pertinente, la cual se resume a continuación

6.4.1.2.1 DCASC (DIRECCIÓN DE CULTURA AMBIENTAL Y SERVICIO AL CIUDADANO)

En la dirección de Cultura Ambiental y Servicio al ciudadano, se ejecutaron 2 acciones: **labranza mínima y siembra directa para la conservación de suelos**; La primera acción consiste en proyectos piloto que han beneficiado a aproximadamente 230 personas. La segunda acción se basa en 6 proyectos, los cuales desde diferentes ópticas, le apuntan a la concientización de la comunidad para la gestión y conservación ambiental. Muchos de los proyectos se encuentran activos desde los años 90s, trabajando con las comunidades en técnicas alternativas y

⁸ Bajo la autoridad ambiental, esta ejecución se divide en varias dependencias; Dirección de Cultura Ambiental y Servicio al Ciudadano (DCASC), Dirección de Evaluación y Seguimiento Ambiental (DESCA), Dirección de Gestión y Ordenamiento Ambiental y Territorial (DGOAT), Dirección de Infraestructura Ambiental (DIA) y Dirección de Recursos Naturales (DRN).

educación ambiental. Según la Autoridad Ambiental (Car Cundinamarca, 2018) , estas actividades son descritas en el Anexo Nro. 3.

6.4.1.2.2 DESCA (DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN, SEGUIMIENTO Y CONTROL AMBIENTAL)

La dirección de evaluación, seguimiento y control ambiental ha realizado tres acciones relacionadas a la cuenca Ubaté- Suarez: **Planificación de la actividad minera, asesoría de PGIRS en 17 Municipios y control de las industrias lácteas.** Según el POMCA (Consortio Huitaca, 2018), la actividad de minería de carbón y materiales de construcción, sumado a las industrias lecheras y residuos domésticos, son los impactos más importantes sobre el recurso hídrico, por lo cual según esta dependencia se debe realizar seguimiento y control de los mismos. Cabe aclarar que bajo los términos sancionatorios de control de minería y de las industrias lecheras, las empresas y/o personas naturales que están en procesos legales en curso, así como las empresas que están en proceso de legalización no son citadas en este documento bajo el derecho de las mismas a *Habeas Data* y el derecho a la honra y buen nombre (Ley 1581 de 2012, Artículo 15 Constitución Política). Estas actividades son descritas en el Anexo Nro. 4, basado en la información proporcionada por la autoridad ambiental (CAR Cundinamarca , 2018).

6.4.1.2.3 DGOAT (DIRECCIÓN DE GESTIÓN Y ORDENAMIENTO AMBIENTAL Y TERRITORIAL)

Bajo la dirección de Gestión y Ordenamiento Ambiental y Territorial, se realizan diversas acciones asociadas al CONPES, las cuales son: La **implementación del POMCA Ubaté-Suarez, Ajustes al POT basados en el POMCA, Reglamentar 11 cuencas de tercer orden, elaboración de plan de manejo Fúquene- Cucunubá- Palacio, programas de reforestación,**

compra de predios, plan de ecoturismo. Las actividades son expuestas en el Anexo Nro. 5 basado en la información brindada por la autoridad ambiental (Car Cundinamarca, 2018)

6.4.1.2.4 DRN (DIRECCIÓN DE RECURSOS NATURALES)

Basado en las actividades de la dirección sobre la cuenca Ubaté-Suarez, la Dirección de Recursos Naturales trabaja sobre varias acciones encaminadas a la **declaratoria de las zonas de protección de las rondas hidráulicas de las lagunas de Fúquene, Cucunubá y Palacio, la ejecución del plan de monitoreo de la Cuenca y la Investigación Científica.** Basado en la información suministrada por la Car de Cundinamarca (2018), se realizaron diversas actividades, las cuales se encuentran en el Anexo Nro. 6. Cabe aclarar que a partir de los monitoreos que realiza la CAR de Cundinamarca, los datos fueron los utilizados para el análisis Fisicoquímico expuesto en este documento. Se menciona que la investigación científica iniciaría en el año 2007. No obstante este plan no se realizó hasta el año 2016.

6.4.1.2.5 DIA (DIRECCIÓN DE INTRAESTRUCTURA AMBIENTAL)

Esta dirección es la que ha ejecutado más actividades sobre la laguna de forma directa. Con un total de 17 acciones (2016-2017), **ha realizado adecuaciones hidráulicas del canal perimetral, construcción de jarillones y compuertas, operación de embalses, adecuación hidráulica de la Laguna, el dragado, el control de malezas acuáticas, la operación del distrito de riego y la construcción de PTARS de los 14 municipios.** Basados en la información brindada por la CAR de Cundinamarca (2018), se realizan diversas actividades, las cuales son explicadas en el Anexo Nro. 7, sumados a los esfuerzos en la última administración con el proyecto “Fúquene Todos de Corazón”, ilustrado en el Anexo 8.

7. Discusión de resultados

Para la discusión de resultados, se realiza una revisión inicial de posibles sesgos que pueden afectar el análisis de los resultados. Luego se realiza un análisis independiente de cada una de las variables (Análisis Fisicoquímico- Análisis de Proyectos de gestión) para finalmente realizar un análisis de ambas variables en conjunto. Por último, se realiza la propuesta de los lineamientos de gestión, con el propósito de dar mejora a la gestión del recurso hídrico en la cuenca.

Es importante mencionar las ventajas y desventajas del uso de los ICAS al momento de realizar análisis de calidad. Como se mencionaba en el Marco Teórico y según Torres, Cruz y Patiño (2009), estos índices “generalizan” las variables, no evalúan todos los riesgos presentes en la cuenca y representan una desventaja al momento de evaluar información detallada sobre algún contaminante en específico. Lo anterior podría indicar impactos de sectores productivos, aumento poblacional y/o algún tipo de contaminación específica de la cuenca. No obstante los índices ICA permiten mostrar la variación espacial, son concisos y de fácil interpretación, visualizan tendencias y ayudan en la definición de prioridades para la gestión. Adicionalmente, los análisis ICA han sido usados ampliamente en estudios a nivel nacional (Viceministerio de Ambiente. Ministerio de Ambiente, 2010). A pesar de algunas desventajas presentes en el uso de los ICAs, el realizar estudios de este tipo permite usar un índice comparable a otras cuencas y/o estudios a nivel nacional. Por este motivo, las discusiones de este trabajo se centran en el análisis de los ICAS y en un análisis complementario sobre las variables de forma individual, lo cual permiten un análisis más detallado de las condiciones de la cuenca de manera complementaria.

7.1 Precipitaciones

Con el fin de eliminar cualquier tipo de sesgos al momento de realizar los análisis de las tendencias de los datos fisicoquímicos, se realizaron los análisis de las tendencias en lluvias de la jurisdicción de las estaciones meteorológicas sobre la cuenca. Es evidenciable en la cuenca la mejora de la calidad fisicoquímica a razón del aumento de la precipitación en algunos años. Severiche, Barreto y Acevedo (2013) explican que en las épocas de lluvias, la calidad del agua mejora en un punto determinado. Por este motivo, se evalúan las tres subcuencas citadas en este documento con el fin de evaluar las tendencias de mejora, a razón del aumento de las precipitaciones.

En la estación meteorológica de la CAR, que se encuentra sobre los puntos de la Subcuenca del Río Bajo Ubaté río se evidenció en los años 2009 y 2010 un aumento de la precipitación del 150% comparado con el año 2008. En la estación sobre la subcuenca del Río Alto Ubaté (donde se encuentra la laguna de Fúquene), el aumento de las lluvias con respecto al 2008-2009 es del 40%, y con respecto al 2009-2010, este aumento es de aproximadamente del 51%. Por último, en la subcuenca Río Alto Suarez, se observa una tendencia similar, donde en los años 2010-2011, se presentan picos de precipitación los cuales indican una tendencia positiva de las variables fisicoquímicas en esos puntos de los años 2009-2010 del 57%, y de los años 2010-2011 del 12%. Las gráficas donde se evalúan estas variaciones de precipitaciones pueden establecerse en el Anexo 9. de este documento.

7.2 Análisis Calidad Fisicoquímica

Una observación general de los análisis fisicoquímicos de los puntos evaluados muestra algunas tendencias que se deben someter a consideración. Todos los puntos del análisis incumplen con el

parámetro “Coliformes Totales y E Coli”, observándose valores muy por encima de los objetivos de calidad de la corporación. Como lo menciona la literatura, el parámetro es un indicador de presencia de excrementos humanos, animales, erosión del suelo o una combinación de las tres fuentes en los cuerpos de agua. (Romero J. A., 2000). Según el POMCA de la cuenca Ubaté-Suarez (Consortio Huitaca, 2018), las primeras estaciones de monitoreo presentan efectivamente grandes concentraciones de Coliformes Totales y E. Coli. En el Río Ubaté, antes de la laguna de Fúquene la calidad del recurso es mala, lo cual está representado en esta variable con altos valores de Coliformes Totales de 121.750 (Valor de referencia 1000) y de E. Coli con 17.075,1 (Valor de referencia 2000). Se puede observar un comportamiento similar en los puntos dentro y después de la Laguna. Estas tendencias posiblemente se explican a razón de los vertimientos domésticos que se realizan directamente al afluente antes de llegar a la laguna y sobre ésta, las cuales que indican una concentración muy alta de esta variable. Por último, en los últimos puntos de monitoreo se observa alguna mejoría, Sin embargo, el municipio de Chiquinquirá nuevamente presenta altas concentraciones, las cuales son las más altas presentes en la cuenca- Estas concentraciones tienen un valor de Coliformes Totales de 40.180.750,0 (Valor de referencia 1000) y E. Coli con 6.279.628,6 (Valor de referencia 2000).

Adicionalmente, se observa en la cuenca que los municipios de Saboyá, San Miguel de Sema y Ubaté cuentan con Sistemas de Tratamiento de Agua Residual (STAR) para sus vertimientos domésticos. Por otra parte, Carmen de Carupa, Chiquinquirá, Cucunubá, Ráquira, Saboyá, Susa y Sutatausa, son los únicos municipios que cuentan con Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos (PSMV). Además, en ningún territorio existe el permiso de vertimientos, los cuales son realizados de forma directa en las quebradas los Robles, Suchica, María Ramos, Chuncesia, Santander, Innoinada, la Ruda, Santa Ana, Coquira, Santa Bárbara, Aguasal, El

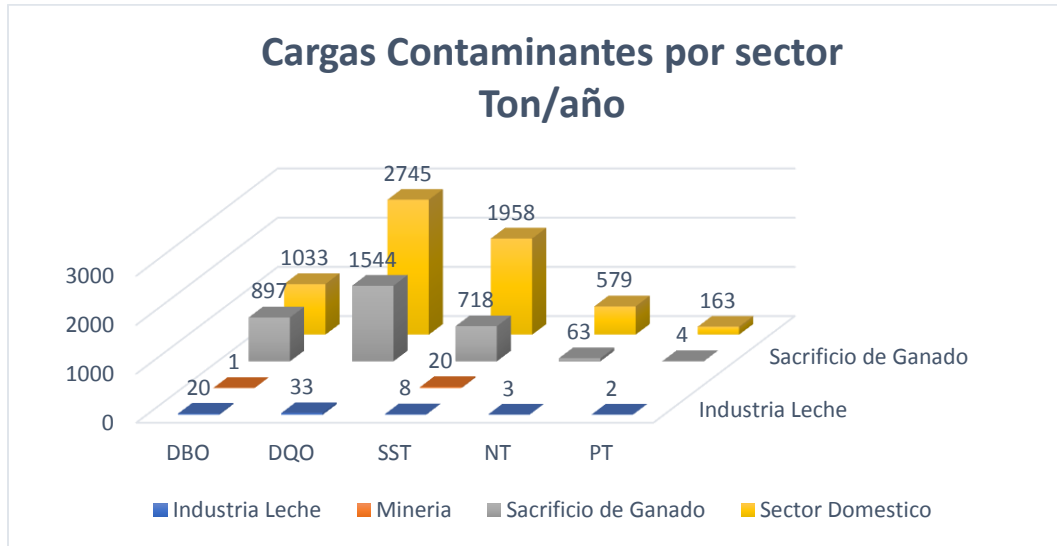
Boquerón. También en los ríos Lenguazaque, Ráquira, Gachanecha, Chirtoque, Sutatausa, y de forma indirecta en la quebrada Rabanal, el Canal Bautista y en la laguna de Fúquene, lo cual explica la alta cantidad de Coliformes Fecales.

También cabe citar que la mayor carga de generadores de vertimientos domésticos a la cuenca son las ciudades de Ubaté y Chiquinquirá, explicando las tendencias de concentraciones de variables como los Coliformes y E. coli en esos puntos. (Consortio Huitaca, 2018). Con referencia al ciclo de Nitrógeno, (Amonios, Nitratos y Nitritos) se observa una tendencia donde los amonios superan los objetivos de calidad propuestos por la corporación. Las variables nitritos y nitratos cumplen los objetivos de calidad. Como lo comenta la literatura, una concentración alta de nitrógeno orgánico y amoniacal es indicativo de una polución fresca o reciente (gran parte por fertilizantes para cultivos y ganadería). Cuando la mayoría del nitrógeno se encuentra en forma de nitratos, esto se considera una polución ocurrida un largo tiempo antes de efectuarse el análisis. (Romero J. , 2004).

7.2.1 Contaminación del agua a causa de actividades productivas

Con relación al POMCA (Consortio Huitaca, 2018) las actividades productivas como la minería, la ganadería, la agricultura y las actividades de tipo doméstico son las que generan los impactos sobre la cuenca Ubaté-Suarez y por ende sobre la laguna de Fúquene. El sector de vertimientos domésticos es el mayor responsable de la mala calidad de agua en general de la cuenca, reflejado en altos valores de DBO, DQO, Solidos Suspendidos Totales (SST), Nitrógeno total(NT); le sigue el sacrificio de ganado, la industria lechera y minera (Grafica Nro. 2.). Según datos del POMCA (2018), más del 50 % de las aguas residuales de los asentamientos urbanos no cuentan con tratamiento previo a los vertimientos que llegan a las corrientes superficiales de la cuenca.

Esto se hace indiscutible en los valores de la calidad del agua presentes en los análisis de este documento.



Grafica Nro. 2. Cargas contaminantes por sector en la cuenca del río Alto Suárez. Tomado de Huitaca (2018)

Desde el punto de vista de los asentamientos urbanos, se muestra una desmejora en la calidad del agua, principalmente de origen doméstico, causado por una deficiencia en el manejo de vertimientos urbanos, explicado por la falta de Plantas de Tratamientos de Aguas Residuales eficientes.

Municipios como Carmen de Carupa, Chiquinquirá y Ubaté son los asentamientos urbanos con mayores problemas ambientales en lo referente a la contaminación del agua a razón de sus actividades y crecimiento poblacional. Lo anterior explica las tendencias de los datos de los ICAs, donde se evidencian puntos regulares a malos en sus territorios. Carmen de Carupa, el cual es un municipio con vocación agrícola y aptitud protectora, presenta pérdida de cobertura vegetal y contaminación del agua debido a la sobreutilización y concentración de agroquímicos y

pesticidas (cultivos de papa), inadecuado manejo de las técnicas de cultivo y sobrepastoreo y explotación de materiales de construcción. Lo anterior ocurre en este municipio, a pesar de sus grandes zonas de páramo. Ubaté como centro provincial, tiene un desarrollo ganadero importante con una intensa actividad agropecuaria y minera que ocasiona afectaciones considerables a la calidad de agua.

Por último, Chiquinquirá, que representa en promedio el 60% de la población urbana en la cuenca, presenta un sector industrial lechero muy fuerte, el cual recibe adicionalmente todos los vertimientos de los municipios aledaños (de las vertientes que provienen de las aguas contaminadas de la laguna de Fúquene) para su uso y consumo. (Consortio Huitaca, 2018). Esto es evidenciado en un aumento de concentración de variables como Coliformes y E. Coli (vertimientos domésticos) y amonios (agroquímicos), DBO y DQO (degradación de cargas orgánicas e inorgánicas por medios químicos y/o biológicos) (Romero J. A., 2000)

Otras actividades, tales como la extracción minera de carbón y materiales de construcción asimismo afectan la calidad del agua, principalmente en las etapas de desagüe de minería subterránea, vertimientos de actividades a cielo abierto y el lavado del carbón. Esto aumenta parámetros tales como los sólidos suspendidos o totales, cambios de pH por vertimientos ácidos y aumentos de concentraciones de metales pesados y materia orgánica que afectan la calidad de los índices ICA. Un ejemplo son los puntos de calidad Mala en el Río Suta, de calidad Regular en los puntos del Río Lenguaque y los cercanos a la laguna de Fúquene (Acosta, 2016) (Consortio Huitaca, 2018).

Para las actividades pecuarias, se presentan varias actividades que afectan los cuerpos de agua. El sacrificio de ganado genera arrastre de materiales contaminantes y materia orgánica a las

fuentes de agua (orina, sangre) y vertimientos puntuales a los procesos de pasteurización y subproductos derivados de la leche. (Consortio Huitaca, 2018).

Arocena, y otros, (2011) mencionan que, en las actividades pecuarias y de la industria lechera, existe un aumento de variables como Nitrógeno Total, DBO y Fósforo. Esta tendencia es evidenciable en los puntos de monitoreo presentes en los municipios de Chiquinquirá, Saboyá, San Miguel de Sema, Carmen de Carupa, Cucunubá, Fúquene, Guachetá, Lenguazaque, Simijacá, Susa, Sutatausa, Tausa y Ubaté.

Por último, se identifican vertimientos difusos de toda la actividad agrícola de la cuenca, la cual se compone de cultivos de maíz, caña panelera, papa y cebolla, con concentraciones de compuestos nitrogenados que superan la normatividad vigente (Nitratos y Amonios) (Consortio Huitaca, 2018). La descripción de municipios, asociados a la actividad productiva, vertimientos y variables, se encuentran en la siguiente tabla (Tabla Nro. 45)

| Tipo | Actividad | Característica Vertimiento | Lugares (Subcuenca/Municipio) | Variables Afectadas |
|------------------------|-------------------|--|--|---|
| Vertimientos puntuales | Minería de Carbón | Vertimientos durante el desagüe de las minas subterráneas. | Subcuencas: Río Suta. | pH con tendencia a acidificarse |
| | | Vertimientos de aguas de escorrentía: en las operaciones a cielo abierto. | Río Lenguazaque. Laguna de Cucunubá. | Metales pesados |
| | | Vertimientos: en la etapa de beneficio del mineral durante el lavado de carbón | Bajo Ubaté –Fúquene <small>*En estas subcuencas se realiza cobro de tasa retributiva.</small> | Solidos Suspendidos (Acosta, 2016) |

| Tipo | Actividad | Característica Vertimiento | Lugares (Subcuenca/Municipio) | Variables Afectadas |
|------|--------------------------------|---|--|---|
| | Domestico | Generada por los asentamientos urbanos presentes en la cuenca | <ul style="list-style-type: none"> • Subcuencas Alto Suárez 22.329 hab. PTAR. • Río Suta 19.610 hab. • Río Simijaca 14.260 hab. • Río Lenguazaque 16.904 hab. • Río Susa 8.950 hab. • Río Chiquinquirá 63.197 hab. PTAR. • Río Alto Ubaté 30.857 hab. • Laguna Cucunubá 8.070 hab. PTAR. • Laguna Suesca 1.551 hab. • Bajo Ubaté-Fúquene con 18.452 hab. PTAR. | <p>Coliformes Totales</p> <p>E Coli</p> <p>DQO</p> <p>DBO</p> <p>NH4</p> <p>(Romero J. A., 2000)</p> <p>(Consortio Huitaca, 2018)</p> |
| | Agricultura y Producción Leche | Descarga de vertimientos debido a procesos de pasteurización y subproductos derivados de la leche | <p>Grandes empresas en la cuenca: Parmalat, Alquería, Incolácteos, Santo Domingo, Doña Leche y Colfrance</p> <p>Microempresas:</p> <p>Caldas,</p> <p>Chiquinquirá,</p> <p>Saboyá,</p> <p>San Miguel de Sema,</p> <p>Carmen de Carupa,</p> <p>Cucunubá,</p> <p>Fúquene,</p> <p>Guachetá,</p> <p>Lenguazaque,</p> <p>Simijacá,</p> <p>Susa, Sutatausa, Tausa y Ubaté.</p> | <p>Nitrógeno total</p> <p>Fosforo</p> <p>DBO</p> <p>(Arocena, y otros, 2011)</p> |

| Tipo | Actividad | Característica Vertimiento | Lugares (Subcuenca/Municipio) | Variables Afectadas |
|----------------------|-------------------------|---|--|--|
| Vertimientos Difusos | Agricultura y Ganadería | Arrastre de materiales contaminantes y materia orgánica a las fuentes hídricas | Actividad generalizada en la cuenca | DBO |
| | | Vertimientos con orina, sangre y vómito, lavado del animal. | El primer trimestre de 2016 Cundinamarca sacrificó 55.155 cabezas de ganado vacuno y Boyacá 27.505 (Consortio Huitaca, 2018) | DQO Coliformes E. Coli |
| Vertimientos Difusos | Agricultura y Ganadería | Vertimiento con contenido gastrointestinal, contenido ruminal, grasa a fuentes hídricas | Para el ganado porcino Boyacá sacrificó 4.595 cabezas y Cundinamarca 3.822 (Consortio Huitaca, 2018) | (Consortio Huitaca, 2018) |
| | | Vertimientos no fácilmente caracterizados debido a las difíciles condiciones de análisis de canalización e infiltración en los suelos | Cultivos de papa, cebolla, caña panelera y maíz; actividades presentes en toda la cuenca | Nitratos Amonios (Consortio Huitaca, 2018) |

Tabla 45 Análisis de la calidad del agua sobre actividades productivas y variables afectada. Tomado del POMCA (Consortio Huitaca, 2018) y editada por el autor.

7.3 Análisis Planes de Gestión

Basado en los instrumentos de gestión categorizados y propuestos por Rodríguez (2003), se clasificaron las acciones en materia ambiental de la siguiente forma: 1. Los instrumentos de regulación directa, (comúnmente denominados comando y control), se concentran en la

formulación y promulgación de normas de tipo coerción-sanción. Ésta es la forma tradicional de hacer cumplir la ley en el campo de la conducta ambiental; 2. Los instrumentos administrativos basados en el otorgamiento de licencias, permisos y demás modos diversos de adquirir el derecho a usar los recursos naturales (el instrumento más famoso es la licencia ambiental); 3. Los instrumentos económicos, dirigidos a hacer que las fuerzas del mercado sean las principales fuentes de cumplimiento de las metas ambientales de la sociedad y; 4. La educación, la investigación, la asistencia técnica y la información ambiental

Como lo especifica Rodríguez (2003), las acciones de las autoridades ambientales se centran en los instrumentos de regulación directa, los cuales son los más utilizados en la gestión ambiental. Bajo la perspectiva de la autoridad ambiental (CAR Cundinamarca), se observa que muchas de las acciones generadas por la autoridad ambiental en este caso se centran en controlar y prevenir la contaminación, estableciendo normas, controles y sanciones basadas en emisión, residuos sólidos y en este caso vertimientos a los cuerpos de agua. También se incluyen el seguimiento a productos y actividades productivas, así como la restricción de uso de algunos recursos naturales. Esto efectivamente ajusta a la posición sobre este tipo de instrumentos planteado por Rodríguez (2003). Por otra parte se observa que se usa en menor medida instrumentos administrativos basados en el otorgamiento de licencias y permisos e instrumentos como la educación y la investigación. Por último, se observa que existen muy pocos instrumentos económicos; en este caso existe el pago de tasas retributivas, compra de predios para fortalecer programas de pago por servicios ambientales y algunas iniciativas de ecoturismo y uso de junco y plantas acuáticas para artesanías. La clasificación de los instrumentos categorizados presentes en esta cuenta se observan en el Anexo Nro. 10.

Se observa que en todos los programas la mayoría de acciones se concentran en la parte de comando y control, administrativo y asistencia técnica. Se observa que de igual forma muchos de los planes son aplicados en todo el territorio (la gran mayoría) y algunos han sido muy específicos para la Laguna; como el proyecto especial “Fúquene todos de corazón” y la mayoría de obras ejecutadas por la dependencia DIA (infraestructura).

Realizando el análisis de los proyectos de DIA, la mayor parte de su inversión se centra en el objetivo de CONPES de optimizar la función de regulación hídrica del sistema lagunar, y mitigar los riesgos por inundación o sequía. Se observa que las obras de adecuación no se centran de forma directa en el mejoramiento de la calidad físicoquímica de la laguna. Sin embargo, la extracción de maleza acuática bien manejada podría mejorar la situación en algunos parámetros como oxígeno disuelto, color y olor. Por otro lado, desmejora en parámetros como sólidos suspendidos y metales pesados. Por esta razón, se debe realizar un manejo especial para no comprometer el estado del ecosistema lagunar (INGESA S.A. , 2005). Por otra parte y solo por parte de DRN, se realizan monitoreos de la calidad físicoquímica y la investigación científica que han permitido evaluar el estado ecosistémico del complejo lagunar y comenzar a plantear los planes de gestión.

También se observa que muchas de las obras planteadas en el CONPES todavía se encuentran en ejecución siendo que el planteamiento y consolidación del proyecto debió terminarse en años previos. No obstante temas de ordenamiento territorial como la elaboración del POMCA (Consortio Huitaca, 2018), y la declaración del distrito de manejo (CAR Cundinamarca, 2017) se han cumplido en su totalidad, permitiendo cambiar las características de importancia legal, social y ambiental del territorio, estableciendo nuevas pautas de ordenamiento y gestión. No obstante hasta hace muy poco se dio la consolidación del documento, por lo cual los resultados

se verán más a largo plazo. Algunas dependencias como DESCA o DGOAT se centran en el saneamiento del agua, ya sea como entes de comando y control (vertimientos industrias lecheras), y mejoramiento del acueducto y alcantarillado. Sin embargo y como se comentaba en el POMCA (Consortio Huitaca, 2018), la mayoría de municipios no cuenta con PTARS óptimas para el tratamiento de sus vertimientos por lo cual es necesario realizar acciones que vayan más allá del comando y control de los mismos para ver resultados exitosos. Por último la compra de predios, la reforestación, el ecoturismo, la educación ambiental y la implementación de nuevas tecnologías se encuentran en muchos aspectos en pruebas piloto en algunos municipios, estableciendo impactos sólo a una escala local.

7.4 Unión de Planes- Calidad Físicoquímica

Se estableció la siguiente tabla (Tabla 47) para establecer la relación entre los planes y la calidad físicoquímica. En esta tabla se observa el punto de monitoreo, su estado (expuesto en el Capítulo 6.), su desmejora o mejora en el periodo 2006- actual y los proyectos ejecutados específicamente en cada punto, para correlacionar las dos variables de manera directa y conceptual. Los proyectos generales presentes en la cuenca no se toman en cuenta en esta tabla. No obstante, se lleva a cabo el análisis de gestión general. Las gráficas de los ICAS expuestas en el capítulo 6.1 y 6.2 de los resultados fueron usadas como referencia para comparar la variación de las variables físicoquímicas. Estas gráficas comparan la tendencia de los puntos de monitoreo, desde el primero hasta el último, categorizado en cuatro tipos:

- **Mejora:** Indica una tendencia de mejora de los puntos de muy malo/ malo a regular, muy malo/ malo a aceptable, muy malo/ malo a bueno, de regular a aceptable, de regular a bueno y de aceptable a bueno. Se observan en la tabla 47, entre paréntesis, los años en que se observa su mayor mejora y/o cambio considerable.

- **Variable:** Los datos no muestran tendencias de mejora o desmejora a lo largo del tiempo. En algunos casos se muestran picos de mejora o desmejora de las variables, lo cual sólo ocurre en pocos puntos.
- **Igual:** Se observa una tendencia constante, sin cambios considerables.
- **Desmejora:** Indica una tendencia de desmejora de los puntos de bueno a aceptable, bueno a regular, bueno a malo/muy malo, aceptable a regular, aceptable a malo/ muy malo, regular a malo/muy malo. Se observan en la tabla 47, entre paréntesis, los años en que se observa su mayor desmejora y/o un cambio considerable.

Estos análisis se colocan en contraposición a los proyectos ejecutados en la cuenca y/o laguna de Fúquene, con el fin de relacionar si las actividades han mejorado o desmejorado la calidad del recurso. Estos análisis se observan en la siguiente tabla (Ver Tabla 47).

| | # | Nombre | INDICADOR CALIDAD | VARIACIÓN | PROYECTOS EJECUTADOS DE FORMA ESPECIFICA SOBRE PUNTOS M. |
|-----------------------|---|--------------------|-------------------|---------------|---|
| Rio Alto Ubaté | 1 | LG La Manila | ACEPTABLE | Mejora (2007) | *Reglamentación cuencas tercer orden *Programas de reforestación 2009 *Proyectos pilotos de labranza mínima |
| | 2 | Quebrada Suchinica | ACEPTABLE-REGULAR | Mejora (2015) | *Reglamentación cuencas tercer orden *Programas de reforestación 2009 *Proyectos pilotos labranza mínima |
| | 3 | Antes del río Hato | ACEPTABLE | Mejora (2007) | *Mantenimiento embalse el Hato *Reglamentación cuencas tercer orden |
| | 4 | Rio Hato | BUENA | Mejora (2007) | *Mantenimiento embalse el Hato *Reglamentación cuencas tercer orden *Proyectos labranza mínima |
| | 5 | Estación la Boyera | ACEPTABLE | Mejora (2007) | *Reglamentación cuencas tercer orden |

| # | Nombre | INDICADOR CALIDAD | VARIACIÓN | PROYECTOS EJECUTADOS DE FORMA ESPECIFICA SOBRE PUNTOS M. | |
|----------------|----------------------|--|---------------------------------|--|---|
| | | | | *Control de industrias lácteas *Proyectos labranza mínima | |
| 6 | LG Puente Barcelona | ACEPTABLE | Mejora (2007) | *Reglamentación cuencas tercer orden *Control de industrias lácteas *Proyectos labranza mínima | |
| 7 | Río Suta | MALA | Igual | *Mantenimiento y seguimiento río Suta | |
| 8 | Después del río Suta | MALA | Variable, mejora 2011 | *Mantenimiento río Suta | |
| 9 | Río Lenguazaque | REGULAR | Variable con tendencia a Mejora | *Mantenimiento y seguimiento río Lenguazaque *Programa piloto de labranza mínima | |
| Rio Bajo Ubaté | 10 | LM Exclusa el Cubio | MALA | Igual | *Mantenimiento compuertas Cubio |
| | 11 | LG Puente Colorado | REGULAR | Mejora | *Reglamentación cuencas tercer orden |
| | 12 | Antes de la Laguna de Fúquene | MALA | Igual | *Proyecto Fúquene, Todos de Corazón, *Programa de Dragado del complejo Lagunar Fúquene, Cucunubá y Palacio |
| | 67 | Laguna de Fúquene, embarcadero | MALA | Desmejora (2012) | *Remoción de sedimentos y material vegetal *Contrato de compra y mantenimiento de equipos especializados |
| | 68 | Laguna de Fúquene, río Suarez | MALA | Desmejora (2014) | * Operación y manejo del sistema de riego |
| | 69 | Laguna de Fúquene, centro de la Laguna | MALA | Desmejora (2017) | *Delimitación rondas hidráulicas *Plan de muestreo Laguna de Fúquene (componente hídrico) |
| | 70 | Laguna de Fúquene, río Ubaté | MALA | Desmejora (2017) | *Muestreo y monitoreo de especies del ecosistema lagunar |
| | 71 | Laguna de Fúquene, Quebrada | MALA | Desmejora (2016) | *Declaratoria Distrito de Manejo Integrado |

| # | Nombre | INDICADOR CALIDAD | VARIACIÓN | PROYECTOS EJECUTADOS DE FORMA ESPECIFICA SOBRE PUNTOS M. | |
|-----------------|--------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|---|---|
| 72 | Tagua | | | *Plan de manejo ambiental DMI *Compra de predios *Plan ecoturístico Laguna *Control de industrias lácteas *Programa piloto labranza mínima *Programa piloto renovación de pasturas | |
| | Laguna de Fúquene, Quebrada Monroy | MALA | Desmejora (2016) | | |
| | Canal Perimetral, Laguna de Fúquene, | MALA | Desmejora (2016) | | |
| | Después Laguna de Fúquene | MALA | Igual, tendencia a desmejorar | | |
| 14 | Canal río Susa | MALA | Variable, mejora 2014 | *programa de reforestación *Proyectos pilotos de labranza minina | |
| Rio Alto Suarez | 15 | LG San Miguel, Puente Concreto | REGULAR | Desmejora pero con puntos aceptables 2008-2010 | *programa de reforestación (2008, 2009) |
| | 16 | Rio Simijaca | MALA | Igual | *Mantenimiento río Simijaca *Proyectos piloto de labranza minina |
| | 17 | Vallado Escorial | MALA | Variable, mejora 2014 | *Mantenimiento río Simijaca *Proyectos piloto de labranza mínima |
| | 18 | Aguas Abajo río Simijaca | REGULAR | Variable, desmejora 2010-2012 | *Mantenimiento río Simijaca *Proyectos piloto de labranza minina |
| | 19 | Vallado Grande | ACEPTABLE | Variable, 2009, 2013, 2014 mejora | |
| | 20 | Quebrado el Charco | REGULAR | Igual | |
| | 21 | LG Exclusa Tolón | ACEPTABLE | Mejora | *Mantenimiento exclusa Tolón |
| | 22 | Rio Chiquinquirá | REGULAR | Mejora | *Programas de reforestación 2009-2010 |
| | 23 | LG La Balsa | REGULAR | Igual, picos de caída en 2010, | *Programas de reforestación 2009-2010 |

| # | Nombre | INDICADOR CALIDAD | VARIACIÓN | PROYECTOS EJECUTADOS DE FORMA ESPECIFICA SOBRE PUNTOS M. |
|----|------------------------------|-------------------|--|--|
| | | | 2012 | |
| 24 | Aguas Abajo Chiquinquirá | MALA | Igual | *Programas de reforestación 2009-2010 |
| 25 | Canal Paris Madrón | REGULAR | Igual | *Mantenimiento exclusiva Madrón |
| 26 | Quebrada Puente Tierra | ACEPTABLE | Mejora | |
| 27 | Aguas Abajo Puente Tierra | MUY MALA | Desmejora | |
| 28 | Exclusa Merchán | MALA | Igual, | *Mantenimiento exclusiva Merchán |
| 29 | Quebrada la Ruda | REGULAR | Variable, picos de mejora 2008, 2010, 2012 | *Programas de reforestación 2009 |
| 30 | Aguas Abajo Quebrada la Ruda | MALA | | *Programas de reforestación 2009 |
| 31 | Quebrada Jabonera | ACEPTABLE | Mejora | *Programas de reforestación 2009 |
| 32 | LG Garavito | REGULAR | Igual | *Programas de reforestación 2009 |

Tabla 47. Relación proyectos puntuales sobre la calidad fisicoquímica de la cuenca Ubaté-Suárez. Laguna de Fúquene. Elaborado por el autor

7.4.1 Descripción general

Cuando se observa la relación de las variables de calidad fisicoquímica con respecto a los planes de gestión de la cuenca y la laguna, se determina que sólo existen acciones puntuales que están relacionadas directamente con el manejo de estas variables como lo son el monitoreo permanente (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - DLIA- Laboratorio Ambiental, 2016), la construcción y asesoramiento de las PTARS de los municipios (Car Cundinamarca, 2018), el cobro de tasas retributivas y el manejo de los vertimientos de las industrias lecheras (CAR Cundinamarca, 2018).

La autoridad ambiental menciona que las obras de adecuación hidráulica, retiro de maleza acuática, mantenimiento de embalses y compuertas, no tienen como fin el mejoramiento como tal de la calidad físicoquímica, (ya que solo están planteadas como mejoramiento de la capacidad hidráulica y aumento del espejo de agua). Sin embargo, estas obras podrían modificar el estado del recurso. (Car Cundinamarca, 2018). Para todos los vertimientos difusos, se plantean (aunque no es su objetivo concreto), programas de reforestación, labranza mínima, recuperación de suelos, manejo de pasturas. Sin embargo sólo se han ejecutado como proyectos pilotos por lo cual posiblemente no han tenido un efecto general sobre el territorio y sobre los vertimientos difusos aportantes. Por parte del manejo de residuos, se actualizaron algunos PGIRS, pero la disposición de los residuos no aprovechables (que en algunos caso es más del 90%), siguen usando la figura de relleno sanitario, el cual es otro posible aportante difuso a la calidad físicoquímica del agua de la cuenca por la generación de posibles lixiviados. (Bolaños, 2008).

Aunque no es observado en la tabla Nro. 47., muchos de los proyectos gestionados por la autoridad ambiental han sido generalizados en el territorio; se incluyen en este apartado todo lo concerniente al ordenamiento territorial, actualización del POMCA, catastro minero, declaratoria del DMI y el plan de manejo del DMI, los cuales se encuentran en el 100% de su ejecución. Estos planes sólo fueron consolidados hasta el año 2017. Por esta razón, sus efectos en el manejo del territorio se verán en tiempos posteriores, los cuales no fueron evaluados en este documento.

La educación ambiental (de igual forma generalizada en la cuenca) se enfoca en el trabajo con las comunidades rurales, los niños y los sistemas agropecuarios, centrado en proponerle valor a la laguna (valor cultural, ancestral) y en algunas poblaciones el manejo de sus actividades cotidianas. A pesar de estas acciones, los enfoques no se centran en la educación o trabajo con el

sector industrial ni tampoco con la población de los centros urbanos, los cuales son grandes aportantes de la carga contaminante de la laguna.

Por último, cabe mencionar que la mayoría de las obras planteadas en el CONPES se encuentran en proceso de ejecución. Sólo la parte de ordenamiento territorial fue completada en un 100%. La parte de adecuación hidráulica se comenzó de forma exhaustiva desde el 2016 (Car Cundinamarca, 2018), el comando y control de los vertimientos continua en trámite sancionatorio (CAR Cundinamarca , 2018) y muchas de las PTARS no presentan buena efectividad y hasta hace muy poco entraron en proceso de mejoramiento (Consortio Huitaca, 2018); (Car Cundinamarca, 2018).

7.4.2 Efectividad

Según lo observado en la tabla 51, se evidencia claramente que la subcuenca “Rio Alto Ubaté”, presenta una mejoría en su calidad físicoquímica (constante) en el periodo de estudio, excluyendo los datos presentes en el Anexo 9. No obstante cuando se evalúan las subcuencas Río Bajo Ubaté y Río Alto Suarez, la tendencia es a desmejorar la calidad del recurso, e incluso en algunos casos las tendencias se observan de forma constante. Posiblemente las obras de infraestructura y mantenimiento del embalse El Hato, sumado a algunas labores locales han contribuido al mejoramiento del recurso. No obstante se observa que las obras y actividades realizadas en las otras subcuencas no han tenido un efecto considerable en el mejoramiento de la calidad Físicoquímica de las subcuencas y por ende de la Laguna. Observando los efectos sobre la laguna, se muestra que el área donde más proyectos puntuales se han efectuado, implementado y prospectado ha sido la zona de la laguna de Fúquene. Sin embargo, estos proyectos no han sido efectivos para el mejoramiento de la calidad físicoquímica e incluso los puntos de monitoreo tienen tendencias a permanecer con el mismo comportamiento o a desmejorar. Los picos de

caída desde los 2016-2017 concuerdan con la implementación del programa Fúquene todos de corazón, donde se incluyen actividades como el dragado, el retiro de maleza acuática, las obras de adecuación hidráulica y la compra de maquinaria especializada.

Tal como lo menciona el POMCA (Consortio Huitaca, 2018), se evidencia la deficiencia en las PTARS presentes en la cuenca, a pesar de que esta deficiencia está planteada en el plan de acción de los municipios y de la autoridad ambiental. A pesar de que se menciona que la mayor carga contaminante de la cuenca es generada por los residuos domésticos, seguido del sacrificio de animales y la industria láctea, la mayoría de municipios que cuentan con PTAR necesitan optimizarse; Cucunubá, Lenguazaque, Saboyá, San Miguel de Sema y Simijaca. El municipio de Fúquene tiene una PTAR que continua en construcción, Municipios como Caldas, Carmen de Carupa, Guachetá, Susa, Sutatausa, Tausa y San Diego de Ubaté no tienen planta para tratar sus residuos domésticos y/o industriales (Ubaté hasta ahora está comenzando las obras civiles de construcción). Esto indica que toda la carga domestica está llegando a la laguna de Fúquene y a los cuerpos de agua sin ningún tratamiento previo; evidenciado en los datos de monitoreo fisicoquímicos adjuntos a este estudio.

7.4.2.1 Dragado y retiro de maleza acuática

Parte de los proyectos ejecutados en la laguna se han centrado en el dragado de material y la remoción de maleza acuática, esto con el fin de la mejora hidráulica del sistema. Según (Bray, 2008) existen variados métodos de dragado; ya sea para trabajos de construcción, mantenimiento o como en este caso, de remediación. Se especifica que parte de la problemática de las obras de dragado es efectivamente la técnica con la cual es ejecutada. La actividad de dragado en sí misma no hace daño al medio ambiente. La problemática en específico (sea cual sea el objetivo del dragado) es la disposición del material de dragado y el incremento de la concentración de

sedimentos durante el proceso, lo cual puede inducir a la dispersión de contaminantes. Los efectos, se pueden ver de forma directa e indirecta si no se tiene en cuenta un análisis de riesgos de la adecuación hidráulica y no se observan las variables que podrían llegar a afectarse.

Como efectos directos se puede evidenciar el aumento de la turbiedad y de sólidos en suspensión las cuales, como efecto mecánico, pueden reducir la penetración de la luz afectando los flujos de nutrientes de los ecosistemas lacustres. Adicionalmente, pueden afectar el crecimiento de flora acuática del fondo de los cuerpos de agua. Por otra parte Bray (2008), menciona que a largo plazo los efectos ecológicos indirectos de las obras de dragado pueden generar la recirculación de contaminantes del fondo del cuerpo de agua a razón de la labor mecánica en sí y la disposición inadecuada de los sedimentos resultantes de esta labor. El riesgo recae en parte de la calidad del ecosistema; ecosistemas con grandes cantidades de contaminantes (como los presentes en la laguna de Fúquene), pueden activar, recircular y descomponer algunos compuestos orgánicos y cambiar los ciclos de flujo de nutrientes. Por ejemplo, los metales pesados son muy lentos en degradarse y actividades mecánicas como las ocasionadas en el dragado de los cuerpos de agua recirculan este tipo de contaminantes, los cuales pueden reducir la fertilidad del suelo, la recuperación ecosistémica de la fauna y flora característica de humedal.

Como se observa en los puntos de monitoreo, es evidenciable esta tendencia de desmejoramiento de la calidad, posiblemente por la tendencia de recirculación y el manejo de los sedimentos y lodos procedentes del dragado. Es necesario evaluar los posibles impactos de esta actividad. Si los sedimentos de esta actividad son retirados o dispuestos correctamente, los contaminantes saldrían del ecosistema generando una real remediación y no sólo un mejoramiento de la capacidad hidráulica.

La remoción de maleza acuática de forma mecánica puede efectivamente presentar efectividad a bajo costo con resultados visibles a corto plazo. A pesar de ser beneficiosa para el control de metales pesados, así como atrapar los sedimentos e incluso generar nuevos hábitats para las especies presentes, el crecimiento desmesurado de las mismas genera una posible eutrofización del ecosistema, que podría llevar a los cuerpos de agua a un punto de no retorno en un proceso de recuperación (Pieterse, 2019). En la laguna de Fúquene se le están dando usos alternos a estas plantas acuáticas como la elaboración de artesanías (Santafé, Palacios, Virginia, & Castillo, 2012), que podrían facilitar el manejo de estas plantas de forma sostenible. Aunque la remoción de maleza acuática mejora las condiciones físicoquímicas (ya que impide la eutrofización), esta remoción debe manejarse de forma conjunta, integral y evaluando los impactos con las labores de dragado para no empeorar la condición ecosistémica.

7.5 Propuesta de Lineamientos de Gestión

7.5.1 Matriz DOFA de análisis

Para realizar los análisis correspondientes a los lineamientos de gestión, se usa la metodología DOFA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas). Esta metodología analiza las fortalezas y debilidades de una situación de estudio, así como su situación externa (oportunidades y amenazas) a través de una matriz, para obtener una perspectiva general de una problemática (Ponce-Talancón, 2006). A partir de esta matriz cruzada, se obtienen estrategias para los siguientes puntos: 1. Fortalezas para aprovechar oportunidades, 2. Fortalezas para eliminar amenazas, 3. Superar debilidades aprovechando oportunidades y 4. Reducir debilidades y eliminar amenazas.

El análisis de la Matriz DOFA de la calidad Fisicoquímica de la laguna de Fúquene se evidencia en la tabla 48, basado en los resultados y antecedentes expuestos en este documento.

MATRIZ DOFA (DEBILIDADES, OPORTUNIDADES, FORTALEZAS, AMENAZAS)

| FORTALEZAS | DEBILIDADES |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Interés por parte de la autoridad Ambiental sobre la conservación de la laguna de Fúquene. • Recursos Financieros considerables para la conservación de la laguna de Fúquene. • Monitoreo constante sobre la calidad fisicoquímica. • Existen avances considerables en la elaboración final del POMCA de la cuenca, la declaración del DMI y el plan de manejo ambiental de la Laguna. • Existen planes, programas y proyectos que van enfocados a la recuperación del ecosistema por parte de la autoridad ambiental. | <ul style="list-style-type: none"> • Plantas de tratamiento (PTAR) ineficientes. • Acueductos y alcantarillados ineficientes. • La conciencia y la autogestión a nivel comunitario y/o industrial es limitada. • Faltan incentivos y/o hábitos para la conversión tecnológica e incentivos para la conservación ambiental. • Las actividades, programas, obras y proyectos no han sido suficientes para mejorar la calidad fisicoquímica. • No existen actualmente procesos de bioremedación del complejo lagunar. |
| OPORTUNIDADES | ANENAZAS |
| <ul style="list-style-type: none"> • Es necesario adoptar medidas y enfocar esfuerzos considerables de parte de todos los actores para velar por la recuperación de la laguna de Fúquene. • Aunque se han generado mecanismos de educación ambiental, es necesario integrar todos los actores (sector industrial) a este programa. • Existen metodologías y/o tecnologías que reducen la contaminación en vertimientos directos y/o difusos. • Declaratoria de DMI, la cual genera una figura de protección al complejo lagunar • Plan de manejo en proceso de implementación. | <ul style="list-style-type: none"> • Ampliación de la frontera agropecuaria, que compromete al espejo de agua (reducción) de la Laguna y los procesos en la cuenca. • El vertimiento de aguas residuales domésticas, de procesos industriales (lechero y minero) y el uso de agroquímicos va en aumento. • Los impactos sobre la laguna han sido constantes desde la época de la colonia y van el aumento. • El crecimiento poblacional en las zonas urbanas han impactado la cuenca y por ende la laguna. |

Tabla Nro. 48. Matriz DOFA sobre la calidad fisicoquímica de la cuenca Ubaté- Suárez. Laguna de Fúquene. Elaborado por el autor.

A partir de la matriz DOFA planteada, se realiza la identificación de oportunidades y fortalezas, la cual se encuentra en la tabla 49

| | | |
|---|--|--|
| <p>MATRIZ DOFA</p> <p>CALIDAD</p> <p>FISICOQUIMICA</p> <p>LAGUNA DE FUQUENE</p> | <p>FORTALEZAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Interés sobre la conservación de la laguna de Fúquene. • Recursos Financieros considerables para la conservación de la laguna de Fúquene. • Monitoreo constante sobre la calidad físicoquímica. • Avances POMCA- DMI. • Plan de recuperación para la laguna de Fúquene. | <p>DEBILIDADES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Plantas de tratamiento (PTAR), acueductos y alcantarillado ineficientes. • La conciencia y la autogestión a nivel comunitario y/o industrial es limitada, • Faltan incentivos y/o hábitos para la conversión tecnológica e incentivos para la conservación ambiental. • Las actividades, programas, obras y proyectos no han sido suficientes para mejorar la calidad físicoquímica. • No existen actualmente procesos de bioremediación del complejo lagunar. |
| <p>OPORTUNIDADES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Es necesario adoptar medidas y enfocar esfuerzos considerables de parte de todos los actores para velar por la recuperación de la laguna de Fúquene. • Aunque se han generado mecanismos de educación ambiental, es necesario integrar todos los actores (sector industrial) a este programa. • Existen metodologías y/o tecnologías que reducen la contaminación en vertimientos directos y/o difusos. • Declaratoria de DMI, la cual genera una figura de protección del complejo lagunar. • Plan de manejo en proceso de implementación. | <p>ESTRATEGIAS FO (Fortalezas para aprovechar oportunidades)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Incentivar la creación de programas de educación ambiental para las comunidades urbanas • Plan de Bioremediación de la laguna de Fúquene | <p>ESTRATEGIAS FA (Fortalezas para eliminar amenazas)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Construcción y optimización de PTARs de la cuenca • Incentivos para el comportamiento ambiental positivo |

| | | |
|---|--|---|
| <p>MATRIZ DOFA</p> <p>CALIDAD</p> <p>FISICOQUIMICA</p> <p>LAGUNA DE FUQUENE</p> | <p>FORTALEZAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Interés sobre la conservación de la laguna de Fúquene. • Recursos Financieros considerables para la conservación de la laguna de Fúquene. • Monitoreo constante sobre la calidad fisicoquímica. • Avances POMCA- DMI. • Plan de recuperación para la laguna de Fúquene. | <p>DEBILIDADES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Plantas de tratamiento (PTAR), acueductos y alcantarillado ineficientes. • La conciencia y la autogestión a nivel comunitario y/o industrial es limitada, • Faltan incentivos y/o hábitos para la conversión tecnológica e incentivos para la conservación ambiental. • Las actividades, programas, obras y proyectos no han sido suficientes para mejorar la calidad fisicoquímica. • No existen actualmente procesos de bioremedación del complejo lagunar. |
| <p>ANENAZAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ampliación de la frontera agropecuaria, que compromete al espejo de agua (reducción) de la Laguna y los procesos en la cuenca. • El vertimiento de aguas residuales domésticas, de procesos industriales (lechero y minero) y el uso de agroquímicos va en aumento. • Los impactos sobre la laguna han sido constantes desde la época de la colonia y van el aumento. • El crecimiento poblacional en las zonas urbanas han impactado la cuenca y por ende la laguna. | <p>ESTRATEGIAS DO (Superar debilidades aprovechando oportunidades)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Programas de Capacitación y reconversión tecnológica para la reducción de la contaminación (Minero-Lechero-Agropecuario) • Implementación de mercados verdes • Investigación científica | <p>Estrategias DA (Reducir debilidades y eliminar amenazas)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estudios de impacto ambiental del dragado y/o actividades de adecuación hidráulica • Inactivación lodos |

Tabla Nro. 49. Matriz DOFA correlacionada sobre la calidad físicoquímica de la cuenca Ubaté- Suárez. Laguna de Fúquene. Elaborado por el autor

Basados en los análisis DOFA, de la tabla Nro. 49 se encuentran las siguientes estrategias para el mejoramiento de la calidad físicoquímica de la laguna.

- Estrategias FO (Fortalezas para aprovechar oportunidades): Las oportunidades de programas de educación ambiental ya implementados en el sector rural y las nuevas tecnologías a disposición, de bajo costo y alta efectividad, podrían brindar herramientas para programas de educación en el sector productivo y la implementación de un plan de bioremediación en la laguna.
- Estrategias FA (Fortalezas para disminuir amenazas): Los intereses de la autoridad ambiental, sumado a los recursos disponibles para los programas sobre la cuenca y el DMI donde se encuentra la laguna de Fúquene, permitirán disminuir las amenazas de contaminación, con la construcción y optimización de las PTAR de la cuenca y la creación de incentivos al comportamiento ambiental positivo.
- Estrategias DO (Superar debilidades aprovechando oportunidades): La presencia de tecnologías y técnicas para la disminución de la contaminación, implementadas en programas de capacitación y reconversión tecnológica de los sectores productivos (Minero-Lechero-Agropecuario), así como la generación de mercados verdes, podrían complementar y solucionar la ineficiencia de algunas actividades, programas y proyectos ejecutados en la

laguna, así como la falta de conciencia ambiental a nivel comunitario e industrial.

- Estrategias DA (Reducir debilidades y eliminar amenazas): Los estudios de impacto ambiental de las obras de dragado y/o adecuación hidráulica, así como la inactivación de los lodos de la laguna, reducirían las debilidades de las actividades, programas, obras y proyectos en términos de su efectividad. Lo anterior se llevaría a cabo para mejorar la calidad fisicoquímica, asegurando la efectividad y seguimiento de los mismos para la reducción de contaminación de la cuenca.

Finalmente, basado en las estrategias derivadas de la matriz DOFA, se proponen los siguientes lineamientos de gestión, los cuales están expuestos en la tabla Nro. 50. Estos lineamientos se encuentran divididos en las problemáticas conjuntas más evidenciables en la cuenca, agrupadas en las estrategias encontradas del entrecruce de la matriz DOFA: 1. Tratamiento óptimo de vertimientos domésticos, 2. Manejo de vertimientos a nivel industrial y/o pecuario y 3. Optimización del manejo hidráulico para la recuperación del ecosistema lagunar. Los lineamientos propuestos en este documento se basan en planteamientos para mejorar la calidad fisicoquímica de la laguna. Cabe aclarar que la propuesta principal es dar cumplimiento al plan de manejo del complejo lagunar Fúquene- Cucunubá y Palacio (que complementa lo planteado en el CONPES) sumado a estas nuevas iniciativas. Los lineamientos propuestos en este trabajo se centran en el mejoramiento de la calidad fisicoquímica, propósito inicial de este trabajo.

| Propuesta | Tipo | Lineamiento | Acciones |
|---|-----------------------------------|--|--|
| Tratamiento óptimo de vertimientos domésticos | Educación | Educación ambiental para las comunidades urbanas y de cabeceras municipales en el control de vertimientos domésticos. | Se propone realizar una educación integral, donde las comunidades urbanas generan conciencia de los vertimientos domésticos (Matos & Maritza, 2016) |
| | Administrativo-Asistencia Técnica | Construcción y optimización de PTARs al 100% de las cabeceras municipales con mayor carga domestica | Es vital y de gran importancia la construcción y optimización de las PTAR de los municipios de las cabeceras municipales, las cuales presentan la mayor carga a la cuenca. |
| Manejo de Vertimientos a nivel industrial, y/o pecuario | Educación-Asistencia Técnica | Programas de capacitación de reconversión tecnológica y/o tecnologías alternativas para la industria láctea, minero y aprovechamiento bovino | Se propondría planes de capacitación para la industria láctea, minera y de aprovechamiento bovino, donde se propondría y se prestaría asesoría técnica para la reconversión y manejo a tecnologías más amigables con el medio ambiente. En esto incluye proponer experiencias exitosas, con ganancias igual o mayores a las generadas actualmente en este tipo de industrias donde presenten un manejo de vertimientos optimo sin contaminar los cuerpos de agua. (Arocena, y otros, 2011) |
| | Económico | Incentivos al comportamiento ambiental positivo | Incentivos representadas en reducciones tributarias, facilidad de préstamos e inversiones si la empresa y/o actividad productiva mejora y o estimula su responsabilidad ambiental (Azqueta, 2007) |
| | Económico | Creación de | Creación de mercados verdes |

| Propuesta | Tipo | Lineamiento | Acciones |
|--|-----------------------------------|--|---|
| | | mercados verdes para actividades productivas en la cuenca | y sellos verdes a productos lácteos, incentivando la buena imagen empresarial y la responsabilidad ambiental (Azqueta, 2007) |
| Optimización del manejo hidráulico para la recuperación del ecosistema lagunar | Administrativo-Asistencia Técnica | Estudios de Impacto Ambiental y Plan de manejo ambiental para la adecuación hidráulica de la laguna de Fúquene | A pesar de ser una obra de remediación, se proponer evaluar los riesgos de esta actividad con estudios de impacto ambiental, planes de manejo ambiental de las obras de adecuación hidráulica, manejos apropiados del material dragado y aunque exista actualmente un plan de monitoreo de la Laguna, concatenar las variables de estudio físicoquímico con la implementación de las etapas de la obra civil. (Bray, 2008) |
| | Administrativo-Asistencia Técnica | Inactivación de lodos y disposición adecuada de lodos de dragado para usos de recuperación de suelos | Ya sea el tratamiento activado de los lodos para eliminar contaminantes (Bonilla, 2013) o la disposición adecuada de los mismos para no reciclar ni crear impactos por la actividad de dragado (Bray, 2008), es necesario realizar el manejo adecuado de estos lodos, con el fin de darles usos alternos como recuperación de suelos, abonos orgánicos, etc., así como una caracterización de los lodos de la laguna para un tratamiento adecuado |
| | Investigación científica | Investigación científica para la recuperación del complejo lagunar | Se propone darle un nuevo enfoque a la investigación científica, no solo tratándose de la descripción del territorio ni de los impactos presentes en la laguna, sino en generar restauración y manejo de la |

| Propuesta | Tipo | Lineamiento | Acciones |
|-----------|--------------------------|--|---|
| | | | misma, promoviendo la recuperación del complejo lagunar |
| | Investigación científica | Implementación de técnicas de bioremediación sobre la laguna de Fúquene. | En este aspecto se centran técnicas de bioremediación, oxigenación y materiales químicos que no dañen la hidrofauna y las cuales eliminen contaminantes, control biológico entre otros. (Cooke, Welch, Peterson, & Nichols, 2005) |

Tabla Nro. 50. Lineamientos de gestión complementarios sobre la calidad fisicoquímica de la cuenca Ubaté- Suárez. Laguna de Fúquene. Elaborado por el autor

7.5.2 Importancia y aplicabilidad- Lineamientos de gestión

Los planes de manejo sobre la laguna de Fúquene y la cuenca Ubaté- Suarez han sido muy diversos. Desde la emisión del CONPES 3451 (Departamento Nacional de Planeación , 2006), se han realizado numerosos esfuerzos para la recuperación de la Laguna. No obstante, el CONPES no incluye un apartado para la calidad fisicoquímica, indicadora de contaminación. La inclusión de este apartado es relevante para llevar a cabo un manejo integrado de la recuperación del recurso. Sin embargo y de forma indirecta algunas de las acciones propuestas en el CONPES y planteadas en el plan de manejo del DMI (CAR Cundinamarca, 2018), mejoran la capacidad fisicoquímica con manejos adecuados del territorio y planes prospectados a largo plazo.

Con respecto a la ordenación de la cuenca, hasta el año 2017 y 2018 fueron posibles la actualización del POMCA, la declaratoria del DMI y el plan de manejo ambiental

del DMI. Con estas herramientas, las características de protección del territorio cambian para generar un diagnóstico y ordenamiento más óptimo a la realidad local. Aunque esta acción es solamente la inicial para la consolidación de un modelo de desarrollo más integrado con la protección y el manejo ambiental, el implementar directrices nuevas se convierte en una oportunidad de mejora hacia el futuro de los ecosistemas y de la calidad de vida de la población.

Añadir la figura de protección a la laguna como lo es el DMI proporciona un plan de manejo organizado del territorio, donde existen planes, programas y proyectos para tal fin. Por ejemplo en el plan de manejo del DMI se menciona el control de las aguas residuales domésticas y no domésticas, la recuperación de las áreas degradadas e incluso educación ambiental en pro de la conservación (CAR Cundinamarca, 2018) por lo cual el mayor reto en este momento consiste en la implementación de dichos programas y que estos no sólo queden en documentos sin ninguna aplicabilidad.

No obstante, y basado en la tabla de lineamientos propuestos (Tabla 48-49 Y 50), se plantean diversas metodologías para el mejoramiento de la calidad fisicoquímica, que complementarían las labores del CONPES 3451 y el plan de manejo ambiental del DMI, los cuales podrían presentar mayor efectividad a la hora del mantenimiento fisicoquímico de la laguna.

Por ejemplo, parte de la educación ambiental y el asesoramiento de nuevas formas de producción se ha enfocado en el fortalecimiento de la educación ambiental en las comunidades rurales y escolares. Adicionalmente, se ha enfocado en la generación de identidad cultural de la laguna en programas televisivos y radiales en producción

agropecuaria con proyectos pilotos y de nuevas formas de producción (por ejemplo artesanías). No obstante, cabe aclarar que la educación ambiental es un proceso constante y permanente donde todos los miembros de las comunidad deben tomar conciencia y buscan soluciones a los problemas actuales y futuros en la parte medioambiental (Matos & Maritza, 2016).

Se observa que en la cuenca no hay proyectos enfocados a la educación ambiental de las comunidades de los cascos urbanos, los cuales son los mayores aportantes de carga contaminante de la Laguna. Tampoco se evidencian políticas de educación para las industrias lecheras; esta carencia también ocurre en las plantas de sacrificio y minería. Es importante realizar esfuerzos para promover control de cargas contaminantes desde los hogares, así como tecnologías limpias y educación ambiental (por ejemplo) en industrias como la lechera o de sacrificio. Lo anterior debe ejecutarse ya sea con políticas no solamente punitivas sino de incentivos al comportamiento ambientalmente positivo, reconversión tecnológica e incluso creación de mercados como los “sellos verdes”, que le darían un valor agregado a los productos e incluso una ventaja competitiva con otras empresas de este mismo sector. (Azqueta, 2007). La competitividad de las empresas y la protección ambiental son actualmente aspectos mutuamente incluyentes, donde el desarrollo e implementación de nuevos procesos industriales mejoran la productividad. Estas actividades realizan recuperación de agua, energía y subproductos derivados del proceso, proporcionando vertimientos más limpios. Por ende, estas actividades bajan drásticamente la contaminación. (Cabrera & Curbelo, 2008). Asimismo, promover el comportamiento ambientalmente positivo permitiría el uso de otros instrumentos

económicos diferentes a las multas y sanciones, donde se proporcione mejoramientos a escala gradual y constante que sean beneficiosos para el medio ambiente. Estos reconocerían la responsabilidad social y la competitividad como aspectos que faciliten el ingreso y el posicionamiento a nuevos mercados empresariales. (Silva & Correa, 2010). No obstante, es importante mencionar que deben existir estudios de viabilidad de este tipo de procesos en contextos tan complejos como la laguna de Fúquene. Sin embargo, si estos procesos pudieran ser aplicados, serían excelentes herramientas para generar programas de gestión adecuada del recurso.

Por ejemplo, al momento de implementar un sello ecológico o “verde” para la industria láctea y/o de sacrificio, debe tenerse en cuenta el uso sostenible de los recursos naturales, promoviendo tecnologías más limpias o generando el menor impacto posible sobre los ecosistemas y por ende, los suelos y cuerpos de agua. Esto genera un proceso de cuidado ambiental intrínseco, proporcionado por la implementación de estas iniciativas. (Vallejo, 2005). Bajo este aspecto es importante manejar el tema de “economía circular” de los residuos y subproductos que podrían generarse de dichas actividades. Por esta razón, propuestas empresariales como las expuestas por el programa “Ecolac”, de origen europeo (2017), plantean metodologías y software para cálculos de huella ambiental, costes económicos del ciclo de fabricación, gestión de residuos y aguas residuales para la fabricación de productos y ecodiseño de los mismos que orientan la toma de decisiones hacia estrategias con menor impacto ambiental, las cuales podrían ser de utilidad en este contexto.

Aunque los programas de reconversión tecnológica se plantean en el CONPES y en el plan de manejo del PMI, también es importante que las políticas de reconversión tecnológica y labranza mínima pasen de ser experiencias piloto a ser experiencias de tipo regional que puedan llegar a tener un impacto más considerable a corto y largo plazo. Esto permitiría planes y procesos mucho más efectivos e incluyentes en la realidad del territorio.

La construcción y mejoramiento de los proyectos de construcción de las PTAR deben ser de interés prioritario en los municipios. Según los datos analizados en este documento, el impacto más considerable a nivel de contaminación de la cuenca es la contaminación de los cuerpos de agua. Municipios como el Valle de Ubaté (y alrededores), y Chiquinquirá han sido los mayores aportantes de descargas a los cuerpos de agua, evidenciando los impactos cuenca abajo, ya sea en aumento por abastecimiento o calidad. (Consortio Huitaca, 2018). Si no se tratan ni mejoran los sistemas de acueducto y alcantarillado, así como el tratamiento de vertimientos que llegan directamente a la Laguna, es casi imposible pensar en un mejoramiento de las condiciones fisicoquímicas y ecosistémicas de la laguna. Estas PTAR deben contar con tratamientos de tipo terciario (Tratamientos Físicos-Químicos-Biológicos) en los grandes centros urbanos con el fin de tratar los vertimientos domésticos e industriales de la forma más óptima posible. Técnicas como estanques facultativos, filtración de arena, filtros de goteo, tratamiento físico-químico, humedales construidos, tratamiento de lodos activados, bioreactores, biofiltros y tratamientos anaeróbicos podrían ser útiles para el tratamiento de las cargas contaminantes de este territorio. Estas técnicas podrían tratar contaminantes como la remoción de

material orgánico, compuestos nitrogenados, fosfatos e incluso algunos organismos patógenos que podrían poner en riesgo a la población. (Henze, van Loosderch, Ekawa, & Brdjanovic, 2008) También se debe tener en cuenta que muchos de los impactos de los sistemas productivos no están siendo monitoreados; muchas de las industrias lácteas y mineras existen de forma informal. Por esta razón, no existen un control ni un seguimiento de sus vertimientos a los cuerpos de agua, por lo cual es altamente importante incentivar la formalización de su actividad económica (CAR Cundinamarca , 2018).

Con referencia al Dragado y el retiro de la maleza acuática del cuerpo de agua, ésta debe realizarse con sumo cuidado, teniendo en cuenta las características del territorio, la técnica de remoción y disposición de los lodos de dragado. Es necesario evaluar los riesgos de esta actividad (aunque sea de remediación), con estudios de impacto ambiental, planes de manejo ambiental de las obras de adecuación hidráulica, manejos apropiados del material dragado. Aunque exista actualmente un plan de monitoreo de la Laguna, es necesario concatenar las variables de estudio fisicoquímico con la implementación de las etapas de la obra. (Bray, 2008). Una de las etapas más delicadas en este tipo de labores civiles es la disposición de los lodos de dragado, que requiere un control exhaustivo y no simplemente trasladar “el problema” a otra área o solo recircular los contaminantes; debe verse la obra no solamente como una obra de adecuación hidráulica donde solo hay mejora de la profundidad y del aumento del volumen para evitar inundaciones, sino como una obra que conlleve a una posible recuperación ecosistémica de lo que fue un complejo humedal.

Por último, labores como el fortalecimiento de la investigación científica deben continuarse impulsando en el territorio. Técnicas de bioremediación, oxigenación, materiales químicos que no dañen la hidrofaua y eliminen contaminantes así como un control biológico pueden proporcionar una mejora considerable a las características ecosistémicas de la laguna (Cooke, Welch, Peterson, & Nichols, 2005). Innumerables experiencias exitosas de bioremediación dan prueba de ser técnicas de bajo costo, alta eficiencia y sin efectos adversos secundarios al cuerpo lagunar, las cuales podrían ser aplicadas a este tipo de ecosistemas (Shan, Wang, & Shen, 2009). Iniciativas como las propuestas por Morikawa (2010), donde realiza usos de sistemas nanotecnológicos de bioremediación, con nanoburbujeos y biofiltros, ha puesto a las aguas del humedal “El cascajo” en Perú (humedal con características similares a la laguna de Fúquene) en un proceso de recuperación paulatina, indicando que en este tipo de ecosistemas es posible una recuperación a futuro. Aunque la CAR de Cundinamarca ha tenido reuniones con el Dr. Morikawa (2017) para tratar temas de bioremediación en la laguna, estos se encuentran en espera actualmente. Es importante dar continuidad a este tipo de procesos donde las políticas locales, las comunidades y la investigación científica realicen un aporte considerable a la recuperación de este cuerpo lagunar, patrimonio natural de la comunidad Cundiboyacense.

Conclusiones y Recomendaciones

8.1 Conclusiones de los análisis de datos fisicoquímicos

- A pesar de todos los esfuerzos de la autoridad ambiental y el mejoramiento de los indicadores en los puntos de monitoreo cuenca arriba del sistema

Ubaté Suarez, las actividades de gestión del territorio no han sido efectivas sobre los indicadores físicoquímicos de la laguna de Fúquene (en referencia a los datos 2006-2018). Las tendencias de los datos presentes en el análisis, son de un decrecimiento en la calidad antes de ingresar a la laguna de Fúquene, la cual continúan incluso hasta el punto “Aguas abajo del río Simijaca”. Luego de este punto, las tendencias de calidad empiezan a variar. No obstante en la cuenca baja se encuentran los puntos con menores índices de calidad (Aguas abajo Puente tierra). Estos indicadores posiblemente son causados por las grandes concentraciones de Coliformes Totales y E. coli (causados por vertimientos domésticos sin ningún tratamiento previo) y compuestos nitrogenados presentes (efecto de actividades como la ganadería y la agricultura).

8.2 Conclusiones de los análisis a la Gestión de la laguna de Fúquene

- Se observa que en todos los programas, la mayoría de acciones se concentran en la parte de comando y control, administrativo y asistencia técnica. Se observa que de igual forma muchos de los planes son aplicados en todo el territorio y algunos han sido muy específicos para la laguna; como el proyecto especial “Fúquene todos de corazón”
- A pesar de planes como el mantenimiento del embalse “El Hato” que ha evidenciado mejoras en la calidad físicoquímica de la cuenca, planes como la adecuación hidráulica, la compra de predios, los programas piloto de labranza mínima y reconversión tecnológica, los programas de reforestación, así como todas las iniciativas de educación ambiental y el programa

“Fúquene todos de corazón” no han sido efectivas para el mejoramiento de la calidad físicoquímica, mostrando tendencias a permanecer estables e incluso a descender Fúquene (en referencia a los datos 2006-2018).

8.3 Conclusiones a las causas de deterioro ambiental (Calidad físicoquímica)

- Todos los puntos del análisis físicoquímico de la cuenca incumplen con el parámetro “Coliformes Totales y E Coli”, el cual es un indicador de presencia de excrementos humanos, animales, erosión del suelo o una combinación de las tres fuentes en los cuerpos de agua. El parámetro Nitrógeno amoniacal incumple de igual manera, lo cual es indicativo de una polución reciente generada por fertilizantes para cultivos y ganadería Fúquene (en referencia a los datos 2006-2018).
- Las actividades productivas como la minería, la ganadería, la agricultura y las actividades de tipo doméstico son las que generan los impactos sobre la cuenca Ubaté-Suarez y por ende sobre la laguna de Fúquene. El sector de vertimientos domésticos es el mayor responsable de la mala calidad de agua en general de la cuenca, reflejado en altos valores de DBO, DQO, Solidos Suspendidos Totales (SST), Nitrógeno total(NT); le sigue el sacrificio de ganado, la industria lechera y minera. Estos valores son causados por una deficiencia en el manejo de vertimientos urbanos, explicado por la falta de Plantas de Tratamientos de Aguas Residuales eficientes.

8.4 Recomendaciones para la gestión adecuada

- Es necesaria la implementación de los planes de manejo, las actualizaciones de los POT, y las recomendaciones del POMCA con respecto a la recuperación de la laguna de Fúquene. Este sería el paso inicial para la consolidación de un modelo de desarrollo más enfocado en la protección y el manejo ambiental; el implementar directrices nuevas se convierte en una oportunidad de mejora hacia el futuro de los ecosistemas y de la calidad de vida de la población.
- La construcción y el mejoramiento de los proyectos de construcción de las PTAR de los municipios deben ser de interés prioritario. Si no se tratan ni mejoran los sistemas de acueducto y alcantarillado, así como el tratamiento de vertimientos que llegan directamente a la Laguna, es casi imposible pensar en un mejoramiento de las condiciones físicoquímicas y ecosistémicas de la misma.
- Es importante realizar esfuerzos para promover el control de cargas contaminantes desde los hogares, así como tecnologías limpias en industrias como la lechera o de sacrificio, ya sea con políticas no solamente punitivas sino de incentivos al comportamiento ambientalmente positivo, reconversión tecnológica e incluso creación de mercados como los “sellos verdes”. Esto ocasionaría ver la perspectiva mucho más allá del castigo punitivo y promover un interés real y beneficioso hacia el cuidado ambiental y el crecimiento empresarial. Sin embargo para la implementación de estas

técnicas, se debe observar la viabilidad y aplicabilidad de los procesos en los contextos presentes en la cuenca “Rio Alto Suarez”

- Con referencia al dragado y el retiro de la maleza acuática del cuerpo de agua, ésta debe realizarse con sumo cuidado, teniendo en cuenta las características del territorio, la técnica de remoción y disposición de los lodos de dragado. Un mal manejo de esta actividad conllevaría a que los indicadores mostraran más contaminación. Por esta razón, es importante evaluar los riesgos de esta actividad con estudios de impacto ambiental, planes de manejo ambiental de las obras de adecuación hidráulica, manejos apropiados del material dragado y la concatenación de las variables de estudio físicoquímico con la implementación de las etapas de la obra, aunque exista la presencia actual de un plan de monitoreo de la laguna.
- La disposición de los lodos de dragado requiere un control exhaustivo y no simplemente trasladar “el problema” a otra área o solo recircular los contaminantes; la obra debe verse no únicamente como una obra de adecuación hidráulica sino como una obra que conlleve a una posible recuperación ecosistémica de lo que fue un complejo humedal.
- Se debe estimular y darle un nuevo enfoque a la investigación científica, no solo tratándose de la descripción del territorio ni de los impactos presentes en la laguna, sino en generar investigación con respecto a la restauración y manejo de la misma, promoviendo la recuperación del complejo lagunar.

Referencias Citadas

- Acosta, D. (2016). IMPACTOS AMBIENTALES DE LA MINERÍA DE CARBÓN Y SU RELACIÓN CON LOS PROBLEMAS DE SALUD DE LA POBLACIÓN DEL MUNICIPIO DE SAMACA (BOYACÁ), SEGÚN REPORTES ASIS 2005-2011. *Tesis de Grado. Especialización en Educación y Gestión Ambiental* . Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas .
- Agencia de Cooperación Internacional del Japón JICA. (2000). *Estudio osbre el plan de mejoramiento ambiental regional para la cuenca de la laguna de Fúquene*. Bogotá.
- Arocena, R., Chalar, G., Fabián, D., Pacheco, J. P., Olivero, V., González, M., . . . García, P. y. (2011). *Medidas para la mitigación del impacto de la lechería en la calidad de agua de la cuenca lechera del embalse Paso Severino. Impacto de la lechería en los ecosistemas acuáticos continentales. Proyecto FPTA- 179. Facultad de Ciencias, Instituto de Ecología*. Obtenido de <http://limno.fcien.edu.uy/pejecutados/Medidas%20para%20la%20mitigaci%C3%B3n%20del%20impacto%20de%20la%20lecher%C3%ADa%20en%20la%20calidad%20de%20agua%20de%20la%20cuenca%20lechera%20del%20embalse%20Paso%20Severino.pdf>.
- Azqueta, D. (2007). *Introducción a la economía ambiental* . Madrid: McGRAW-HILL.
- AZTI, INGENET,CORPORACIÓN ALIMENTARIA PEÑASANTA, S.A., FEDERACIÓN NACIONAL DE INDUSTRIAS LÁCTEAS. (2017). *Ecolac, prevention of daily product's environmental impact throught design*. Obtenido de <http://www.lifeecolac.es/es-es/>
- Bolaños, F. (2008). Diagnostico de la calidad de agua de las quebradas aguas claras, puente blanco, el botello, y hierbabuena en su paso por el relleno sanitario Doña Juana . *Tesis de Pregrado. Ingeniería Ambiental*. Universidad el Bosque .
- Bonilla, I. (2013). DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO PARA LOS LODOS DE DRAGADO DE LA LAGUNA DE COLTA. *Tesis de Grado. Biotecnología Ambiental*. Riobamba, Ecuador.
- Bray, R. (2008). *Environmental aspects of dredging*. London, UK: Taylor& Francis.
- Bucher, E., Castro, G., & Floris, V. (1997). Conservación de ecosistemas de agua dulce:. *No. ENV-114*.
- Cabrera, H., & Curbelo, M. (10 de 03 de 2008). *Gestiopolis*. Obtenido de royección de un sistema de gestión ambiental para la Empresa de Productos Lácteos Escambray: <https://www.gestiopolis.com/sistema-de-gestion-ambiental-para-una-empresa-de-lacteos/>
- Camaño, A., & Fariña, J. (2012). *Humedales Costeros: Aportes científicos a su gestión sustentable*. Santiago de Chile.

- CAR Cundinamarca . (2018). Solicitud de Información DESCA 20182154835, 20181143134, 20181144662, 20182160370, 20182155117. *Derechos de petición* . Bogotá .
- CAR Cundinamarca. (2000). *Fúquene (El lecho de la zorra)*. Bogotá.
- CAR Cundinamarca. (2017). *DOCUMENTO TECNICO DE SOPORTE PARA LA DECLARATORIA DEL COMPLEJO LAGUNAR FÚQUENE, CUCUNUBÁ Y PALACIO COMO DISTRITO REGIONAL DE MANEJO INTEGRADO* . Bogotá.
- CAR Cundinamarca. (2018). Solicitud de información Laguna de Fuquene DRN 20182145273. Bogotá.
- CAR Cundinamarca. (2018). *PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DISTRITO REGIONAL DE MANEJO INTEGRADO COMPLEJO LAGUNAR FÚQUENE, CUCUNUBÁ Y PALACIO*. Bogotá.
- Car Cundinamarca. (2 de 08 de 2018). Respuesta Correo. Conpes Fúquene.
- Car Cundinamarca. (2018). *SOLICITUD DE INFORMACIÓN (DCASC) LAGUNA DE FÚQUENE 20181141349*. Bogotá.
- Car Cundinamarca. (2018). Solicitud de información DGOAT 20181143131.
- Car Cundinamarca. (2018). Solicitud de información DIA 20181143131. Bogotá.
- Car Cundinamarca. (2018). Solicitud de información DIA 20181143131. Bogotá .
- Consortio Huitaca. (2018). *Actualización Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Rio Alto Suarez*. Bogotá.
- Cooke, D., Welch, E., Peterson, S., & Nichols, S. (2005). *Restoration and management of lakes and reservoirs*. Boca Raton, Florida: Taylor & Francis.
- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - DLIA- Laboratorio Ambiental. (2016). *Programa General de Muestreo, Laguna de Fúquene. Laboratorio Ambiental. GAM-PG-13*. Bogotá.
- Corporación Autonoma Regional de Cundinamarca. (02 de 08 de 2018). Respuesta al radicado 20181128934: Solicitud Información Proyecto Fuquene- Todos de Corazón. Tesis de Maestría.
- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, Ingeniería y Laboratorio Ambiental Ltda. (2003). *Monitoreo físicoquímico en la cuenca de la laguna de Fúquene: informe técnico CB 3614 / IT - 2273 -03*. Bogotá.
- Cortes- Lombana, A., Gracia, L., & Ariza, A. (2003). Los Factores de Degradación de la Laguna de Fúquene. En C. A. Cundinamarca, *Memorias del Comité de Expertos para la Recuperación de la Laguna de Fúquene*. Bogotá.

- Departamento Nacional de Planeación . (2006). *Conpes 3451-Estrategias Para el Manejo Ambiental de la Cuenca Ubaté-Suarez*. Bogotá.
- Departamento Nacional de Planeación. (2006). *Conpes 3451. ESTRATEGIA PARA EL MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA UBATÉ - SUÁREZ*. Bogotá.
- Departamento Nacional de Planeación. (07 de 10 de 2018). Obtenido de El Consejo Nacional de Política Económica y Social, CONPES:
<https://www.dnp.gov.co/CONPES/Paginas/conpes.aspx>
- Franco-García, R. (2007). Elementos Para Una Historia Ambiental de la Región de la Laguna de Fúquene en Cundinamarca y Boyacá. En F. H. Instituto de Investigación Alexander Von Humbolt, *Fúquene, Cucunuba y Palacio. Conservación de la Biodiversidad y Manejo Sostenible de un sistema Lagunar Andino*.
- Franco-Vidal Lorena, V. A. (2007). Clasificación y estado actual de los hábitats de humedal de las Lagunas de Fuquene, Cucunuba y Palacio. Implicaciones para su manejo. En F. H. Instituto de Investigación Alexander Von Humbolt, *Cundinamarca, Fúquene, Cucunuba y Palacio. Conservación de la Biodiversidad y Manejo Sostenible de un sistema Lagunar Andino*. Bogotá.
- Fundación Humedales . (2007). Visión de Futuro del Sistema Fúquene, Cucunuba y Palacio. Percepciones, deseos y necesidades. En I. d. Humedales, *Fúquene, Cucunuba y Palacio. Conservación de la Biodiversidad y manejo sostenible de un sistema lagunar Andino*. Bogotá.
- Fundación Nueva Cultura del Agua. (02 de 05 de 2018). *Agua y Ecosistemas*. Obtenido de <https://www.fnca.eu/guia-nueva-cultura-del-agua/agua-y-ecosistemas>
- Global Water Partnership - GWP. (02 de 10 de 2018). *Acerca de Global Water Partnership - GWP*. Obtenido de <https://www.gwp.org/es/GWP-Sud-America/ACERCA/>
- González, N., & González, A. (2015). *ANÁLISIS MULTITEMPORAL DEL ESPEJO DE AGUA EN LA LAGUNA DE FÚQUENE PARA EL PERIODO DE 1985 A 2015*. Manizalez: Universidad de Manizales.
- Henze, M., van Loosderch, M., Ekawa, G., & Brdjanovic, D. (2008). *Biological Wastewater Treatment. Principles, Modelling and Design* . Londres: London IWA Publishing.
- INGESA S.A. . (2005). *Programa de Control Integral de Maleza acuatica en el lago de Chapala*. Ciudad de Mexico.
- Instituto De Investigación en Recursos Biológicos Alexander Von Humbolt; Corporación Autonoma Regional de Cundinamarca. (2009). *Estrategia de fortalecimiento de la cadena de ecoturismo en la cuenca hidrográfica de la laguna de Fúquene*. Bogotá.
- Mason, C. (2002). *Biology of Freswater Pollution*. Harlow: Pearson.

- Matos, B., & Maritza, F. (2016). *Educación ambiental para el desarrollo sostenible del presente milenio*. Bogotá: Ecoe Ediciones .
- Mayorga García, F. (2003). Cronograma sobre la historia legal de la propiedad de la Laguna de Fuquene. En C. A. Cundinamarca, *Memorias del Comité de Expertos para la Recuperación de la Laguna de Fúquene*. Bogotá.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2014). *Guía Técnica Para la Formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCAS)*. Bogotá.
- MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. (02 de 10 de 2018). *Gestión Integral del Recurso Hídrico*. Obtenido de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/gestion-integral-del-recurso-hidrico>
- Morikawa, M. (25 de 3 de 2017). El japonés que busca salvar la Laguna de Fúquene. (E. Espectador, Entrevistador)
- Morikawa-Sakura, M. S. (2010). *Tratamiento y Transferencia Tecnológica para la Recuperación del Agua y Conservación del Medio Ambiente en el Humedal "El Cascajo" en la República del Perú*. Obtenido de [http://www2.congreso.gob.pe/sicr/comisiones/2012/com2012ciencia.nsf/0/0e4a37d3270f8de105257acd006e78c3/\\$FILE/Resumen_proyecto.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/comisiones/2012/com2012ciencia.nsf/0/0e4a37d3270f8de105257acd006e78c3/$FILE/Resumen_proyecto.pdf)
- Newton, A., & Mudge, S. (2004). Lagoon-sea exchanges, nutrient dynamics and water quality management of the Ria Formosa (Portugal). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 405-414.
- ONU-PNUMA. (2012). *Estrategia Operativa para el Agua Dulce [2012-2016]*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente- División de Comunicaciones .
- Pieterse, A. (22 de 01 de 2019). *Capítulo 11. Manejo de malezas acuáticas*. Obtenido de FAO: <http://www.fao.org/docrep/t1147s/t1147s0f.htm#control%20f%C3%ADsico>
- Pizarro, H. E. (2005). Variables físico-químicas del agua y su influencia en la biomasa del perifiton en un tramo inferior del Río Luján (Provincia de Buenos Aires). *Ecología austral*, 5(1), 73-88.
- Ponce-Talancón, H. (Septiembre de 2006). La matriz FODA: una alternativa para realizar diagnósticos y determinar estrategias de intervención en las organizaciones productivas y sociales. (UNAM, Ed.) *Contribuciones a la economía*,.
- Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo. (2000). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*.
- RAMSAR. (2016). *Cuarto Plan estratégico (2016-2024)*. Obtenido de https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/4th_strategic_plan_2016_2024_s.pdf
- RAMSAR, C. (2010). *Manual 18. Manejo de Humedales*. Gland (Suiza).

- Rodriguez, M. (26 de 03 de 2003). *Instrumentos de gestión ambiental*. Obtenido de Instrumentos de gestión ambiental:
<http://www.manuelrodriguezbecerra.org/bajar/gestion/capitulo11.pdf>
- Romero, J. (2004). *Tratamiento de aguas residuales: teoría y principios de diseño*. Bogotá: Colombia. Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Romero, J. A. (2000). *Acuiquímica*. Bogotá: Escuela de Ingeniería.
- Sampieri, R. (2014). *Metodología de la Investigación*. Ciudad de México : McGraw-Hill.
- Santafé, C., Palacios, E., Virginia, R., & Castillo, D. (2012). *Estudio biológico experimental del junco para la fundamentación del tratamiento de inmunización en el municipio de Fuquene*. Bogotá: Artesanías de Colombia.
- Severiche, C., Barreto, A., & Acevedo, R. (2013). Efecto de las Lluvias sobre la Calidad del Agua en La CiénagaSM. *Revista Avances-Universidad Libre*, 58-67.
- Shan, M., Wang, Y., & Shen, X. (2009). Study on bioremediation of eutrophic lake. *Journal of Environmental Sciences Supplement*, S16–S18.
- Silva, S., & Correa, F. (2010). Los instrumentos económicos como incentivos a la internalización de costos ambientales en empresas floricultoras. *Pensamiento y Gestión Nro. 29. Universidad del Norte*, 25-55.
- Snoeyink, V., & Jenkins, D. (2002). *Química del Agua*. (M. C. Sangines, Trad.) México D.F: Limusa.
- Torres, P., Cruz, C., & Patiño, P. (2009). ÍNDICES DE CALIDAD DE AGUA EN FUENTES SUPERFICIALES UTILIZADAS EN LA PRODUCCIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO. UNA REVISIÓN CRÍTICA. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 1-16.
- Vallejo, J. (2005). Establecimiento de un programa de ecoetiquetas para el sector lácteo. *Tesis de Grado. Programa Administración de Negocios. Universidad de San Buenaventura*. Bogotá.
- Van Der Hammer, T. (2003). Bases para un plan de manejo de la laguna de Fúquene y su cuenca hidrográfica. En C. A. Cundinamarca, *Memorias del Comité de expertos para la Laguna de Fúquene*. Bogotá.
- Viceministerio de Ambiente. Ministerio de Ambiente, V. y. (2010). *Política Nacional Para la Gestión Integral del Recurso Hídrico*. Bogotá.

Anexos

Anexo Nro. 1. Puntos de Monitoreo Variables Fisicoquímicas (Coordenadas y análisis)

En la siguiente tabla, se observan los puntos de monitoreo, obtenidos del POMCA (Consortio Huitaca, 2018). En este monitoreo se establecen 32 puntos de monitoreo, los cuales se analizan los parámetros de la normatividad vigente.

| Subcuenca | Nro. | Nombre | Latitud | Longitud | Parámetros Monitoreados |
|-----------------|------|--------------------------------|---------|----------|--|
| Rio Alto Ubaté | 1 | LG La Manila | 1020269 | 1080627 | Oxígeno Disuelto Demanda Química de Oxígeno Demanda Biológica de Oxígeno Sólidos Suspendedos Totales Coliformes Totales E. Coli N-Amoniacal Fosforo Total Nitratos Nitritos Temperatura Caudal Alcalinidad Cloruros Sólidos Totales Turbidez Aluminio Mercurio Níquel Sodio Boro Calcio Hierro Magnesio Manganeso Plata pH |
| | 2 | Quebrada Suchinica | 1020664 | 1080272 | |
| | 3 | Antes del río Hato | 1020745 | 1080086 | |
| | 4 | Rio Hato | 1020733 | 1080016 | |
| | 5 | Estación la Boyera | 1025026 | 1077872 | |
| | 6 | LG Puente Barcelona | 1031187 | 1081651 | |
| | 7 | Rio Suta | 1032899 | 1081738 | |
| | 8 | Después del río Suta | 1033090 | 1081929 | |
| | 9 | Rio Lenguaque | 1033744 | 1083100 | |
| Rio Bajo Ubaté | 10 | LM Exclusa el Cubio | 1034826 | 1086171 | |
| | 11 | LG Puente Colorado | 1034958 | 1086650 | |
| | 12 | Antes de la Laguna de Fúquene | 1037169 | 1091104 | |
| | 13 | Después Laguna de Fúquene | 1034041 | 1099373 | |
| | 14 | Canal río Susa | 1033398 | 1099156 | |
| Rio Alto Suarez | 15 | LG San Miguel, Puente Concreto | 1032392 | 1102184 | |
| | 16 | Rio Simijaca | 1032153 | 1103462 | |
| | 17 | Vallado Escorial | 1032156 | 1103557 | |
| | 18 | Aguas Abajo río Simijaca | 1032272 | 1103758 | |
| | 19 | Vallado Grande | 1032334 | 1103888 | |
| | 20 | Quebrado el Charco | 1033248 | 1108506 | |
| | 21 | LG Exclusa Tolón | 1031597 | 1113508 | |
| | 22 | Rio Chiquinquirá | 1031234 | 1113865 | |
| | 23 | LG La Balsa | 1031358 | 1114058 | |
| | 24 | Aguas Abajo Chiquinquirá | 1031456 | 1114131 | |
| | 25 | Canal Paris Madrón | 1032034 | 1114793 | |
| | 26 | Quebrada Puente Tierra | 1032856 | 1116209 | |

| Subcuenca | Nro. | Nombre | Latitud | Longitud | Parámetros Monitoreados |
|-----------|------|------------------------------|---------|----------|------------------------------|
| | 27 | Aguas Abajo Puente Tierra | 1033087 | 1116280 | Cromo +6 Selenio Plomo |
| | 28 | Exclusa Merchán | 1035143 | 1120189 | |
| | 29 | Quebrada la Ruda | 1035417 | 1121243 | |
| | 30 | Aguas Abajo Quebrada la Ruda | 1035560 | 1121293 | |
| | 31 | Quebrada Jabonera | 1036836 | 1123000 | |
| | 32 | LG Garavito | 1038120 | 1126555 | |

Por otro lado, la CAR en un esfuerzo adicional, realiza monitoreos anexos sobre la Laguna de Fúquene, determinando así en otro plan de muestreo 7 puntos sobre la Laguna de Fúquene

| # | Nombre Perteneiente a Subcuenca río Bajo Ubaté | Latitud | Longitud | Parámetros Monitoreados |
|----|---|---------|----------|--|
| 67 | Laguna de Fúquene, en el sector del embarcadero | 1034280 | 1095663 | Oxígeno Disuelto, Demanda Química de Oxígeno, Demanda Biológica de Oxígeno Sólidos Suspendidos Totales, Coliformes Totales, E. Coli N-Amoniacal, Fosforo Total , Nitratos ,Nitritos ,Temperatura Caudal ,Alcalinidad ,Cloruros Sólidos Totales ,Turbidez, Aluminio ,Mercurio ,Níquel ,Sodio ,Boro ,Calcio ,Hierro ,Magnesio ,Manganeso ,Plata pH, Cromo +6 ,Selenio, Plomo |
| 68 | Laguna de Fúquene, cerca de la desembocadura del río Suarez | 1034107 | 1096713 | |
| 69 | Laguna de Fúquene, en el centro de la Laguna | 1036999 | 1095900 | |
| 70 | Laguna de Fúquene, en la desembocadura del río Ubaté | 1036035 | 1093609 | |
| 71 | Laguna de Fúquene, en la desembocadura de la Quebrada Tagua | 1037977 | 1093850 | |
| 72 | Laguna de Fúquene, en la desembocadura de la Quebrada Monroy | 1039042 | 1094797 | |
| 73 | Canal Perimetral, Laguna de Fúquene, costado derecho cerca al Embarcadero | 1034088 | 1095524 | |

Anexo Nro. 2. Lista de Radicados información CAR. Proyectos Cuenca Ubaté- Suarez

En la siguiente tabla, se evidencia el listado de radicados de los cuales se obtuvo la información de los proyectos de Gestión de la corporación. Muchos de estos documentos fueron escritos por funcionarios en respuesta a las solicitudes, algunas veces con documentos anexos citados en este trabajo

| Radicado | Título de Radicado | Tipo de radicado |
|-----------------|---|-------------------------|
| 20183120065 | Solicitud Datos Físicoquímicos Laguna de Fúquene | Consulta |
| 20181128934 | Solicitud Información Proyecto Fúquene -Todos de Corazón. Tesis de Maestría | Consulta |
| 20182142265 | Respuesta al radicado 20181128934: Solicitud Información Proyecto Fúquene- Todos de Corazón. Tesis de Maestría | Respuesta |
| 20181130219 | Solicitud Adicional Laguna de Fúquene (Base presupuestal) | Consulta |
| 20182142264 | Respuesta al radicado 20181130219: Solicitud Adicional Laguna de Fúquene. Base presupuestal | Respuesta |
| 20181129339 | Solicitud Información Adicional. Laguna de Fúquene | Consulta |
| 20181129291 | Solicitud de Información Adicional. Laguna de Fúquene | Consulta |
| 20182139676 | Respuesta a las radicaciones 20181129291 y 20181129339 - Solicitud de Información Laguna de Fúquene | Respuesta |
| 20181132292 | Solicitud de Información. Conpes 3451 y Anexos Pomca Cuenca Alta río Suarez | Consulta |
| 20182145273 | Respuesta al radicado 20181132292: Solicitud de Información. Conpes 3451 y Anexos Pomca Cuenca Alta río Suarez. | Respuesta |
| 20181143131 | SOLICITUD DE INFORMACIÓN DIA (DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA AMBIENTAL) OBRAS LAGUNA DE FÚQUENE | Consulta |
| 20182154253 | Respuesta al radicado 20181143131: SOLICITUD DE INFORMACIÓN DIA (DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA AMBIENTAL) OBRAS LAGUNA DE FÚQUENE | Respuesta |
| 20181143132 | SOLICITUD DE INFORMACIÓN DGOAT (LAGUNA DE FÚQUENE) Dirección de Gestión del Ordenamiento Ambiental y Territorial | Consulta |

| Radicado | Título de Radicado | Tipo de radicado |
|-----------------|---|----------------------------|
| 20182154835 | Contestación Radicado 20181143132 - SOLICITUD DE INFORMACIÓN LAGUNA DE FÚQUENE | Respuesta |
| 20181143134 | SOLICITUD INFORMACIÓN LAGUNA DE FÚQUENE DESCA Dirección de Evaluación, Seguimiento y Control Ambiental: | Consulta |
| 20181144662 | SOLICITUD INFORMACIÓN LAGUNA DE FÚQUENE DESCA Dirección de Evaluación, Seguimiento y Control Ambiental SOLICITUD COMPLEMENTARIA (radicado 20182154290 incompleto) | Consulta |
| 20182160370 | Respuesta al radicado 20181143134: SOLICITUD INFORMACIÓN LAGUNA DE FÚQUENE DESCA Dirección de Evaluación, Seguimiento y Control Ambiental: | Respuesta |
| 20182155117 | Respuesta al radicado 20181143134: SOLICITUD INFORMACIÓN LAGUNA DE FÚQUENE DESCA Dirección de Evaluación, Seguimiento y Control Ambiental: | Respuesta |
| 20182154448 | Respuesta al radicado 20181143134: SOLICITUD INFORMACIÓN LAGUNA DE FÚQUENE DESCA Dirección de Evaluación, Seguimiento y Control Ambiental: | Respuesta |
| 20182154290 | Respuesta al radicado 20181143134: SOLICITUD INFORMACIÓN LAGUNA DE FÚQUENE | Respuesta |
| 20181141349 | RV: SOLICITUD DE INFORMACIÓN (DCASC) LAGUNA DE FÚQUENE | Consulta |
| 20182153647 | Respuesta al radicado 20181141349: RV: SOLICITUD DE INFORMACIÓN (DCASC) LAGUNA DE FÚQUENE | Respuesta |
| 20182145273 | Solicitud de Información (Interna) Tesis de Maestría. Respuesta DRN y respuesta correo electrónico | Solicitud Respuesta |

Tabla. Listado de radicados solicitados a la Corporación en respuesta a proyectos de Gestión Adelantados en la Laguna de Fúquene

Anexo Nro. 3. Acciones DCASC (DIRECCIÓN DE CULTURA AMBIENTAL Y SERVICIO AL CIUDADANO)

En la dirección de Cultura Ambiental y Servicio al ciudadano, se ejecutaron 2 acciones:

labranza mínima y siembra directa para la conservación de suelos. Según la autoridad

Ambiental (Car Cundinamarca, 2018) , se exponen a continuación

| Acción | Descripción | Actividad | Resultados |
|---|---|--|--|
| <p>6.1 Labranza Mínima y siembra directa para la conservación de sueños</p> | <p>Consiste en una alternativa de producción que facilita un manejo especial de recurso, construyendo con expertos sistemas alternativos de producción cubriendo zonas donde se presenta un alto deterioro del suelo. Simultáneamente se realizan acciones preventivas implementando fincas modelo, con técnicas sustentables de agricultura y ganadería.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Mínimo movimiento del suelo • Rotación de cultivos con abonos verdes • Cobertura permanente del suelo • Marcha de proyectos Piloto de proyectos Agroforestales, Silvopastoriles y Renovación de praderas | <ul style="list-style-type: none"> • Diseños de técnicas biomecánicas que permiten manejar agua de escorrentía • Fincas piloto sustentables de agricultura y ganadería, donde se reduce el impacto al suelo, mejora de uso de agua con resultados de producción agropecuaria similares <p>Municipios con proyectos piloto:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ubaté, Carmen de Carupa, Susa, Simijaca, Lenguaque, Gachetá (Proyectos Agroforestales y Silvopastoriles) • Fúquene (Renovación de praderas). |
| <p>Acción 7-1. Concientización a las comunidades de valores ecosistémicos</p> | <p>Proyecto Gestión del conocimiento e innovación ambiental, apoyando buenas prácticas agrícolas y ganaderas</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Procesos de educación ambiental con Ganaderos de la zona • Visitas de documentación y proyectos de emprendimiento social para la conservación Ambiental (ESCA) • Proyectos de Producción más limpia (PML) • Comités Interinstitucionales de Educación Ambiental – CIDEA | <ul style="list-style-type: none"> • Paquetes pedagógicos para Ganaderos en Cucunubá y Ubaté y fortalecimiento de la educación ambiental con las Juntas de Acción Comunal (JAC), Umata, acueductos rurales en Carmen de Carupa, Susa, Simijaca, San Miguel de Sema • Visitas de documentación en Carmen de Carupa, ESCA en Fúquene, Susa y Simijaca con el propósito de consolidar la protección y conservación del complejo lagunar • PML en cultivos de uchuva en Fúquene, con el uso alternativo de llantas de automóviles CIDEA en Fúquene, |

| Acción | Descripción | Actividad | Resultados |
|--|--|---|---|
| Acción 7-1. Concientización a las comunidades de valores ecosistémicos | <p>Cultura para la protección ambiental, proyecto que consiste en difundir la teoría y práctica del uso eficiente y el ahorro del agua y la energía, la disposición y manejo adecuado de los residuos sólidos, la protección y conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y el entorno, la gestión del riesgo y la concienciación frente a los efectos del cambio climático.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Niños defensores del agua y pregoneros ambientales • Proyectos de manejo apropiado de residuos sólidos • Socialización de la declaratoria de Distrito Regional de Manejo Integrado • Consolidación de Gremio de Artesanos del Junco • Capacitación con usuarios de acueductos veredales en uso eficiente del agua | <ul style="list-style-type: none"> • Proyecto niño defensores del agua y manejo adecuado de residuos en busca del uso adecuado del agua, que permita racionar el recurso desde los hogares e instituciones educativas en los municipios Sutatausa, Cucunubá, Ubaté, Carmen de Carupa, Fúquene, Susa, Simijaca, Guachetá, San Miguel de Sema • Socialización del DRMI en la zona de del polígono del área protegida- norte de Cundinamarca y parte del occidente de Boyacá • Acercamiento y consolidación del gremio de artesanos del junco de los municipios que hacen parte de DRMI, para construir los términos de referencia • Capacitación sobre buen uso del agua en acueductos veredales (cuidado, racionalización, etc.) |
| Acción 7-1. Concientización a las comunidades de valores ecosistémicos | <p>Cambio Climático, el cual consiste en capacitar población escolar, docentes, líderes comunitarios y demás personas que les permite estar preparados para enfrentar y atender eventualidades</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Voceros Ciudadanos | <ul style="list-style-type: none"> • Voceros ciudadanos prestos a liderar acciones que permitan salvaguardar vidas y proteger al mismo tiempo sus comunidades ante cualquier evento, para enfrentar y atender eventualidades y riesgos vinculados al cambio climático |

| Acción | Descripción | Actividad | Resultados |
|--|---|---|---|
| Acción 7-1. Concientización a las comunidades de valores ecosistémicos | Ciclo, reciclo, programa que busca fortalecer el programa de gestión y adecuada disposición de los residuos sólidos, se logró la revisión de las herramientas pedagógicas e integración de procesos técnico - sociales puesta en marcha de la compostera y proyectos de lombricultura | Operación y funcionamiento composteras Capacitación 3Rs | Proyectos de elaboración de composteras en la cual se logra el manejo del material orgánico, permitiendo la disminución en los volúmenes de desechos con destino al relleno sanitario, y al mismo tiempo dar un uso adecuado a estos residuos Capacitaciones a la comunidad de 3Rs, en referencia al origen y disposición final de los materiales, así como su correcta disposición e incluso reutilización en otros procesos. |
| Acción 7-1. Concientización a las comunidades de valores ecosistémicos | Comunicación efectiva, el cual y a través de la ejecución de estrategias comunicativas se logró la grabación, edición y producción de doce cápsulas audiovisuales relacionadas con el proyecto institucional ‘Por Fúquene Todos de Corazón’ | Piezas de divulgación audiovisual (12 capsulas audiovisuales) de la Cuenca Ubaté Suarez y la Laguna de Fúquene | Entrega y difusión de videoclips como herramienta que genera el cambio de hábitos sociales y personales de la comunidad, en los cuales se hacen un recuento histórico del estado actual del ecosistema, los actividades y afectaciones (industrial, agropecuario, domestico) que han generado una serie de impactos negativos en el humedal que generan la disminución en aspectos como calidad y cantidad de agua. |
| Acción 7-1. Concientización a las comunidades de valores ecosistémicos | Fortalecimiento de planes territoriales de educación ambiental, que busca el fortalecimiento del Comité Técnico interinstitucional de Educación Ambiental Municipal- CIDEA, de igual forma liderar procesos de turismo de Naturaleza en la Jurisdicción CAR y gestión Ambiental Urbana | <ul style="list-style-type: none"> • Proyectos de asistencia técnica y pruebas piloto. Turismo • Creación CIDEA | <ul style="list-style-type: none"> • Proyectos de asistencia técnica, así como pruebas piloto en el municipio de Ubaté y Fúquene, en temas de formación turística/ambiental y la participación de los actores turísticos en la formulación de un futuro proyecto de atractivos turísticos alrededor de la laguna de Fúquene • Creación CIDEA, basado en decreto 1549-2012, Decretos y/o acuerdos de creación de los CIDEA en cada uno de los municipios |

Anexo Nro. 4. Acciones DESCA (DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN, SEGUIMIENTO Y CONTROL AMBIENTAL)

La dirección de evaluación, seguimiento y control ambiental, ha realizado tres acciones relacionadas a la cuenca Ubaté- Suarez: **Planificación de la actividad minera, asesoría de PGIRS en 17 Municipios y control de las industrias lácteas.**

| Acción | Descripción | Actividad | Resultados |
|---|---|---|---|
| Acción 2.6. Planificación de la actividad minera | Esta actividad orienta las acciones de evaluación y seguimiento a trámites ambientales y sancionatorios para la minería | Concesiones y licencias de minería legal en la cuenca Ubaté- Suarez | Catastro Minero 2018. Se realiza control y seguimiento de aproximadamente 171 concesiones mineras legales, las cuales se encuentran registradas en la agencia Nacional de Minería bajo la figura de Catastro Minero Nacional, así como de su licenciamiento ambiental Se realiza mapeaje de las zonas con permisos legales, los cuales están fuera de la jurisdicción del Distrito de Manejo Integrado |
| Acción 5.82 PGIRS 17 municipios | Se realiza el seguimiento al PGIR de los 17 municipios correspondientes a la jurisdicción de la Cuenca Ubaté- Suarez | Actualización de PGIRS | Se hace un control de los residuos aprovechables y dispuestos, así como a que relleno sanitario van a disponerse los residuos. El único municipio que no presenta actualización del PGIR es Susa. |

| | | | |
|---|--|--|---|
| <p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Acción 5.83. Seguimiento vertimientos industrias lácteas</p> | <p>Se realiza el seguimiento y control de los vertimientos de las industrias lácteas del CONPES 3451 de 2006</p> | <p>Reportes de seguimiento y Control a las Industrias lácteas (Clasificación CIU Rev. 4: 1040 Elaboración de productos lácteos) con el fin de verificar el manejo de las aguas residuales generadas en los establecimientos y el cumplimiento de la normativa ambiental vigente para el tema de vertimientos</p> | <p>Visitas y control a los establecimientos</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Productos Lácteos Colfrance, localizada en la vereda Taravita del Municipio de Fúquene (Cundinamarca) 2) Lácteos Leche y Miel y Doña Leche localizados en la vereda Palo Gordo del Municipio de Villa de San Diego de Ubaté (Cundinamarca) <p>Seguimiento a trámites ambientales y resoluciones a términos sancionatorios Seguimiento a Planes de Saneamiento y Manejo de vertimientos PSMV</p> |
|---|--|--|---|

Anexo Nro. 5. Acciones DGOAT (DIRECCIÓN DE GESTIÓN Y ORDENAMIENTO AMBIENTAL Y TERRITORIAL)

Bajo la dirección de Gestión y Ordenamiento Ambiental y Territorial, se realizan diversas acciones como son la **implementación del POMCA Ubaté-Suarez, Ajustes al POT basados en el POMCA, Reglamentar 11 cuencas de tercer orden, elaboración de plan de manejo Fúquene- Cucunubá- Palacio, programas de reforestación, compra de predios, plan de ecoturismo.**

| Acción | Descripción | Actividad | Resultados |
|--|---|--|---|
| Acción 2.1 Actualización POMCA Ubaté- Suarez | Proyecto el cual tenía como objetivo principal ajustar el POMCA de la cuenca Ubaté-Suarez (Consortio Huitaca, 2018) | <ul style="list-style-type: none"> Actualización del POMCA en 6 fases: Aprestamiento, Diagnóstico, Zonificación Ambiental, Formulación, Ejecución y Seguimiento y control | <ul style="list-style-type: none"> Se da finalización en el 2017 y formalización del documento en el año 2018 de la actualización. Se realizó una categorización de los actores, y la formación de un “consejo de cuenca”. (CAR Cundinamarca, 2018) Se realizó la caracterización física, biológica, geológica, hídrica, socioeconómica y cultural, así como la caracterización del riesgo y los conflictos por uso, manejo, recurso hídrico y cobertura. Se realiza una zonificación y una prospectiva ambiental (unida a la gestión del riesgo), donde se plantea un escenario apuesta para su manejo e implementación. |
| Acción 2-2- Reglamentar 11 Cuencas de 3er Orden | Reglamentación de Cuencas de tercer Orden | <ul style="list-style-type: none"> Durante los años 2013-2016, se reglamentaron 5 de las 11 cuencas de tercer Orden de la región de Ubaté- Suarez | <ul style="list-style-type: none"> Se reglamentaron las cuencas del territorio en los Municipios de Suesca, Ubaté, Carmen de Carupa, Fúquene y Caldas. |

| Acción | Descripción | Actividad | Resultados |
|--|--|---|--|
| Acción 2.5. Elaboración del plan de manejo Fúquene -Cucunubá y Palacio | Declaración del Distrito de Manejo Integrado (DMI), del complejo Lagunar Fúquene, Cucunubá y Palacio | <ul style="list-style-type: none"> • Documento técnico de soporte (Mayo 2017), donde realizan una descripción biofísica, faunística, limnológica, de vegetación y socioeconómica • Declaración Oficial DMI • Plan de Manejo | <ul style="list-style-type: none"> • Propuesta de zonificación para la conservación y manejo del territorio. • Declaratoria DMI, bajo acuerdo 018 del 11 de Julio de 2017 • Acuerdo 05 del 6 de Abril del 2018, se adopta el Plan de Manejo Ambiental para el complejo Lagunar. (Se exponen las generalidades del territorio, diagnósticos biofísicos y socioeconómicos, evaluación de aspectos ambientales problemáticas, presiones y conflictos de intereses, zonificación y reglamentación de uso y plan de manejo) (CAR Cundinamarca, 2018) |
| Acción 2.25 Ajustes a los POT basados en el POMCA | Asesoría en los ajustes a los POT municipales del territorio | <ul style="list-style-type: none"> • Actualización 2013-2017 POT municipales | <ul style="list-style-type: none"> • Ayuda y asesoría a la actualización de los POT por parte de la CAR de Cundinamarca, basados en los POMCA de los municipios de Ubaté, Guacheta, Suesca, Villapinzón, Sutatausa, Tausa, Cucunubá, Carmen de Carupa, Fúquene, Susa, Lenguazaque, Simijaca , Caldas, Saboya., San Miguel de Sema, Chiquinquirá, Ráquira. |

| Acción | Descripción | Actividad | Resultados |
|---|---|--|--|
| Acción 6.2 Programa de Reforestación | Reforestación en la zona de Ubaté- Suarez | <ul style="list-style-type: none"> Reforestación desde el año 2013 al 2018 de especies nativas de la zona | <ul style="list-style-type: none"> Año 2008: San Miguel de Sema, Tausa Año 2009: Chiquinquirá, Fúquene, Saboya, San Miguel de Sema, Cucunubá, Guacheta, Carmen de Carupa, Ubaté, Lenguazaque, Tausa, Ráquira, Año 2010: Buenavista, Saboya, Chiquinquirá Año 2011: Ráquira, Caldas Año 2013: Sutatausa, Ráquira, Caldas |
| Acción de 6.4 y 6.5 compra de predios en zona protegida | Compra de predios del área total protegida y de áreas propuestas a ser protegidas | <ul style="list-style-type: none"> Compra de predios desde el año 2017 al año 2014 | <ul style="list-style-type: none"> Compra de predios en áreas de Páramos y Subparamos, de la jurisdicción |
| Acción 7.2. Plan de Ecoturismo | Diseños de Plan de ecoturismo | <ul style="list-style-type: none"> En asociación con el instituto Humboldt, se diseñó una Estrategia de Plan ecoturístico para la Laguna de Fúquene | <ul style="list-style-type: none"> CONVENIO DE ASOCIACIÓN 0833 DE 2008 INSTITUTO HUMBOLDT – Implementar acciones del Plan de Uso Público “Encuentre la Cucharita” y enriquecer dicho documento al caracterizar y definir una estrategia de fortalecimiento de la cadena de ecoturismo en la cuenca hidrográfica de la laguna de Fúquene” en conjunto con la Car de Cundinamarca y el instituto Humboldt (2009) |

Anexo Nro. 6 Acciones DRN (DIRECCIÓN DE RECURSOS NATURALES)

Basado en las actividades de la dirección sobre la cuenca Ubaté-Suarez, la Dirección de Recursos Naturales trabaja sobre varias acciones encaminadas a la **declaratoria de las zonas de protección de las rondas hidráulicas de las lagunas de Fúquene, Cucunubá y Palacio, la ejecución del plan de monitoreo de la Cuenca y la Investigación Científica.**

| Acción | Descripción | Actividad | Resultados |
|---|---|--|--|
| Acción 2.4. Declaratoria de rondas hidráulicas de las Lagunas de Fúquene Cucunubá y Palacio | Delimitación de rondas hidráulicas de las Lagunas de Fúquene, Cucunubá y Palacio. | Desde el año 2015 , se emitieron 3 resoluciones, las cuales declararon la ronda hidráulica del Complejo Fúquene-Cucunubá-Palacio | Resolución 1156 – Laguna de Fúquene (24-05-2016). Resolución 0307 – Lagunar Cucunubá y Palacios (08-02-2017). Resolución 0939 – río Fúquene (07-04-2017). |
| Acción 3.11. Ejecutar el plan de Monitoreo del sistema Fúquene Cucunubá y Palacio | Muestreos de la zona de influencia en el componente hídrico (Fisicoquímico, Microbiológico, aforos, etc.) | Contratos en el año 2006 para monitoreo. A partir del año 2006, el Laboratorio ambiental de la CAR realiza monitoreos hasta la fecha | Se realiza muestreos en la zona de influencia, con el fin que se tenga un registro de las características del agua, teniendo en cuenta un Programa General de Muestreo para la Laguna de Fúquene y la cuenca Ubaté-Suarez (Programa de monitoreo anual) (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - DLIA-Laboratorio Ambiental, 2016) |

| Acción | Descripción | Actividad | Resultados |
|--------------------------------------|--|--|--|
| Acción 7.3. Investigación científica | Se realizaron planes de manejo y conservación de especies animales y vegetales prioritarias para la cuenca Ubaté- Suarez | Planes de manejo y conservación de dos especies vegetales, 6 animales y 1 proyecto de conservación del suelo Realización documento Especies de Flora y Fauna Priorizadas con importancia estratégica para la jurisdicción CAR 2016 – 2019 Realización de Catálogo de Especies Invasoras del territorio CAR | Plan de Manejo y Conservación del Roble <i>Quercus humboldtii Bonpl</i> (2016) Plan de Conservación y Manejo del Pino Colombiano <i>Podocarpus d Don ex Lamb</i> (2017) Plan de Manejo y Conservación del Pato Andino (<i>Oxyura jamaicensis andina</i>) (2017) Plan de Conservación y Manejo del Polla Sabanera (<i>Porphyriops melanops bogotensis</i>) (2017) Plan de Prevención, Control y Manejo del Cangrejo Rojo Americano (<i>Procambarus clarkii</i>)(2017) Plan de Prevención, Manejo y Control del Perro Feral (<i>Canis lupus familiaris</i>) (2017) Plan de Prevención, Control y Manejo de la Tilapia del Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) (2017) Plan de Prevención, Control y Manejo del Chamón (<i>Molothrus Bonariensis</i>) (2017) Diagnóstico y Monitoreo de Degradación de suelos por Salinización en el DMI Complejo Lagunar Fúquene, Cucunubá y Palacio (2017) |

Anexo Nro. 7. Acciones DIA (DIRECCIÓN DE INTRAESTRUCTURA AMBIENTAL)

Esta dirección es la que ha ejecutado más actividades sobre la laguna de forma directa. Con un total de 17 acciones (2016-2017), **ha realizado adecuaciones hidráulicas del canal perimetral, construcción de jarillones y compuertas, operación de embalses, adecuación hidráulica de la Laguna, el dragado, el control de malezas acuáticas, la operación del distrito de riego y la construcción de PTARS de los 14 municipios**, todos con la interventoría técnica correspondiente.

| Acción | Descripción | Actividad | Resultados |
|---|--|---|--|
| <p>Acción 3.4. Operar y mantener embalses en la cuenca del río Ubaté-Hato, Lenguazaque, Simijaca, Susa</p> | <p>Prestación de servicios por medio de contratos de operación y control del sistema de embalses</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo de mantenimientos del embalse “El Hato” (2016-2017) | <ul style="list-style-type: none"> • Cumplimiento de la acción en el embalse “ El Hato”, donde se planea un contrato continuo para su mantenimiento • Respecto a los embalses de Lenguazaque, Simijaca y Suta no fue posible su construcción debido a que la población no aprobó la ejecución de los proyectos por lo cual se llegó hasta la pre-factibilidad de los mismos, la entidad se encuentra consolidando la información que evidencia la viabilidad para la construcción y la justificación del porque la comunidad no acepta el proyecto. |
| <p>Acción 3.12 Ejecutar el programa de Dragado en la laguna de Fúquene- Cucunubá y Palacio</p> | <p>Ejecución de obras por contratación (dragado) para la recuperación ambiental y capacidad hidráulica en la Laguna de Fúquene</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Labores de dragado y limpieza del complejo lagunar (2016-2017) | <ul style="list-style-type: none"> • Remoción de sedimentos y/o material vegetal en la Laguna de Fúquene, como medida encaminada a mitigar los efectos ambientales tales como: aumento de sedimentación, contaminación, apropiación de tierras que originalmente eran parte de la Laguna y de su zona estacionalmente inundable, proliferación de plantas acuáticas invasoras como buchón, elodea, junco, entre otras. • Las principales actividades realizadas en cumplimiento del objeto contractual son: levantamiento topográfico, retiro y extracción de material del área delimitada, remoción de maleza acuática, batimetría final, transporte de material removido y su respectiva disposición |

| Acción | Descripción | Actividad | Resultados |
|---|--|--|--|
| Acción 4.2. Extraer permanentemente la maleza acuática en las lagunas de Fúquene- Cucunubá y Palacio | Contrato de remoción de sedimentos y material vegetal del complejo Lagunar | <ul style="list-style-type: none"> Remoción de material vegetal de la laguna (2016-2017) | <ul style="list-style-type: none"> El presente contrato busca continuar con las labores de limpieza y remoción de sedimentos y/o material vegetal en la Laguna de Fúquene, como medida encaminada a mitigar los efectos ambientales: Su aplicación es del 100% en la Laguna de Fúquene El área ejecutada de extracción de maleza acuática para el primer semestre de 2017 es de 1,7 has |
| Acción 4.3. Adquirir y mantener la maquinaria para la extracción de maleza acuática | Contrato de obtención y mantenimiento de maquinaria especializada para adecuación hidráulica | <ul style="list-style-type: none"> Mantenimiento, compra de equipos y repuestos especializados para la adecuación hidráulica Operación de equipos de limpieza y dragado <p><small>* Dada su complejidad y volumen de información, DIA, se encuentra en proceso de recopilación de soportes que permitan evidenciar el reporte que será presentado semestralmente. a las autoridades nacionales competentes</small></p> | <ul style="list-style-type: none"> Se toma la longitud de los sistemas hidráulicos para Fúquene, Cucunubá y la Ramada (75% del área total) Se realiza contratación de operación - mantenimiento preventivo correctivo (con suministro de repuestos) del banco de maquinaria para la asistencia técnica y operativa y a su vez incluye la operación de la infraestructura hidráulica. (Convenio Interadministrativo 1597 de 2016) Limpieza de espejos de agua, remoción de maleza acuática, dragado, extracción, recolección, transporte y disposición de sedimentos, conformación de jarillones de los sistemas lagunares, humedales y las fuentes hídricas |
| Acción 4.4 Operar y mantener el distrito de riego y drenaje o sistema hidráulico de manejo ambiental y control de inundaciones. | Contratos de operación y manejo del sistema de riego | <ul style="list-style-type: none"> Elaboración de 8 contratos los cuales garantizan la operación y mantenimiento del Distrito de Riego y drenaje o Sistema Hidráulico | <ul style="list-style-type: none"> Operación y mantenimiento del distrito de riego y drenaje o sistema hidráulico de manejo ambiental y control de inundaciones de Fúquene y Cucunubá, este contrato garantiza el cumplimiento técnico, administrativo y financiero del contrato 1439 del 2016. <p><small>* Dada su complejidad y volumen de información, DIA, se encuentra en proceso de recopilación de soportes que permitan evidenciar el reporte que será presentado semestralmente. a las autoridades nacionales competentes</small></p> |

| Acción | Descripción | Actividad | Resultados |
|--|--|--|--|
| Acción 3.8. Operar y mantener las compuertas de Cubio, Cartagena, Tolón y Mandrón. | Contrato de operación y mantenimiento de las compuertas de Cubio, Cartagena, Tolón y Mandrón | Operación y mantenimiento de las compuertas de Cubio, Cartagena, Tolón y Mádrón se suscribió el contrato de prestación de servicios 590 de 2017 | Operación y mantenimiento de las compuertas de Cubio, Cartagena, Tolón y Mádrón Contrato de prestación de servicios con CODENSA, sobre la energización de las compuertas Cubio y Cartagena, además del recorrido a las compuertas manuales que se encuentran en el Distrito de Riego Fúquene Cucunubá |
| Acción 5,84 Apoyar técnica o financieramente la optimización de las PTAR de las cabeceras municipales de los 14 municipios | Contrato de Apoyo técnico y financiero a la optimización de las PTAR | <ul style="list-style-type: none"> • Apoyo técnico y financiero a la optimización de las PTAR de las cabeceras municipales | Para tal efecto, se efectuaron cuatro solicitudes por parte de los municipios: Saboyá, San Miguel de Sema y Guachetá las cuales fueron atendidas por la Corporación En el municipio de Saboyá se realizaron los estudios y diseños para la optimización y/o ampliación del sistema de tratamiento de aguas residuales del casco urbano, donde se realizó un diagnóstico de las condiciones iniciales del sistema de tratamiento, posteriormente un análisis de alternativas que permita identificar el sistema apropiado de acuerdo al nivel de complejidad de sus sistemas de acueducto y alcantarillado |
| Acción 3.9 Mejoramiento de la capacidad hídrica | Contrato de Operación y mantenimiento de ríos y embalses de la cuenca | <ul style="list-style-type: none"> • Operar y Mantener embalses en la cuenca de río Ubaté: río Hato, Lenguaque, Simijaca y Suta • Rectificación y mantenimiento anual del río Suarez | Manejo y operación válvulas de control, Lectura diaria de niveles, Monitoreo de estructuras, mantenimiento de canales del sistema encargados de la recolección de aguas de infiltración, Mantenimiento preventivo de la bocatoma del sistema Rectificación y mantenimiento anual del río Suárez desde la laguna hasta la inspección de Garavito y en la confluencia del río Chiquinquirá |

Anexo Nro. 8. Fúquene- Todos de Corazón

Proyectos Especiales: Fúquene, Todos de Corazón (DIA)

A partir de las actividades basadas en el CONPES 3451, la CAR de Cundinamarca ha hecho una apuesta en su última administración a un nuevo proyecto especial titulado “Fúquene todos de corazón”, que se comenzó a ejecutar a partir del año 2016. El proyecto de recuperación hidráulica y ambiental del complejo lagunar Fúquene, Cucunubá y Palacio inició con la firma el acuerdo del día 01 de septiembre de 2016 entre la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca y la Gobernación de Cundinamarca, el cual tuvo como objeto: "Juntar esfuerzos técnicos, administrativos y financieros para el desarrollo de las actividades tendientes a la recuperación integral del complejo lagunar de Fúquene". (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, 2018). Se realiza una proyección a 20 años, las cuales tienen las siguientes etapas:

Adquisición de maquinaria: en esta fase, la Corporación adquiere diferentes tipos de maquinaria especializada, con el fin de ser destinadas a la extracción de sedimentos del lecho (dragado) de las lagunas y de material vegetal del espejo de agua en pro de la recuperación ambiental e hidráulica del complejo lagunar de Fúquene, Cucunubá y Palacio. Se encuentran entre estos equipos retroexcavadoras, dragas de corte y succión y excavadoras anfibia y barcazas

Actividades de limpieza y remoción de vegetación acuática y sedimentos: esta etapa comprende las actividades dirigidas a la extracción de plantas u otros organismos que ocupan o invaden el espejo de agua con el fin de evitar

obstrucciones y proliferación de dichas especies que puedan poner en riesgo la estabilidad del ecosistema (eutrofización).

Adquisición de predios: La CAR de Cundinamarca adelantará los estudios para verificar la situación jurídica y financiera de los bienes involucrados (terrenos) los cuales serán objeto de compra. Esta labor se realiza de la mano con otras entidades encargadas de expedir las certificaciones y conjuntamente con el grupo jurídico dispuesto para el desarrollo del proyecto de recuperación del complejo lagunar.

Monitoreo de componentes ambientales: Consiste en la elaboración de estudios geotécnicos y sedimentológicos en la cuenca del complejo lagunar, lo cual permitirá determinar con certeza las tasas de sedimentación y su transporte, que influyen directamente sobre los cuerpos de agua del complejo lagunar, lo cual permitirá formular y establecer acciones concretas para su control.

Proyectos priorizados del PMA: Con esta actividad, se pretende conocer con la mayor certeza el estado del ecosistema en materia ambiental. Por lo anterior, se busca establecer el grado de toxicidad presente en dicho espacio y trazar directrices que permitan su control o mitigación.

Valorización material orgánico: Mediante el proceso de compostaje se realizará una valorización del material extraído de la laguna para ser utilizado en la recuperación y restauración de suelos degradados. (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, 2018)

Objetivos del proyecto del complejo lagunar

Se espera mejorar con las actividades citadas anteriormente, la capacidad de regulación hídrica y garantizar el suministro del recurso para las generaciones futuras, así como recuperar el espejo de agua perdido durante las últimas décadas. También se busca mejorar las condiciones del hábitat para especies de flora y fauna endémica y migratoria, mejorar la calidad del agua, estimular la prestación de servicios eco turísticos en la zona, disminuir los impactos asociados a los riesgos por inundación en la zona y mejorar la calidad de vida de los habitantes del sector, entre otras actividades. (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, 2018).

Según las prospecciones del proyecto y teniendo en cuenta que el área actual de la laguna que corresponde a 3.138 ha, (con una profundidad media de 1.8m) se tiene programado la recuperación de 87.36 ha de espejo de agua y adicionalmente las actividades complementarias que ejecutará la CAR con el retiro aproximado de 20 millones de m³ en el mediano plazo, y 70 m³ millones de largo plazo de sedimentos. Se busca recobrar la capacidad hidráulica de la Laguna de Fúquene a volumen de 130 millones de m³ a largo plazo y de la misma forma recuperar el espejo de agua perdido a través de los años de impacto y contaminación ambiental. (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, 2018)

Con estas actividades se pretende buscar la consolidación de un ecosistema que brinde bienes y servicios ecosistémicos al territorio. Se busca mejorar la oferta de agua para la población aledaña y ser el hábitat de especies de flora y fauna endémica y migratoria, además de ser un cuerpo de agua que pueda regular los efectos de las

crecientes súbitas que genera inundaciones, donde se busca: (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, 2018)

- Recuperar el espejo de agua perdido a través del tiempo.
- Dar profundidad al vaso del cuerpo hídrico, mejorando la capacidad hidráulica de la Laguna y a su vez se retiran sedimentos que dañan la calidad del agua.
- Controlar el crecimiento de la vegetación, tanto acuática como terrestre.
- Extraer residuos, sedimentos, rocas, basuras y en general de materiales que generen taponamientos y pérdida de la capacidad hidráulica.
- Mejorar la circulación hídrica y restauración de la dinámica propia de la Laguna.

Obras Ejecutadas

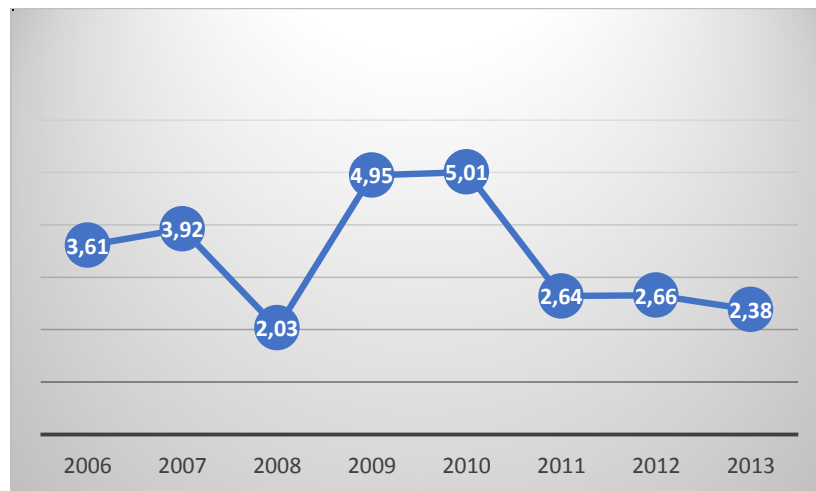
La CAR de Cundinamarca se encuentra determinando actualmente la ronda de protección de la Laguna de Fúquene Cucunubá y Palacio, con el objetivo de establecer los límites del cauce permanente de cada una de ellas y por lo tanto reforzar las obras que se vienen ejecutando de extracción de sedimentos, reparación del espejo de agua y recuperación de aproximadamente 73.5 hectáreas terrestres de las 3.138 hectáreas terrestres y acuáticas que le fueron definidas. No obstante lo anterior, es importante aclarar que desde la emisión del CONPES 3451 de 2006, la Corporación estimula las actividades de recuperación del complejo lagunar mediante la remoción de vegetación acuática, limpieza de canales y la operación del distrito de riego que ya venía desarrollando la desde años atrás. (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, 2018)

Anexo Nro. 9. Tendencias de precipitación sobre la cuenca Ubaté-Suarez

Se realizaron los análisis de las tendencias en lluvias de la jurisdicción con las estaciones meteorológicas sobre la cuenca, evidenciando las siguientes tendencias, y por ende la explicación de la mejora en la calidad del recurso en algunos años.

Estación CAR sobre Laguna de Fúquene (Subcuenca río Bajo Ubaté)

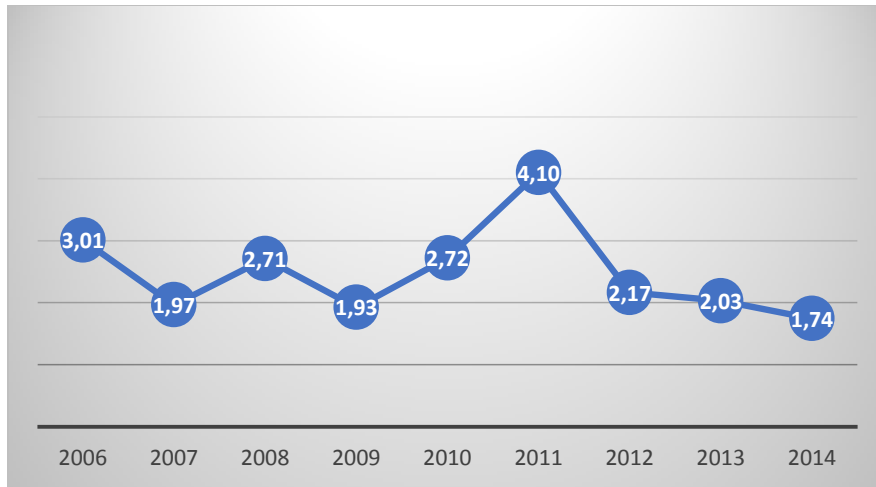
Se observa que en esa estación en los años 2009, 2010, hay un aumento en la precipitación promedio de las variables, dando explicación de que en la mayoría de puntos de la Subcuenca río Bajo Ubaté, presentan mejora en esos dos años.



Grafica Nro. 3. Precipitación anual Subcuenca río Bajo Ubaté

Estación Car sobre Subcuenca río Alto Ubaté

En la estación Subcuenca río Alto Ubaté la tendencia es similar, con un pico de precipitación en el año 2011, evidenciando mejora en las variables fisicoquímicas de ese año, en donde se encuentra inmersa la Laguna de Fúquene



Grafica Nro. 4. Precipitación anual Subcuenca río Alto Ubaté

Estación CAR sobre subcuenca río Alto Suarez

Por último, en las estaciones ubicadas en la subcuenca río Alto Suarez, se observa una tendencia similar, donde en los años 2010-2011, se presentan picos de precipitación los cuales indican una tendencia a la mejora de las variables fisicoquímicas en esos puntos



Grafica Nro. 5 Precipitación anual Subcuenca río Alto Ubaté

Anexo Nro. 10 Clasificación de instrumentos usados en la laguna de Fúquene

Basado en las acciones realizadas por la autoridad ambiental, se han clasificado las actividades bajo los tres tipos de instrumentos, planteados por Rodríguez (2003), las cuales se muestran a continuación

| Dirección | Acción | Tipo de instrumento (1,2,3,4) (Rodríguez, 2003) |
|-----------|--|---|
| DCAS | 6.1 Labranza mínima y siembra directa para la conservación de suelos | 4. Asistencia Técnica |
| DCAS | 7.1. Concientización a la comunidad de valores ecosistémicos | 4. Educación Ambiental 3. Económico |
| DESCA | 2.6. Planificación de la actividad minera | 1. Regulación Directa 2. Administrativo |
| DESCA | 5.82. PGIRS 17 municipios | 2. Administrativo 4. Asistencia Técnica |
| DESCA | 5.83 Seguimiento vertimientos de industrias lácteas | 1. Regulación Directa 2. Administrativo |
| DGOAT | 2.1. Actualización POMCA Ubaté-Suarez | 4. Información ambiental |
| DGOAT | 2.2. Reglamentar 11 cuencas de 3er orden | 2. Administrativo |
| DGOAT | 2.5. Elaboración del plan de Manejo Fúquene. Cucunubá-Palacio | 2. Administrativo 4. Información ambiental |

| Dirección | Acción | Tipo de instrumento (1,2,3,4) (Rodríguez, 2003) |
|-----------|--|---|
| DGOAT | 2.25 Ajustes del POT basados en el POMCA | 2. Administrativo 4. Información ambiental |
| DGOAT | 6.2. Programa de Reforestación | 4. Asistencia Técnica |
| DGOAT | 6.4-6.5 Compra de predios | 3. Económico |
| DGOAT | 7.2. Plan de ecoturismo | 2. Administrativo 3. Económica 4. Información ambiental |
| DRN | 2.4. Declaratoria de las rondas hidráulicas de las Lagunas de Fúquene- Cucunubá y Palacio | 2. Administrativo 4. Información ambiental |
| DRN | 3.11 Ejecutar el plan de monitoreo del sistema Fúquene- Cucunubá y Palacio | 2. Administrativo 4. Información ambiental |
| DRN | 7.3. Investigación científica | 4. Investigación |
| DIA | 3.4. Operar y mantener embalses en la cuenca del río Ubaté, Hato, Lenguazaque, Simijaca, Susa | 4. Asistencia técnica |
| DIA | 3.12. Ejecutar el programa de Dragado en las Lagunas de Fúquene, Cucunubá y Palacio | 4. Asistencia técnica |
| DIA | 4.12 Extracción de maleza acuática permanente en el complejo Lagunar Fúquene- Cucunubá y Palacio | 4. Asistencia técnica |
| DIA | 4.3. Adquirir y mantener maquinaria para la extracción de maleza | 4. Asistencia técnica |
| DIA | 4.4. Operar y manejar el distrito de riego y drenaje | 4. Asistencia técnica 2. Administrativo |
| DIA | 3.8. Operar y mantener las compuertas de Cubio, Cartagena, Tolon y Madrón | 4. Asistencia técnica |
| DIA | 5.84. Apoyar técnica y financieramente la optimización de las PTAR | 4. Asistencia técnica |
| DIA | 3.9. Mejoramiento de la capacidad hídrica | 4. Asistencia técnica 2. Administrativo |

Clasificación de instrumentos usados en la laguna de Fúquene. (Creado por el autor)