

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD HÍDRICA E IMPACTOS SOCIOAMBIENTALES
DE LOS EMBALSES DE CUNDINAMARCA, COLOMBIA.**

JENNY ALEJANDRA BARRIGA RODRIGUEZ.

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR EL TÍTULO DE ECÓLOGA

**DIRECTOR DEL TRABAJO
MAURICIO GONZALEZ**



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE ESTUDIOS AMBIENTALES Y RURALES
CARRERA DE ECOLOGÍA
BOGOTÁ D.C.
2019**

AGRADECIMIENTOS.

Agradezco primeramente a Dios, a mis papás por todo el apoyo tanto económicamente como personal. También quiero agradecer de manera especial a Alejandra Ruíz por su compañía en todo este proceso, su ayuda en cualquier cosa que yo necesitara, su increíble apoyo incondicional en momentos de angustia y su bonita amistad en estos años de carrera universitaria. También quiero agradecer al grupo de investigación ITAM de la Facultad Ciencias Básicas, departamento de Química; por su apoyo en facilitar material e ideas para llevar a cabo una parte de este proyecto de grado, específicamente al profesor Alejandro Pérez y director de departamento Crispin Celis; junto con ellos a las estudiantes Lina Duarte y Alison Martín por su colaboración, buena disposición en técnicas microbiológicas y por brindarme un apoyo en momentos de crisis. Por último, quiero agradecer a Salomé Ortegón por su amistad tan bonita en estos años de universidad.

RESUMEN

El agua es considerada como uno de los recursos más importantes a nivel mundial y de allí se desprende su importancia en la disponibilidad para los seres vivos, donde los seres humanos generan una gran influencia en su regulación al modificar los cauces originales para la construcción de los llamados embalses. Los cuales han tomado diferentes funciones como control de inundaciones, reservorios en épocas de sequías, generadores de energía, abastecimiento para consumo humano, entre otros usos. Colombia cuenta con numerosas construcciones de este tipo y en Cundinamarca se encuentran varias de ellas; de modo que el presente estudio busca evaluar la calidad hídrica e impactos socioambientales de los embalses de Cundinamarca en fase de operación y mantenimiento con el fin de identificar cuáles son las zonas más afectadas.

Para lograr el objetivo del estudio se realizará una búsqueda histórica de antecedentes de cada embalse de Cundinamarca, detallando en las características generales, calidad del recurso y cantidad disponible. Adicionalmente, se realizó un muestreo del agua de los embalses críticos con el fin de verificar su calidad y así asociarlos a impactos socioambientales.

Como resultados del estudio se encontró que los embalses identificados en el departamento de Cundinamarca son Tominé, Central hidroeléctrica del Guavio, El Hato, Sisga, Neusa, Chisacá-La Regadera, Chuza-Represa de Chingaza, El Muña y San Rafael; presentando como antecedentes generales que éstas construcciones están asociadas a consecuencias tanto positivas como el aumento en el turismo y negativas como contaminación hídrica. Además, por medio del índice ICA y construcción de matriz de impacto ambiental se identificó que los embalses críticos fueron El Muña, Guavio, Sisga y San Rafael. Igualmente se corroboró que la calidad de agua de los embalses mencionados era similar a la reportada en literatura. Finalmente, los impactos que presentan estos embalses están asociados principalmente a problemas de salud por la mala calidad del cuerpo de agua y temas asociados a alteraciones y en algunos casos deterioro del paisaje que trae consigo modificaciones en la economía de la zona.

TABLA DE CONTENIDO.

INTRODUCCIÓN.....	9
<i>Preguntas de investigación.....</i>	<i>11</i>
General.....	11
Específicas.....	11
OBJETIVOS.....	12
<i>Objetivo General.....</i>	<i>12</i>
<i>Objetivos Específicos.....</i>	<i>12</i>
MARCO TEÓRICO Y ANTECEDENTES.....	12
<i>Sistemas hidrológicos.....</i>	<i>12</i>
<i>Ciclos hidrológicos.....</i>	<i>13</i>
<i>Regulación hídrica.....</i>	<i>14</i>
<i>Gestión Hídrica.....</i>	<i>14</i>
<i>Impacto Ambiental.....</i>	<i>15</i>
<i>Embalses.....</i>	<i>16</i>
<i>Uso de los embalses.....</i>	<i>16</i>
<i>Sistemas socioecológicos.....</i>	<i>17</i>
<i>Impacto socioambiental.....</i>	<i>18</i>
<i>Contaminación hídrica.....</i>	<i>18</i>
<i>Parámetros fisicoquímicos.....</i>	<i>19</i>
<i>Antecedentes temáticos.....</i>	<i>21</i>
<i>Antecedentes de contexto.....</i>	<i>21</i>
ÁREA DE ESTUDIO.....	21
MATERIALES Y MÉTODOS.....	23
<i>Etapa 1. Identificación de embalses y sus generalidades.....</i>	<i>23</i>
<i>Etapa 2. Evaluación de impactos socioambientales y priorización de embalses.....</i>	<i>24</i>
<i>Etapa 3. Actualización de datos.....</i>	<i>28</i>
<i>Etapa 4. Análisis de resultados y proyecciones futuras.....</i>	<i>29</i>
RESULTADOS.....	29
➤ ETAPA 1.....	30
<i>Identificación de embalses en Cundinamarca.....</i>	<i>30</i>
<i>Línea de tiempo por antecedentes de los embalses.....</i>	<i>38</i>
<i>Línea de tiempo por calidad de los embalses.....</i>	<i>40</i>
➤ ETAPA 2.....	42

<i>Evaluación de impactos socioambientales</i>	42
<i>Evaluación de calidad de agua</i>	43
<i>Evaluación de cantidad de agua</i>	45
➤ ETAPA 3	46
<i>Actualización de datos</i>	46
➤ ETAPA 4	51
<i>Discusión de resultados</i>	51
CONCLUSIONES	60
RECOMENDACIONES	61
BIBLIOGRAFÍA	62
ANEXOS	81

TABLA DE IMÁGENES.

Ilustración 1. Representación del sistema hidrológico	12
Ilustración 2. Etapas del ciclo hidrológico	13
Ilustración 3. Marco conceptual para el análisis de las relaciones entre los sistemas sociales y ecológicos.	17
Ilustración 4. Mapa de la zona de estudio	22
Ilustración 5. Diagrama metodológico.	23
Ilustración 6. Representación de diluciones seriadas.....	29
Ilustración 7. Embalse del Guavio.....	47
Ilustración 8. Embalse del Sisga	49
Ilustración 9. Embalse del Muña	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 10. Embalse San Rafael	50

CONTENIDO DE TABLAS.

Tabla 1. Valores de cada variable de impacto.....	25
Tabla 2. Calificación de importancia según el valor de impacto	26
Tabla 3. Calificación de la calidad del agua según el valor.....	27
Tabla 4. Características morfométricas del embalse Tominé	31
Tabla 5. Características morfométricas del embalse Guavio.....	32
Tabla 6. Características morfométricas del embalse El Hato.	33
Tabla 7. Características morfométricas del embalse Sisga.	34
Tabla 8. Características morfométricas del embalse Neusa	34
Tabla 9. Características morfométricas del embalse Chisacá.....	35
Tabla 10. Características morfométricas del embalse Chuza.....	36
Tabla 11. Características morfométricas del embalse del Muña.	37
Tabla 12. Características morfométricas del embalse San Rafael..	37
Tabla 13. Sumatoria de conflictos, según las matrices de impacto ambiental.	42
Tabla 14. Posición de los embalses según la suma de conflictos.....	43
Tabla 15. Índice de calidad de agua, embalse Tominé.....	43
Tabla 16. Índice de calidad de agua, embalse Guavio.	43
Tabla 17. Índice de calidad de agua, embalse El Hato	44
Tabla 18. Índice de calidad de agua, embalse Sisga	44
Tabla 19. Índice de calidad de agua, embalse Neusa.....	44
Tabla 20. Índice de calidad de agua, embalse Chisacá.....	44
Tabla 21. Índice de calidad de agua, embalse Chuza.....	44
Tabla 22. Índice de calidad de agua, embalse Muña	45
Tabla 23. Índice de calidad de agua, embalse San Rafael	45
Tabla 24. Porcentaje de los embalses en base al volumen útil.	45
Tabla 25. Evaluación de parámetros fisicoquímicos del embalse Guavio.	48
Tabla 26. Verificación del índice de calidad de agua, embalse Guavio	48
Tabla 27. Evaluación de parámetros fisicoquímicos del embalse Sisga.....	49
Tabla 28. Verificación del índice de calidad de agua, embalse Sisga	50
Tabla 29. Evaluación de parámetros fisicoquímicos del embalse Muña.. ¡Error! Marcador no definido.	
Tabla 30. Verificación del índice de calidad de agua, embalse Muña	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 31. Evaluación de parámetros fisicoquímicos, embalse San Rafael	51
Tabla 32. Verificación del índice de calidad de agua, embalse San Rafael	51

TABLA DE GRÁFICAS.

Gráfica 1. Variable cloruros embalse muña en diferentes años.....	46
Gráfica 2. Variable conectividad embalse muña en diferentes años.....	46
Gráfica 3. Variable DBO5 embalse muña en diferentes años.....	46
Gráfica 4. Variable DQO embalse muña en diferentes años.....	46
Gráfica 5. Variable nitratos embalse muña en diferentes años.....	46
Gráfica 6. Variable OD embalse muña en diferentes años.....	46
Gráfica 7. Variable pH embalse muña en diferentes años.....	46
Gráfica 8. Variable ST embalse muña en diferentes años.....	46
Gráfica 9. Variable sulfatos embalse muña en diferentes años.....	47

INTRODUCCIÓN.

El agua es uno de los recursos más abundantes a nivel mundial y contribuye a procesos físicos, químicos y biológicos que posee características únicas, las cuales son necesarias en la vida del ser humano. Adicionalmente, su dinámica comprende un sistema complejo en el que interactúan la atmósfera, procesos superficiales y subterráneos los cuales determinan el régimen, cantidad, distribución y calidad del recurso en los diferentes cuerpos de agua (IDEAM, 2010).

Por ende, debido a que el ser humano es uno de los principales actores en el ciclo del agua, se han evidenciado deficiencias en la cantidad y calidad del recurso para suplir necesidades básicas. Una alternativa de solución que se ha propuesto a lo largo del tiempo son los llamados “Embalses” los cuales se definen como estructuras modificadas por el hombre, que tienen funciones principalmente como control de inundaciones, generación de energía, almacenamiento de agua para las temporadas de sequía y finalmente suplir a las poblaciones con agua potable o para uso agrícola e industrial (Márquez, 2001).

Uno de los usos más importantes de los embalses se ha centrado en destinar estas reservas a uso agrícola y uso de energía. Sin embargo, estudios han confirmado que estos propósitos pueden generar amenazas en la funcionalidad y biodiversidad en los ecosistemas de agua dulce, al afectar sus procesos de reproducción e incluso llevándolos a la desaparición (Aladin et al., 2009).

Cabe destacar que los embalses tienen una naturaleza geológica la cual determina las características fisicoquímicas y la carga de sedimentos; impactando directamente a la productividad biológica, características tróficas y calidad de las aguas. Otro factor que influye estas últimas variables está determinado por la forma de la cubeta, la vegetación y el tipo de suelo (Márquez, 2001).

A pesar de que estas construcciones se presentan hace varios años atrás, en Colombia, los primeros embalses se empezaron a dar en los años de 1930. Ignorando a su vez estudios de limnología para las represas, fue entonces cuando llegados los años de 1950, Molano comienza a realizar estudios de este tipo para evaluar el comportamiento del agua frente a estas construcciones, evidenciando problemas a nivel de calidad afectando así procesos biológicos y ecológicos de los cuerpos de agua (Márquez, 2001).

No obstante, los embalses en Colombia han sido tema de discusión, ya que la recolonización de las poblaciones que habitaban las zonas de construcción de estos proyectos conlleva a aspectos de indemnización por daños ocasionados y esto no se ha cumplido para todos los pobladores perjudicados por la construcción de los embalses que generó desplazamiento y pérdida de zonas de cultivo. En otros casos algunos de los territorios cuentan con la presencia de comunidades indígenas las

cuales presentan mayor arraigo a la zona y problemas de vulnerabilidad por condiciones socioeconómicas (Díaz, 2016).

Actualmente en Colombia se cuenta con aproximadamente 40 embalses, los cuales poseen diferentes propósitos y usos, entre ellos la generación de energía, consumo humano, riego, control de inundaciones y son de importancia económica en la zona al ser potenciales del turismo por sus atractivos paisajísticos; algunas de ellas cumpliendo varios de estos usos.

Pero junto con los beneficios que ha traído los embalses al país, también se han evidenciado impactos de tipo socioambiental por mal manejo, desconocimiento y no incentivaciones a buenas conductas ambientales, lo cual ha causado diversos problemas en las comunidades aledañas a estos embalses, ya sea por desplazamientos en habitantes anegados de la zona, migraciones, mal manejo del recursos o pérdida del paisaje original (Vanegas, 2018). Junto con las problemáticas se ve evidenciado la disminución en la diversidad biológica, la alteración en la migración de los peces, interrupción en el transporte de elementos importantes aguas abajo y disminución en el caudal de los ríos (Díaz, 2016). Por lo que finalmente las represas son importantes influyentes en la alteración de los flujos normales del agua dulce de la superficie, generando a su vez conflictos por almacenamiento al redistribuir espaciotemporal los cauces (Zhou, 2016).

Inclusive un aspecto que ha causado importantes consecuencias en los embalses ya construidos viene asociado con el cambio climático y las fluctuaciones extremas en los climas, las cuales están provocando modificaciones en las redes alimenticias y en las composiciones de las comunidades presentes en los lagos, causando a su vez incremento en las poblaciones de cianobacterias en épocas de climas con temperaturas altas (Ehsani, 2017). De igual forma los factores ambientales no solo afectan la calidad del cuerpo de agua, también a largo plazo trae disminución en el volumen del embalse lo cual afectaría su vida útil, generaría consecuencia en las funciones que cumple e impactaría las poblaciones que hacen uso del recurso ríos abajo (CEPAL, 2017).

Puntualmente en el presente estudio se evaluaron los embalses del departamento de Cundinamarca identificados con los nombres Tominé, Central Hidroeléctrica del Guavio, El Hato, Sisga, Neusa, Chisacá-La Regadera, Chuza-Represa de Chingaza, El Muña y San Rafael (CAR, 2005). Dado que es el departamento central del país al poseer la Capital Bogotá, representando un importante aumento en la población y por ende un aumento en la necesidad de suplir a los habitantes con el recurso hídrico para las diferentes actividades que se desempeñan en las zonas tanto rurales como urbanas. Que representan exigencias como consumo de agua potable, sistemas de riego para sistemas agrícolas y generación de energía. Siendo al mismo tiempo un lugar cercano que permitía un acceso más fácil para la toma de muestra y reconocimientos del lugar.

Aunque se han realizado diferentes estudios frente a cada uno de los embalses de Cundinamarca, en factores sociales y calidad de agua como la descripción de las

subcuencas de los embalses del Muña (CAR, 2006), Tominé (CAR, 17) y Sisga (CAR, 18); los cuales poseen catalogaciones de calidad por medio de índices como el ICA e ICOMO, al igual dispone de información detallada de cada componente económico, social y ambiental, descrito por la Corporación Autónoma Regional. Pero así mismo hay embalses de este departamento que presentan vacíos en el conocimiento de un reporte específico en cuanto a los impactos y sus efectos frente aspectos económicos, ambientales y sociales actualizado. También se ha encontrado falta de información en cuanto a algunos embalses sobre calidad de agua y manejo del recurso como por ejemplo el Hato y San Rafael.

Por ende, el propósito de este estudio está encaminado a generar un reporte de los impactos que se han originado a raíz de la construcción y manejo de los embalses en Cundinamarca, a partir de antecedentes históricos y el comportamiento de cada una de las represas hasta la actualidad, teniendo en cuenta las generalidades de los embalses y las funciones por las que fueron construidos. También se realizará un proceso de priorización de éstos, para así determinar cuáles se encuentran en estado crítico de impactos socioambientales al evaluar factores de impacto social, calidad del cuerpo de agua y el volumen que presenta cada uno en la actualidad. Esto se soportará con estudios ya antes realizados, revisión bibliografía y reportes de prensa sobre problemas sociales, calidad, cantidad y propósito. Para ello el estudio también aportará información actualizada de calidad del agua, recogiendo muestras de los embalses que se consideren críticos y también tener un proceso de verificación. Posteriormente, poder asociar estas problemáticas ambientales a factores sociales que se presentan actualmente y poder definir algunos impactos que se pueden ir originando con el tiempo.

Este proceso tiene como fin poder identificar cuales son los impactos sociales con mayor frecuencia en el proceso de construcción y funcionamiento de los embalses, para de esta forma implementar soluciones para los problemas actuales y tener mayor precaución para construcciones futuras. Al igual entender el comportamiento de la calidad de los embalses, para entender a que grado se va deteriorando el agua y cuales requieren de mayor atención. Finalmente, el estudio pretende generar un informe que reúna un comportamiento histórico de los embalses pertenecientes a Cundinamarca, para así facilitar el acceso a información de estos.

Preguntas de investigación

General.

¿Cuál es el comportamiento de la calidad hídrica y cuales impactos socioambientales se presentan en los embalses de Cundinamarca, Colombia?

Específicas.

¿Qué antecedentes históricos de conflicto socioambiental están asociados a los embalses según su propósito y operación?

¿Cuáles embalses han generado mayor impacto socioambiental negativo en la zona de operación?

¿Cómo está la calidad hídrica fisicoquímica y microbiológica actual de los embalses críticos?

¿Qué consecuencias socioambientales se derivan de la calidad hídrica de los embalses?

OBJETIVOS

Objetivo General

Evaluar la calidad hídrica e impactos socioambientales de los embalses de Cundinamarca, Colombia en la fase de operación y mantenimiento.

Objetivos Específicos

1. Identificar los antecedentes de conflictos socioambientales derivados de los embalses según su propósito y operación.
2. Identificar los embalses en estado críticos que han generado más impactos socioambientales negativos en las zonas de operación.
3. Analizar la calidad hídrica fisicoquímica y microbiológica de los embalses seleccionados como críticos.
4. Describir las consecuencias socioambientales derivadas de la calidad hídrica de los embalses.

MARCO TEÓRICO Y ANTECEDENTES.

Sistemas hidrológicos

Los sistemas hidrológicos son una estructura o volumen en el espacio la cual se encuentra delimitadas por fronteras donde se acepta como entrada agua, la cual opera internamente en el sistema para luego producir salidas. En él se hacen esenciales asimilar los procesos de precipitación, evaporación, escorrentía y otras fases que ayudan a entender el comportamiento del recurso hídrico en una zona (Hernández, 2015) el proceso se ve representado en la ilustración 1.

Entender como se comporta los sistemas hídricos se hace relevante en el momento de la construcción de un embalse, ya que permiten la disponibilidad de los ríos y caudales los cuales se usan para asegurar la disponibilidad de agua que va a poseer en el transcurso de su operación y así asegurar su correcto funcionamiento en el propósito asignado (Secretaria General, 1974).

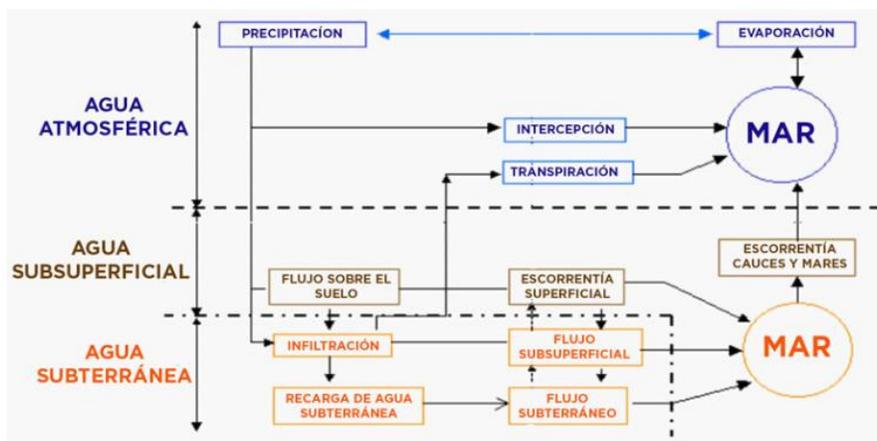


Ilustración 1. Representación del sistema hidrológico (Fuente: Estrella, 1992)

Ciclos hidrológicos.

Considerado como un proceso fundamental para entender las dinámicas que se dan en la tierra. Aunque no se conoce un punto de partida, se debe tener en cuenta que este ciclo se da por todos los estados en los que se encuentra el agua siendo estos en forma de gas, líquido y sólido. Hay que tener en cuenta que estos estados son esenciales como recurso para todos los seres vivos, incluyendo el ser humano, por ende, hay que tener en cuenta la interrelación que tiene el hombre con la naturaleza y cuál es su grado de influencia en el ciclo del agua (Bateman, 2007).

El ciclo del agua cuenta con varias etapas las cuales se dividen en (USGS, 2018):

Evaporación: Donde la interacción de las moléculas de la superficie del agua se energiza por los rayos solares y se esparcen por la atmósfera en estado de vapor.

Evapotranspiración: Proceso donde las plantas eliminan exceso de agua, al igual que el anterior lo liberan en forma de vapor a la atmósfera.

Condensación: Proceso que se da cuando se alcanzan capas muy altas y frías en la atmósfera, donde el vapor que fue liberado anteriormente se condensa de tal forma que genera nubes.

Precipitación: Se da cuando las nubes llegan a un punto de saturación, liberando el exceso de agua en forma de lluvia, granizo o nieve. Este proceso es impulsado por los vientos.

Drenaje: Es la entrada del agua a la superficie la cual alimenta los cuerpos de agua, finalmente llegando a lagos y mares donde se empieza un nuevo ciclo.

Infiltración/Percolación: El agua que no logra entrar en los cuerpos de agua se queda en el subsuelo, cumpliendo funciones como alimentar raíces de las plantas.

Agua subterránea: La cual se encarga de llenar los poros y fracturas de las rocas del subsuelo, moviéndose exclusivamente por gravedad.

Las cuales se ven representadas en la ilustración 2.

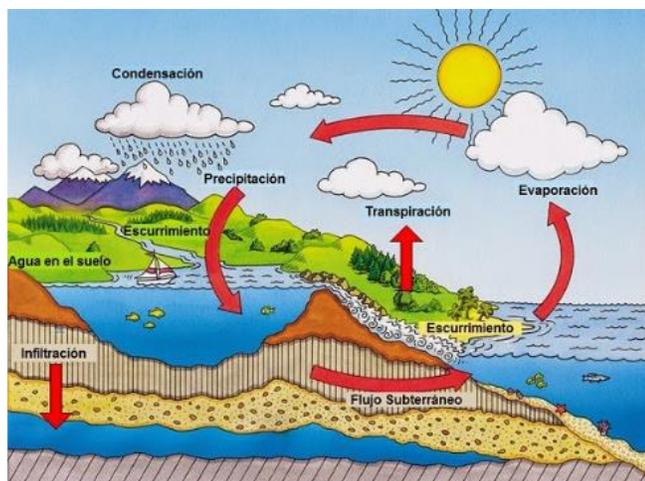


Ilustración 2. Etapas del ciclo hidrológico (Fuente: Pedrozo, 2017)

El ciclo del agua y sus procesos determinan la disponibilidad normal que posee el embalse en el tiempo, si estos procesos se empiezan a ver afectados o alterados, esto impacta directamente en los ciclos de funcionamiento del embalse por ejemplo en control de inundaciones, se transformarían en crecientes de sequías, la generación de energía no se establecería en los niveles actuales, eso también debido a los grandes aumentos de demandas de riego (Deepashree, 2010).

Regulación hídrica

Principalmente hace referencia a procesos de infiltración, retención y almacenamiento de agua en los diferentes cuerpos de agua como los ríos, lagos y acuíferos. Para la infiltración esta se realiza principalmente en las coberturas de la vegetación y en el suelo (De groot et al. 2002).

Pero el concepto toma más fuerza a raíz de la pequeña fracción de agua dulce que hay a nivel mundial y principalmente de acceso para el ser humano, la cual esta presentando desproporcionadas crecientes y han generado perturbaciones de gran influencia a los flujos normales del agua dulce disponible mundialmente (Oki, 2006 & Vörösmarty, 2000).

Debido a la necesidad de uso del agua para practicas de riego y consumo humano los cuales están agotando las reservas de agua, generaron grandes preocupaciones en investigadores que han generado estrategias de modelos integrados los cuales regulen de alguna forma el recurso hídrico (Pokhrel, 2011).

Uno de los modelos sugeridos para regular el recurso es por medio de los embalses los cuales se extra el agua y flujo ambiental para luego incorporarlo en el modelo de enrutamiento del río, en donde el recurso fluye por medio de una celda de rejilla para posteriormente ser almacenada en un depósito para ser usada cuando no hay agua disponible (Hanasaki, 2008).

Este proceso se da cuando el ecosistema es capaz de almacenar agua en épocas de lluvia para abastecer las temporadas secas o de estiaje, se presenta una relación positiva en donde a mayor capacidad de regulación, mayor será el caudal base y por ende disminuirá el tiempo en el que este se pueda secar (Lerma, 2012)

Para llevar a cabo la evaluación de la capacidad en retención de humedad de una cuenca determinada, se tiene en cuenta el índice de regulación y retención hídrica el cual comprende las distribuciones de las diferentes series de frecuencia de acumulación de los caudales diarios. En este proceso se incluyen las variables climáticas y las características físicas y morfométricas que presente el caudal (Minambiente,2013).

Gestión Hídrica

Más conocido como la gestión Integral del Recurso Hídrico (GIRH), se define como una alternativa que busca imponer la generación de políticas públicas en relación con el recurso del agua, integrando a su vez un desarrollo en temas económicos, sociales y protección de los ecosistemas. En este proceso se intenta mantener un equilibrio en donde la sustentabilidad de los recursos vitales no se comprometa, pero al mismo tiempo se pretende obtener una mejor calidad en el bienestar social y económico (Minambiente, 2013). Los objetivos deben ser garantizar la oferta en donde se conserven los ecosistemas y los procesos hidrológicos de los que depende el abastecimiento; la demanda donde se caracteriza, cuantifica y optimiza la demanda que genera el país; la calidad en el cual se debe garantizar una mejora en la calidad minimizando al máximo la contaminación el fuentes de agua, entre otros objetivos (SIAC, 2010).

Para llevar a cabo esto, se debe tener en cuenta que los diferentes usos para los que es usado el recurso deben ser considerados como un conjunto. En donde la distribución del agua y las decisiones de gestión se considerarán en base a los efectos que tiene un uso sobre los otros. Esto último se tiene que aplicar de forma global en el cual se cumplan las metas sociales y económicas, en base a un desarrollo sostenible (GWP, 2005).

Se han propuesto como formas de gestión hídrica a los embalses, ya que sus funciones están determinadas para la cooperación con los elementos del sistema, principalmente el control de inundaciones y almacenamiento del agua son los que hacen parte del sistema de gestión del agua, pero también se tiene presente que los embalses generan un gran cambio en el régimen del flujo normal de las corrientes, así mismo las propiedades del agua (Elsevier, 1989).

Impacto Ambiental.

Es un conocimiento y análisis multidisciplinario que junta las formas de interacción sociedad-naturaleza las cuales generan un grado de deterioro ambiental. Estas modificaciones que hace el hombre a un recurso o un área en específico representan un daño a nivel natural, siendo este de posible reversión u ocasionando una pérdida total del medio afectado (Perevochtchikova, 2013).

Pero las organizaciones preocupadas por los efectos de estas interacciones llevan a cabo estrategias de evaluación de impacto ambiental de las actividades para así medir la influencia al recurso y poder desempeñar soluciones que generen un desarrollo sostenible. Por ello las herramientas de evaluación cobran un papel importante como protección ambiental al influir en las decisiones de incorporar políticas, de generar planes, programas y proyectos; ya que estos tendrán que incluir planificaciones, diseños o incluso implementar variables amigables con el medio ambiente (Cruz, 2009).

El concepto se relaciona con los embalses al ser estas construcciones unas de las más impactantes a nivel social y ambiental. Esto se da debido a modificar los regímenes hidrológicos de loticos a lenticos los cuales afectan procesos de escorrentía, transporte de sedimentos y alterando geomorfologías. Junto con estas y otras problemáticas, se ha visto un aumento en el deterioro de la calidad del agua y por ende afecta a los procesos biológicos, físicos y químicos que se llevan a cabo dentro del sistema. No obstante, en las poblaciones genera desplazamientos y aumenta el riesgo en la salud humana al perder sus fuentes hídricas y condiciones malas del recurso que también está ligado con la seguridad alimentaria (Oviedo, 2018).

Embalses

También conocidos como represas son considerado como una de las más grandes transformaciones que el hombre hace frente a la naturaleza en cuanto a infraestructura, modificando el ciclo normal de los caudales superficiales de las cuencas (Montoya, 2019). Creando así ecosistemas nuevos, pero al mismo tiempo destruyendo o modificando otros, puede traer consigo efectos ya sean positivos o negativos afectado directamente al medio natural y al ser humano (Márquez, 2001).

Son representaciones de sistemas lénticos, presentando una importancia ecológica como zonas de amortiguamiento de niveles de aguas altas, funcionan también como lugares de refugio para especies migratorias y poseen una alta productividad biológica ya que tienen disposición de nutrientes durante épocas de lluvia. Pero aún así son sistemas que son perjudicados por la variabilidad climática que se presenta a lo largo del año con las estacionalidades de invierno y veranos (Sánchez, 2010).

Estas construcciones tienen unas características principales que constan de curvas cota-volumen, cota-superficie inundada y caudal regulado. Esto está conectado con las particularidades del valle, si este es amplio y abierto, el área de inundación puede estar ocupado por pobladores, mientras que si son fértiles pueden ser usadas para agricultura. Para ello es importante la evaluación de estudios de impacto ambiental para abarcar las ventajas y desventajas de la represa. Pero el caudal regulado es la característica considerada más importante ya que es donde se controla a lo largo del año la cantidad de agua que se puede retirar para cumplir con el propósito para el cual fue construido el embalse (Zeghon, 2012).

Los embalses a lo largo del tiempo han sido construcciones que se han visto fuertemente criticadas por los efectos negativos que ha generado al medio ambiente, pero al mismo tiempo se han vuelto necesarios debido a la gran dependencia que tiene la sociedad por el recurso hídrico. Esto último se ha incrementado, dado que se han presentado una alta desestabilización en la oferta y el aumento de la demanda por el incremento poblacional, industrial, agrario y cambio climático que se presenta hoy en día (Márquez, 2001).

Uso de los embalses

Los embalses al ser reservorios de grandes cantidades de agua están destinados a diversas funciones que tienen como finalidad un desarrollo social, cultural y económico (Ríos, 2014). Entre ellas está el almacenamiento del recurso en periodos húmedos con el fin de abastecer en épocas secas, generación de energía, suministro para riego de cultivos, provisión de agua potable para el consumo humano, uso industrial, ayuda en la dilución de diferentes contaminantes, previene inundaciones de caudales extremos y sirven como espacios de turismo y recreación (ELPAIS, 2012).

Se estima que alrededor del 80% de los embalses tienen como fin la generación de energía (Márquez, 2001). Esta cifra se debe al papel tan importante en temas de incremento económico y sociales que cumple los megaproyectos de hidroeléctricas en cuanto a mejoras en temas económicos y sociales, esto a su vez genera desarrollo a nivel regional por las transformaciones que se dan en el territorio que ofrece nuevas oportunidades para los habitantes (Ríos, 2014).

Los embalses pueden ser considerados unipropósito cuando cumplen una sola función, o multipropósito cuando se le asignan más de dos funciones. Suelen iniciar con un solo objetivo y a medida del tiempo se les asigna más propósitos. También se pueden dividir por capacidad reguladora, en donde pueden tener ciclos diarios, mensuales, anuales y hasta en algunos casos multianual; estas características hacen referencia a la acumulación de agua durante un tiempo determinado para luego descargar un volumen específico para así poder cumplir su propósito, ya sea generación de energía o abastecimiento en épocas secas (EPM, 2011).

Sistemas socioecológicos

Se entienden como una visión que integra el ser humano en la naturaleza, escrito de otra forma, las sociedades humanas están incluidas en los ecosistemas. Los elementos que complementan estos sistemas no son exclusivamente ecológicos y sociales, sino también se encuentran variables culturales, políticas, económicas, tecnológicas, entre otras (Resilience Alliance, 2010).

Estos sistemas se componen por diversas partes que interactúan las cuales forman una entidad más compleja. En ella se enfatiza en como los componentes claves contribuyen en la dinámica del sistema en general. Pero estas interacciones y retroalimentaciones generan nuevas configuraciones emergentes, donde este se

puede autoorganizar y hace posible la adaptación (Farhad, 2012). La forma cómo interactúan los componentes sociales con los naturales se ilustra en la ilustración 3.

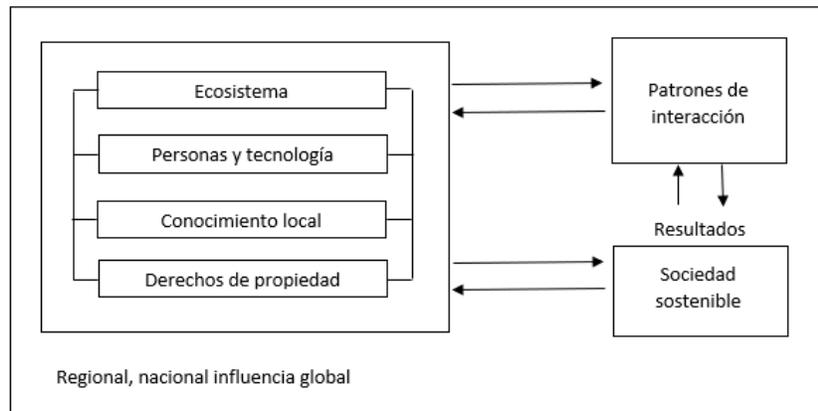


Ilustración 3. Marco conceptual para el análisis de las relaciones entre los sistemas sociales y ecológicos (Recreado: Berkes y Folke, 1998).

Los embalses tienen una alta relación con los sistemas socioecológicos al ser una alternativa que el ser humano ha propuesto como forma de depósito para tener el mismo acceso al agua sin importar si hay temporadas secas o lluviosas, al ser un sistema artificial, hace que esté ligado a estos sistemas (Rutledge, 2011). Pero los embalses están ligados a medios ecológicos al estar directamente conectado con el recurso hídrico, ya sea para cumplir sus funciones, también produce alteraciones en él y esto afecta finalmente a seres tanto animales como humanos (Oviedo, 2018).

Impacto socioambiental.

Debido a que los embalses son netamente artificiales, contruidos por el hombre, y para mantener estable los sistemas socioambientales se procede a realizar evaluaciones de impacto los cuales pueden ser positivos como negativos que se generan a partir de la implementación de un nuevo proyecto para garantizar su viabilidad y medios de compensación (Libera, 2007).

Para evaluar los impactos se han creado diferentes metodologías que cumplen aspectos de ser adecuados a las tareas que hay por realizar en la identificación de impactos, tener la independencia de los puntos de vista personales y sus sesgos, y finalmente ser económicos con fácil entendimiento de procesamiento de datos (García, 2004)

A pesar de que se tiene claro que los métodos usados nunca van a llegar a un punto totalmente acertado. Los métodos como el de Leopold, Battelle-Columbus, de transparencia, entre otras son aproximaciones que pueden dar indicios de como se verá el comportamiento de dicha construcción; pero también se conocen las técnicas difusas las cuales son altamente utilizadas en estudios de impacto ambiental, principalmente la propuesta por Duarte 2000, siendo de fácil entendimiento y reuniendo gran cantidad de factores tanto ambientales, sociales como económicos (García, 2004).

Contaminación hídrica

Esta problemática se da en el proceso en que llegan sustancias nocivas, mayormente químicos o microorganismos, los cuales alteran los parámetros originales de las corrientes como ríos, lagos, océanos, acuíferos u otros tipos de cuerpos de agua; haciendo que estos se degraden y volviéndolos hábitats tóxicos para seres vivos o uso humano (Denchak, 2018).

La contaminación del agua se puede dar por diversos factores, pero los que más han afectado recientemente son los desechos que se generan por los alcantarillados de ciudades y la descarga de residuos industriales. Pero también se pueden dar de forma indirecta como los contaminantes que se encuentran en el suministro de agua que llegan desde el suelo o por medio de corrientes subterráneas, y desde la atmósfera por medio de la lluvia dada por procesos de precipitación (WWF, 2019).

Los embalses aportan a la contaminación hídrica, ya que se han evidenciado dos procesos importantes que ocurren dentro de éstos los cuales alteran significativamente su calidad, estos procesos son conocidos como la captura de sedimentos y nutrientes, y la estratificación térmica que impulsan el deterioro en el recurso, haciéndolo al mismo tiempo más escaso (Winton, 2019).

Parámetros fisicoquímicos.

El agua es un recurso el cual, al estar en contacto con diferentes agentes como el aire, suelo, vegetación, entre otros; interactúan con éstos e incorpora ya sean sustancias, gases u otros elementos por medio de intercambio. Junto con esto se suma el hecho de que en este recurso habitan otros seres vivientes que se están frecuentemente interrelacionando, generando procesos biológicos (UPTC, 2007)

Gracias a esto, el agua dulce puede presentar gran cantidad de sustancias en su composición química natural como carbonatos, bicarbonatos, sulfatos, cloruros, nitritos, nitratos, entre otros (UPTC, 2007). Dados estos compuestos, el agua puede comportarse como un gran disolvente de compuestos orgánicos e inorgánicos, lo cual genera sustancias sólidas, líquidas y gaseosas las cuales modifican sus propiedades y así mantener vida en ella (Anzar, 2000).

Algunos parámetros importantes del agua son (IDEAM, 2007):

- *Temperatura*: Esta determinada por la radiación solar, la cual dependiendo de la cantidad de luz que entre influirá en la temperatura. Si este parámetro posee altos valores, interviene en las especies acuáticas afectando su reproducción y aumentando la cantidad de bacterias. También este parámetro afecta la solubilidad de oxígeno, donde a menor temperatura mayor solubilidad y viceversa.
- *Coliformes totales y fecales*: Las bacterias en el agua pueden ser índice de epidemias como resultado de la contaminación hídrica, también determinando la eficiencia o mal uso del tratamiento del recurso.

- *pH*: Se define como el logaritmo del inverso de las concentraciones de hidrogeniones (H⁺) el cual permite la proliferación y desarrollo de la vida en el medio acuático al ser un rango de 6,5 a 8,0 el indicado para que sobrevivan, si se aumenta o disminuye estos valores, la fauna presentará un comportamiento de estrés fisiológico y afectara negativamente su reproducción.
- *Conductividad eléctrica*: Dependiente de la presencia de iones, su concentración, movilidad, valencia y temperatura; para conducir la corriente eléctrica. La variación de este parámetro informará acerca de la producción primaria y descomposición de materia orgánica, contribuyendo al mismo tiempo fuentes hídricas con presencia de contaminantes.
- *Oxígeno disuelto*: Uno de los indicadores más importantes de la calidad en el agua, su rango debe estar oscilando entre valores de 7 y 8 mg/L. Su fuente proviene en gran medida del oxígeno presente en el aire, el cual al entrar en contacto con el agua y por procesos de turbulencia en los ríos y los vientos de los lagos, este se difunde.
- *Porcentaje de saturación de oxígeno*: Representado como la cantidad de oxígeno disuelto del agua frente a la cantidad máxima que se supone debería estar presente a la misma temperatura.
- *Turbidez*: Expresión óptica la cual genera una dispersión de la luz y por ende una absorción. Es dada por materiales en suspensión e influye en procesos de productividad y flujo de energía dentro del ecosistema; y se define como el grado de opacidad.
- *Alcalinidad*: Se entiende como la capacidad del agua de neutralizar ácidos, se da por contenido de hidroxilos, carbonatos y bicarbonatos los cuales amortiguan los cambios del pH y así determinar qué posibilidad tiene de mantener procesos biológicos y productividad.
- *Dureza*: La determinan la cantidad de iones de calcio y magnesio presentes en el agua, este parámetro define que tan blandos y biológicamente productivos son los cuerpos de agua.
- *Nitrógeno, Nitratos y Nitritos*: Elementos esenciales para permitir el crecimiento de algas y aumentar la demanda de oxígeno. Sus diferentes expresiones permiten establecer el tiempo transcurrido de contaminación del agua.
- *Fósforo y fosfatos*: El fósforo expresado en ortofosfato es un recurso limitante para organismos fotosintetizadores, mientras que los fosfatos permiten el aumento de biomasa la cual necesita altas demandas de oxígeno biológico para la oxidación aerobia, además de la eutroficación y crecimiento de la población de fitoplancton.
- *Sólidos suspendidos*: Responsables de impurezas visibles en el cuerpo de agua, las cuales consisten en la presencia de partículas pequeñas.
- *Sólidos totales*: Es la materia que se obtiene después de someter el agua a procesos de evaporación, en él se incluyen los sólidos disueltos y suspendidos.
- *Demanda biológica de oxígeno (DBO)*: Determina la cantidad de materia que puede ser consumible u oxidada por medios biológicos, gracias a esto se puede medir el nivel de contaminación del recurso.

- *Demanda química de oxígeno (DQO)*: Es la cantidad de oxígeno que se requiere para oxidar la materia orgánica el cual depende de condiciones de agentes oxidantes, temperatura y tiempo. Este parámetro permite conocer el efecto de biodegradabilidad y presencia de sustancias tóxicas.

Pero es importante tener en cuenta los parámetros mencionados anteriormente para garantizar el buen estado de impresión del cuerpo de agua del embalse, junto con su proceso de productividad y su sostenibilidad, y así llevar a cabo un buen suministro de agua potable, riego, producción de biota marina, recreación y otros fines (Moshood, 2008). Aunque unido con esto, los parámetros fisicoquímicos se han visto afectados negativamente, principalmente por aporte excesivo de nutrientes, eutroficación, acidificación, contaminación por metales pesados, contaminación orgánica y malas prácticas pesqueras (Djukic, 1994).

Antecedentes temáticos

La Universidad Distrital Francisco José de Caldas es la institución que más ha trabajado con el estudio de los embalses en Cundinamarca, presentando documentos de trabajos de grado en donde describen detalladamente todo lo que abarca un embalse en específico, presentando reportes de calidad e impactos de embalses como el Muña y Tominé. También se han revelado artículos de prensa con problemáticas sociales que se han presentado a raíz del mal manejo presente en los embalses (ElTiempo, 2014), (Palacios, 2013), (Hernández, 2010), (Morales, 2014), (Barragan, 2018), (García, 2016), (Orjuela, 2016). Son algunos de los autores que han descrito características importantes de los embalses, algunos en aspectos sociales, otros en calidad de agua y otros se basan en estudios referentes a economía.

Funeme 2017, hace una excelente línea de tiempo para embalse de Muña en la variable de calidad de agua. En su estudio de trabajo de grado, realiza un seguimiento bastante interesante y específico de los daños y problemáticas que ha venido presentando a lo largo de un tiempo el embalse y como es su comportamiento en los años que se describen en el estudio.

La CAR también tiene estudios de las cuencas que hacen parte de algunos de los embalses, en donde se describe algunos impactos, medios sociales y económicos de la zona; junto con esto también ha realizado estudios de calidad de agua llevando a cabo el índice de calidad de agua ICA-IDEAM (CAR, 2006; 2017; 2018). También existen reportes académicos de un inventario de los embalses en Colombia especificando las generalidades tanto espaciales como morfométricas de los embalses, explicando la función que cumple cada uno de ellos en su territorio (Palacios, 2013).

Antecedentes de contexto

La CAR ha publicado los servicios que presentan los embalses en la zona y como se ha aumentado la economía en los municipios, la calidad de vida y el control del recurso hídrico. También se han realizado estudios de aumento en el turismo, ya

que algunos de los embalses se han convertido en paisajes llamativos para las personas (RCN, 2016), (CAR, 2005).

También se ha estudiado impactos de embalses en todo Colombia, donde se evidencia problemáticas graves a nivel social y ambiental como lo son la hidroeléctrica Chivor (Embalse la Esperanza), Central hidroeléctrica Hidroituango, embalse Ranchería, Sogamoso, el Quimbo; muchos de ellos con impactos a comunidades como indígenas por el desplazamiento forzado, sin una adecuada indemnización (Díaz, 2016).

ÁREA DE ESTUDIO.

El estudio se realizará en el departamento de Cundinamarca, el cual cuenta con una superficie de aproximadamente 24.210 Km², siendo así el 2.1% de la extensión del país. En él se encuentra la capital de Bogotá D.C siendo la más importante en el país de Colombia. Sus límites están dados al norte por el departamento de Boyacá, al este por el departamento de Boyacá y Meta, al sur por los departamentos del Meta, Huila y Tolima; finalmente al oeste con el río Magdalena. Cuenta con 116 municipios los cuales agrupan 15 provincias, en ellas están presentes la Almeidas, Alto Magdalena, Bajo Magdalena, Gualivá, Guavio, Magdalena Centro, Medina, Oriente, Rionegro, Sabana Centro, Sabana Occidente, Soacha, Sumapaz, Tequendama, Ubaté y la capital Bogotá D.C (Castro, 2009).

Según datos reportados por el DANE, el departamento cuenta con un aproximado de 10'000.000 habitantes los cuales representan un 5 % del total de la población nacional, de los cuales un 43% representa el sector rural y el 57% el sector urbano. La tasa de crecimiento reportada apunta a un 2% frente a la tasa nacional (Castro, 2009).

El patrón de lluvias del departamento tiende a ser muy variado. En donde la presencia de pocas lluvias sucede en la Sabana de Bogotá, con un promedio de 1000 mm; incrementando las lluvias en la zona oriente y occidente por los lados de la cordillera oriental, alcanzando promedios anuales de 4000 y 3000 mm (IDEAM,sf). La temperatura del departamento principalmente varía de frío a muy frío, clasificándolos en climas semiáridos, húmedos y semihúmedos (IDEAM, sf).

En cuanto a su economía, el departamento cuenta con actividades como industria manufacturera, agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca; también se incluyen actividades de servicios sociales, comunales y personales (Contreras, 2017). La zona de estudio se ve identificada en la ilustración 4, donde gracias al sistema de información geográfico (QGIS), el shape del departamento de Cundinamarca y Google earth para ubicar los puntos de los embalses, se realizó la construcción del mapa.

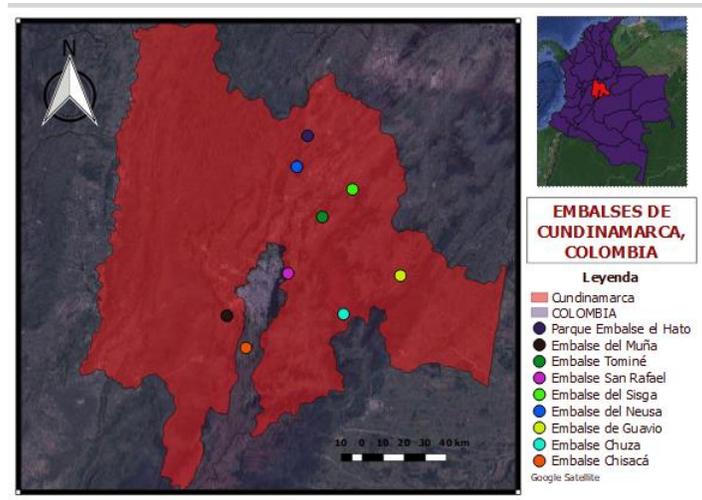


Ilustración 4. Mapa de la zona de estudio (Autoría)

MATERIALES Y MÉTODOS.

El estudio se llevó a cabo por 4 etapas, en las cuales la primera se enfocó en la identificación general de los embalses, la segunda por la identificación y construcción de matriz de impactos socioambientales, la tercera por la priorización de los embalses y por último se analizó las etapas para tener un panorama de las posibles consecuencias de los problemas de contaminación de las aguas de los embalses, metodología que se representa en la ilustración 5

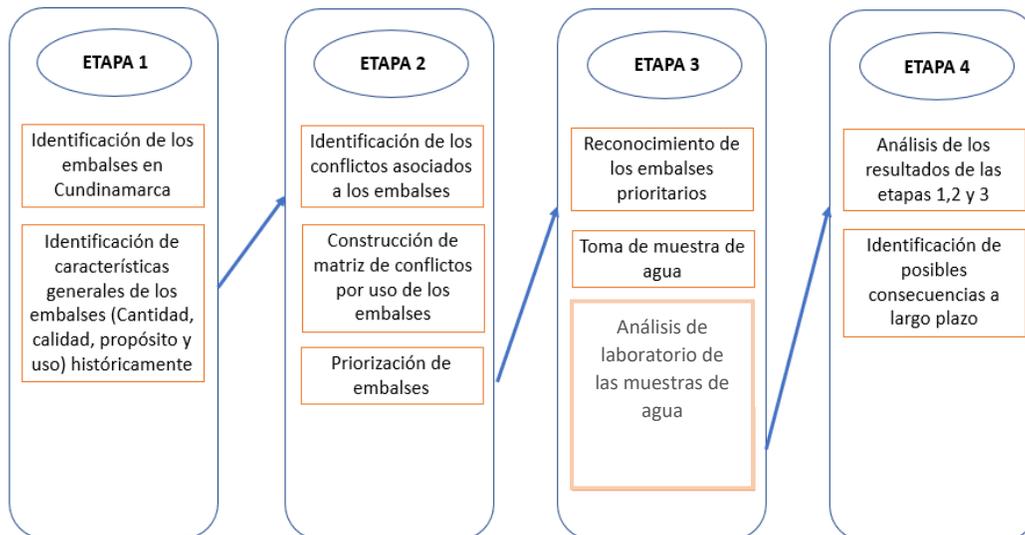


Ilustración 5. Diagrama metodológico.

Etapa 1. Identificación de embalses y sus generalidades.

Para esta fase se realizó una búsqueda de los embalses que se encuentran presentes en el departamento de Cundinamarca, para posteriormente identificar las características principales a las cuales se les agregará generalidades de las variables de calidad del agua que surte cada embalse, cantidad que regulan y el propósito al que está asignado cada uno. Junto con esto se reportó las características morfométricas de las represas del departamento, entendido como el conjunto de variables lineales, de superficie, relieve y drenaje que permiten la interpretación de la funcionalidad hidrográfica del embalse (Gaspari, 2012).

Esta revisión se realizó con ayuda bibliográfica de fuentes de investigación científica (SCOPUS), reportes de prensa y revisión de licencias ambientales las cuales se encuentran disponibles en la Corporación Autónoma de Cundinamarca (CAR) y la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), con esta búsqueda se pretende conocer la historia de cada embalse, identificando su comportamiento para variables de antecedentes, calidad, y las posibles modificaciones que se hayan realizado a lo largo de su funcionamiento.

Para la variable de antecedentes, se recolectó información desde su construcción y las problemáticas tanto positivas como negativas que ha presentado el embalse a lo largo de los años, para así construir una línea de tiempo que plasme los factores más importantes del embalse.

En la variable de cantidad se tomó la información disponible de anteriores estudios reportados por artículos científicos y trabajos de grados, junto con esto se reconstruyó una línea del tiempo tipo gráfica de barras para cada parámetro evaluado del embalse y así poder dar una primera visión del comportamiento de cada represa en temas de contaminación.

Etapa 2. Evaluación de impactos socioambientales y priorización de embalses.

En cuanto a la descripción de los impactos socioambientales asociados a los embalses, se agruparon las actividades que realizan los embalses en la actualidad en su proceso de operación y mantenimiento, y junto con esto se construyó una matriz de impacto. El estudio de impacto ambiental aplicado es la metodología difusa convencional (crisp) propuesta por Duarte (2000), en donde se tiene la posibilidad de definir cuales variables poseen incertidumbre (Calderón, 2013).

Para ello, después de realizar la identificación y las descripciones de las actividades de los embalses, se procedió a evaluar los posibles impactos que pueden generar sobre medios abióticos, bióticos y socioeconómicos, considerando principalmente los que se dan de forma residuales, acumulativos y sinérgicos tanto de carácter positivo y negativo (Calderón, 2013).

En la realización de la evaluación se tuvo en cuenta el análisis de los impactos que se dan previos al proyecto, para así identificar que actividades han influenciado en los cambios ambientales y socioeconómicos de la zona de influencia. Luego se

procedió a analizar aspectos técnicos en donde se identificó que actividades son impactantes en las diferentes etapas del embalse, en este caso solo se tendrá en cuenta la etapa de 'operación y mantenimiento', para finalmente valorar y jerarquizar los impactos en cada variable socioambiental (Calderón, 2013).

Luego de la construcción de la matriz e identificación de cuáles son los medios más afectados por el proyecto, se realizó la cuantificación de grado de incidencia de la alteración producida la cual se obtendrá a partir de diferentes atributos que establece el Real Decreto Legislativo 1.302/1986 del 28 de junio de Europa, donde se propone el siguiente índice para calcular la importancia del impacto (Calderón, 2013):

Ecuación 1. Índice para calcular la importancia del impacto.

$$I_{ij} = \pm(3 \cdot IN_{ij} + 2 \cdot EX_{ij} + MO_{ij} + PE_{ij} + RV_{ij} + SI_{ij} + AC_{ij} + EF_{ij} + PR_{ij} + MC_{ij})$$

Cada término expresado en el índice se expresó en la tabla 1 con los valores numéricos que se deben asignar a las variables, según la consideración del impacto. Para ello, se establecen los valores representados en la tabla 2 en la cual nos indica la calificación de importancia (I_{ij}) de la suma del impacto en el medio afectado, ya sea su influencia positiva o negativa (Calderón, 2013).

Tabla 1. Valores de cada variable de impacto (Calderón, 2013).

Intensidad (IN)		Extensión (EX)	
Baja	1	Puntual	1
Media	2	Parcial	2
Alta	4	Extenso	4
Muy Alta	8	Total	8
Total	12	Si el efecto se produce en una zona crítica se asigna 4 unidades al valor final.	
Momento (MO)		Persistencia (PE)	
Largo plazo	1	Fugaz	1
Mediano Plazo	2	Temporal	2
Intermedio	4	Permanente	4
Si alguna circunstancia hace crítico el momento de impacto, se aumenta de 1 a 4.			
Reversibilidad (RV)		Sinergismo (SI)	
Corto plazo	1	Sin sinergismo	1

Medio plazo Irreversible	2 4	Sinérgico Muy sinérgico	2 4
Acumulación (AC)		Relación causa y efecto (EF)	
No acumulativo	1	Indirecto	1
Acumulativo	4	Directo	4
Periodicidad (PR)		Recuperabilidad (MC)	
Irregular	1	Inmediata	1
Periódico	2	Mediano plazo	2
Continuo	4	Mitigable	4
		Irrecuperable	8

Para los términos de Extensión (Ex) y Momento (Mo), no se tomaron en cuenta las excepciones ya que los embalses no se encuentran en zonas consideradas críticas y el momento de aparición del impacto ya se dio, por lo que solo se tomó en cuenta ese impacto que relevancia tuvo en la variable a evaluar en la matriz.

Tabla 2. Calificación de importancia según el valor de impacto (Calderón, 2013)

Importancia	Valor
Irrelevante o compatible	$0 \leq I_{ij} < 32$
Moderado	$33 \leq I_{ij} \leq 66$
Relevante	$67 \leq I_{ij} \leq 100$

Posterior a obtener los resultados de la matriz, se realizó la suma de los impactos por importancia (Irrelevante, moderado y relevante independientemente) para así obtener el resultado total de cada embalse y ordenar de mayor a menor valor con la finalidad de obtener que embalses presentan números altos de importancia positiva y negativa de carácter “Relevante” para así categorizar los cuatro (4) embalses que presentaron mayor valor en importancia ‘severa o crítica’ para impactos negativos y menor valor para importancia ‘Irrelevante o compatible’ para impactos positivos, considerándolos como prioritarios para esta primera variable. Cabe resaltar que cada uno de los pasos mencionados anteriormente, como la construcción de las matrices y la asignación de los valores para definir los impactos, se realizaron desde el punto de vista de la autora del presente trabajo.

En cuanto a la calidad de agua, se calculó el Índice de calidad de agua (ICA) el cual está determinado por el instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) como se representa a continuación (IDEAM, 2015):

Ecuación 2. Índice de calidad de agua (ICA-IDEAM).

$$ICA_{njt} = \left(\sum_{i=1}^n W_i \cdot I_{ikjt} \right)$$

Donde ICA_{njt} es el índice de calidad en la estación de monitoreo de calidad del agua j en el tiempo t , el cual se evalúa en base con n variables. W_i es el ponderado o peso relativo asignado a la variable de calidad i . I_{ikjt} es el valor calculado de la variable i , en la estación de monitoreo j , registrado durante la medición realizada en el trimestre k , del período de tiempo t (IDEAM, 2015).

Este índice permite calificar la calidad del agua en cinco (5) categorías las cuales se representan en la tabla 3 (IDEAM, 2015).

Tabla 3. Calificación de la calidad del agua según el valor (IDEAM, 2015).

Categorías de valores que puede tomar el indicador	Calificación de la calidad del agua	Señal de 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

Se desarrolla con las variables oxígeno disuelto (DO), sólidos suspendidos totales (SST), demanda química de oxígeno (DQO), Conductividad y pH. En las cuales los valores arrojados se multiplicarán con un valor de 0,2. Para determinar cada número de las variables se procede a las siguientes ecuaciones (IDEAM, 2015).

- Oxígeno disuelto (OD).

$$I_{OD} = 1 - (1 - 0,01 \cdot PS_{OD})$$

Donde PS_{OD} es el porcentaje de saturación de oxígeno.

- Sólidos suspendidos totales (SST).

$$I_{SST} = 1 - (-0,02 + 0,003 \cdot SST)$$

Donde si $SST \leq 4.5$, entonces $I_{SST} = 1$, pero si $SST \geq 320$, entonces $I_{SST} = 0$.

- Demanda química de oxígeno (DQO).

Si $DQO \leq 20$, entonces $I_{DQO} = 0,91$

Sí $20 < DQO \leq 25$, entonces $I_{DQO} = 0,71$

Sí $25 < DQO \leq 40$, entonces $I_{DQO} = 0,51$

Sí $40 < DQO \leq 80$, entonces $I_{DQO} = 0,26$

Sí $DQO > 80$, entonces $I_{DQO} = 0,125$

- Conductividad eléctrica (C.E.).

$$I_{C.E.} = 1 - 10^{-3,26 + 1,35 \log_{10} C.E.}$$

- pH.

Sí $pH < 4$, entonces $I_{pH} = 0,1$

Sí $4 \leq pH \leq 7$, entonces $I_{pH} = 0,02628419 e^{(pH \cdot 0,520025)}$

Sí $7 < pH \leq 8$, entonces $I_{pH} = 1$

Sí $8 < pH \leq 11$, entonces $I_{pH} = 1 e^{[(pH-8) \cdot 0,518774]}$

Sí $pH > 11$, entonces $I_{pH} = 0,1$

Luego de calcular el índice para cada uno de los embalses, se obtuvo los cuatro (4) con valores más bajos para así ser considerados como prioritarios para esta variable.

Finalmente, se identificó el volumen reportado por ---- a la actualidad en cada embalse, para luego hacer una comparación con el volumen útil el cual se entiende como el agua disponible para realizar la operación de las funciones. Esto se llevó a cabo para poder definir los cuatro (4) embalses que poseen en menor porcentaje de capacidad frente a su volumen útil para así considerarlos como prioritarios

Etapa 3. Actualización de datos.

Posterior a la priorización de embalses, se realizó salidas de campo a los cuatro (4) embalses que presentaron mayor impacto en cada una de las variables medidas en la etapa anterior, realizando las salidas en el mes de octubre del presente año. La verificación de resultados se reportó en términos de calidad de los embalses para así asociarlo a problemáticas que actualmente puede presentar las comunidades que hacen uso de estos embalses.

Para realizar la toma de muestra del agua, se habló inicialmente con los encargados de la entrada al lugar para obtener el permiso. Luego se recolectó la muestra de agua de los embalses la cual se hará por medio de botellas plásticas las cuales se refrigeraron en neveras de icopor para evitar alterar los resultados originales. Posteriormente se transportó al laboratorio de Tecnología Ambiental y de Materiales ubicado en la Pontificia Universidad Javeriana, facultad de Ciencias, departamento de Química. Allí se usaron los equipos multiparametros HANNA HI 83099 en el cual se realizó mediciones de demanda química de oxígeno (DQO), nitritos, fósforo, color real y aparente; pH meter HANNA HI 2211 para mediciones de pH y temperatura, turbidímetro HANNA HI 88703 para mediciones de turbidez, conductidímetro

TRANS HC 3010 para mediciones con conductividad y tintómetro para realizar las mediciones de oxígeno disuelto y % de saturación de oxígeno.

Para las mediciones que se emplearon en el multiparámetro se necesitaron 10 mL de agua para cada uno de los parámetros que se evaluaron, esta cantidad se ingresó en tubos especiales para este equipo y posteriormente se agregó los Kits de HANNA los cuales permiten la determinación de las (HANNA, 2017).

En cuanto a análisis microbiológicos, se llevó a cabo la siembra de bacterias en donde se pretendía separar las colonias de coliformes totales de E. Coli, para ello se preparó el agar en el cual se utilizó agar cromogénico, agregando 25 mL del medio de cultivo en cajas de petri. Para el sembrado se realizaron diluciones seriadas como se representa en la ilustración 6 en donde para cada tubo de ensayo se agregan 9 mL de agua peptonada autoclavada para posteriormente agregar 1 mL de la muestra. Para luego proceder a agregar 0,1 mL de cada dilución al medio de cultivo y homogenizarla. Posterior a eso se deja en crecimiento por 2 días a una temperatura de 35°C.

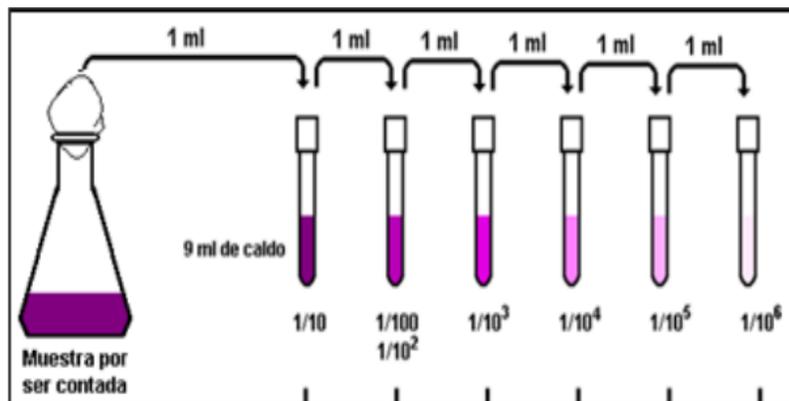


Ilustración 6. Representación de diluciones seriadas. (Fuente: Sosa, 2014)

Luego de obtener los resultados de calidad de cada embalse, se procedió a volver a realizar el índice de calidad de agua (ICA) para confirmar si hay diferencias o si los resultados se mantienen. Posterior a eso se realizó una tabla en donde se incluía las variables medidas y así poder comparar con las normativas que se presentan en la Resolución 0631 del 2015 y así conocer que tantos parámetros se encuentran por fuera de la normativa de calidad.

Etapa 4. Análisis de resultados y proyecciones futuras

En cuanto a esta última fase, se busca realizar una conexión de todas las etapas anteriores para poder analizar cómo se ha comportado cada embalse desde su construcción hasta la actualidad y eso como se ha modificado y ha afectado a los sistemas socioecológicos.

Después de realizada la comparación histórica hasta la actualidad de cada embalse, se planteará posibles consecuencias socioambientales que se pueden originar con

la constante situación crítica de los embalses prioritarios, con el fin de demostrar la importancia de trabajar en ellos, adaptando soluciones amigables con el medio social y ambiental.

RESULTADOS

En esta sección se presenta las diferentes fases del estudio con sus respectivos resultados. Iniciando con la etapa 1, en la cual se divide en cuatro pasos, comenzando con la identificación de los embalses en donde se describirá de manera general su ubicación, su función y datos esenciales, junto con esto las características generales de cada uno; en segundo lugar se construyó una línea de tiempo de antecedentes registrados para cada embalse, con el fin de facilitar la historia de cada uno; como tercer paso se realizaron gráficas de calidad de agua, en donde se muestra el comportamiento de cada parámetro a través del tiempo de funcionamiento de la represa; para finalmente como último paso, construir una línea de tiempo de cantidad en forma gráfica y así comprender las fluctuaciones que ha presentado cada embalse desde su tiempo de construcción.

Posterior a éste análisis, se procede a la etapa 2, la cual representa el proceso de priorización de embalses; en ella se realiza primero una evaluación de impactos socioambientales a través de un estudio de impacto ambiental y así identificar que embalses presentan la mayor cantidad de impactos negativos con alta influencia para los medios bióticos, abióticos y sociales; seguido de este proceso se presenta los resultados de calidad de agua evaluados por el índice ICA-IDEAM para así definir que embalses presentan categorías de mayor preocupación; luego se procede a evaluar los porcentajes de cantidad que posee cada embalse frente a su volumen útil. Después de realizar el análisis de los pasos mencionados anteriormente, se identificaron los embalses críticos.

Después de ya obtener los cuatro embalses prioritarios, se procede a la etapa 3, en donde se realiza una verificación de datos en cuanto a calidad del cuerpo de agua midiendo diferentes parámetros fisicoquímicos y calculando de nuevo el índice de calidad de agua para así poder compararlo con el resultado ya obtenido anteriormente.

Finalmente se discutirá los resultados obtenidos en cada etapa, resaltando como los variables de antecedentes, cantidad y calidad de las represas originaron y están creando impactos a nivel socioambiental para cada embalse y que factores presentan todos en común.

➤ **ETAPA 1.**

Identificación de embalses en Cundinamarca.

El departamento de Cundinamarca cuenta actualmente con 9 (nueve) embalses en funcionamiento, los cuales tienen diferentes funciones como lo son hidroeléctricas, para consumo humano o como sistemas de riego. Las represas reportadas son Tominé, Central Hidroeléctrica del Guavio, El Hato, El Sisga, Neusa, Chisacá - La Regadera, Chuza – represa de Chingaza, El Muña y San Rafael.

- EMBALSE TOMINÉ:

Se encuentra ubicado en la zona norte del río Bogotá y parte alta de la Cordillera Oriental, presente en los municipios de Facatativá y Zipaquirá, ocupando un total del 6% del área de los municipios siendo un aproximado de 2.280 Ha y presentando una altitud la cual oscila de 260 a 3750 m.s.n.m. Está principalmente conformada por los ríos de Siecha, Chipatá y Aves, las cuales nacen en río San Francisco (CAR, 2017).

La represa es considerada como un atractivo turístico por su belleza natural y llamativos paisajes propios, su almacenamiento está registrado por 690 Mm³ y sus propósitos están centrados en control de inundaciones y generación eléctrica en la Sabana de Bogotá, siendo la empresa de Energía de Bogotá (EEB) encargada del manejo del embalse (CAR, 2017).

Tabla 4. Características generales del embalse Tominé (FAO, 2005)

ÁREA DE SUPERFICIE (Ha)	3693
PROFUNDIDAD PROMEDIO (m)	19,1
CAPACIDAD TOTAL (Mm ³)	690,6
VOLUMEN ÚTIL (Mm ³)	619,6
VOLUMEN MUERTO (Mm ³)	15
COTA (m s.n.m)	2600
LONGITUD MÁXIMA (km)	18
ANCHURA MÁXIMA (km)	4
PERÍMETRO (km)	44,5

- EMBALSE DEL GUAVIO:

Cuenta con dos espacios principales, en el cual el primero se encuentra ubicado el embalse y la represa de la Central, ubicados específicamente en el municipio de Ubalá a 120 Km de la ciudad de Bogotá por la parte noreste; y el segundo es el centro de control, patio de conexiones y la central subterránea, ubicado en el municipio de Mambita a 184 Km de Bogotá (Hernández, 2011).

El propósito que cumple el embalse es de generación de energía por lo que el aporte de agua se hace esencial, siendo sus ríos afluentes el Guavio, Farallones, Muchindote Batatas y Chivor. Para estos dos últimos fue necesario hacer un túnel que desviara los cauces, construcción que inicia desde la vereda San Antonio hasta la vereda San Pedro, ambas ubicadas en el municipio de Ubalá, contando finalmente con una extensión de 2.19 Km (Hernández, 2011).

El embalse ha presentado impactos sociales negativos desde el inicio de su construcción en relación con desplazamientos forzados de miles de familias (EEB, 2000). En cuanto en el funcionamiento del embalse los impactos han estado ligados a la llegada de aguas residuales, afectaciones a la capacidad por lo que se disminuye la vida útil del proyecto y deslizamientos en la zona del embalse (ANLA, 2016).

Tabla 5. Características generales del embalse Guavio. (Palacios, 2013).

ALTURA DE PRESA (m)	243
ÁREA INUNDADA (Ha)	15.000
VOLUMEN TOTAL DEL EMBALSE (Mm ³)	1043
VOLUMEN ÚTIL DEL EMBALSE (Mm ³)	950
COTA (m.s.n.m)	1949
LONGITUD DE CORONACIÓN (m)	390
ALTURA PROMEDIO LÁMINA DE AGUA (m)	6
CAUDAL AFLUENTE (m ³ /sg)	62
CAPACIDAD TOTAL INSTALADA (MW)	1213
GENERACIÓN ANUAL DE ENERGÍA (GWh)	5890

- **EMBALSE DEL HATO:**

Ubicado geográficamente en la parte alta de la cordillera Oriental, específicamente en el municipio de Carmen de Carupa, en las cuales se encuentran ubicadas las veredas El Hato y Corralejas en el norte del departamento. Su distancia del casco urbano de Ubaté es de aproximadamente 15 Km (Morales, 2014).

Sus limitaciones al sur son por el río Suta, al Norte por los ríos Simijaca y Susa, al oriente los ríos Suta y Bajo Ubaté y finalmente al occidente con el municipio de San Cayetano. El embalse recibe aguas del río Hato y la Playa, para posteriormente dirigirlas a la zona plana del valle de los municipios de

Ubaté y Chiquinquirá, para ahí recoger las aguas de los ríos Suta y Lenguaza que finalmente desembocan en la laguna Fúquene la cual es el origen del río Suárez (Morales, 2014).

El embalse tiene diferentes funciones que hace parte del sistema de regulación de la laguna Fúquene, el cual también está compuesto por el sistema de riego y drenaje Fúquene-Cucunubá. Específicamente los propósitos que tiene el embalse son de abastecimiento de agua como acueducto principal del municipio de Ubaté, soporte de agua para el distrito de riego, control de inundaciones por medio de amortiguamiento de repentinos crecientes del río Hato y funciones recreativas de turismo (Morales, 2014).

Tabla 6. Características generales del embalse El Hato. (CAR, 2005).

COTA ALTURA (msnm)	2852
LONGITUD (km)	2.8
ANCHO (km)	1
PERÍMETRO COTA MAX DE INUNDACIÓN (km)	10.9
ESPEJO DE AGUA MAX (ha)	80.61
ALTURA (m)	36
NIVEL DE CRESTA EN VERTEDERO (msnm)	2847.05
NIVEL MAX DE OPERACIÓN (msnm)	2842.7
NIVEL MIN DE OPERACIÓN (msnm)	2828
APORTE ANUAL PROMEDIO (Mm ³)	7.8
VOLUMEN TOTAL (Mm ³)	12.7
VOLUMEN ÚTIL (Mm ³)	10.8

- **EMBALSE DEL SISGA.**

Se encuentra ubicado en la parte alta del río Bogotá, estando limitada en la parte Norte con los municipios de Suesca y Chocontá, al sur con Guatavita, al occidente con Gachancipá y Nemocón y por último al oriente con Machetá y Gacheta (CAR, 2018).

La cuenca que compone principalmente al embalse es el río Sisga, el cual nace en la cabecera con el nombre de San Francisco. Tiene un importante

número de quebradas en las cuales se encuentra Las Tipias, El Cajón, Las Fuentes, San Jerónimo, Honda y Granadillo (Barragán, 2018).

El embalse se localiza en el altiplano Cundiboyacense, estando regulado por la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR), el instituto de Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) y la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB) (Barragán, 2018).

Su construcción se dio con el objetivo de almacenar aguas en épocas de altas precipitaciones como propósito de guardar agua para temporadas secas, regulación de los caudales indispensables de la planta Tibitoc la cual abastece alrededor del 30% de la demanda en la ciudad de Bogotá, control de inundaciones mediante la regulación del río Sisga y finalmente considerándose una importante zona turística (CAR, 2018).

Tabla 7. Características generales del embalse Sisga. (CAR, 2018).

ÁREA (ha)	700
PROFUNDIDAD PROMEDIO (m)	14.9
VOLUMEN TOTAL (Mm ³)	94,3
VOLUMEN ÚTIL (Mm ³)	90
COTA (m s.n.m)	2774
LONGITUD MÁXIMA (km)	8,5
ANCHURA (km)	1,3
PERÍMETRO (km)	19

- **EMBALSE DEL NEUSA.**

Se encuentra ubicado en la parte nororiente del departamento, sobre la cordillera oriental específicamente entre los municipios de Cogua y Tausa con un 86% y 16% respectivamente. Su localización está situada al centro del páramo del Guerrero, con una altura aproximada de 3.800 m s.n.m y su drenaje se da en la zona sur del río Bogotá (García. 2016).

Los cuerpos de agua los cuales contribuyen al llenado del embalse son los ríos Las Juntas, Cubillos y Siguateque; dando lugar finalmente al Río Neusa. El propósito que cumple la represa de fuente de abastecimiento de agua potable a los municipios de Cogua y Zipaquirá también funciona como controlador de inundaciones en la Sabana de Bogotá y es conocido por su gran impacto positivo al departamento de Cundinamarca al ser también una zona turística de alto reconocimiento (García. 2016).

La zona donde está ubicado el embalse cuenta con dos periodos de invierno, siendo el primero en los meses de abril, mayo y junio y el segundo en octubre y noviembre. Actualmente se encuentra administrado y regulado por la Corporación Autónoma Regional (CAR) (Durán & Suárez, 2011).

Tabla 8. Características generales del embalse Neusa (Palacios, 2013)

COTA DE LA CORONA (msnm)	2977.5
CAPACIDAD TOTAL (Mm ³)	117
VOLUMEN ÚTIL (Mm ³)	102.3
AREA (Ha)	955
VOLUMEN MUERTO (m ³)	700
COTA MAXIMA (msnm)	2975
LONGITUD (km)	7.5
ANCHO CUENCA (km)	1.8
CAPACIDAD DE DESCARGA (m ³ /s)	16

- EMBALSE CHISACÁ – LA REGADERA.

Ubicados en la vertiente occidental del departamento de Cundinamarca, se encuentra conformada por la cuenca alta del río Tunjuelito, siendo parte del Páramo de Sumapaz, el cual pertenece al municipio de Usme al Sur de Bogotá Distrito Capital (Torres, 2009).

La conexión de los embalses se da iniciando con el río Chisacá cuyo nacimiento se da en la Laguna de los Tunjos, el cual es dirigido a la hacienda el Hato a unos 12 Km aproximadamente para luego ser embalsado en la represa de Chisacá donde su principal efluente en el río Mugroso el cual es originario de la laguna la Garza. Luego de salir del embalse Chisacá se descarga al río del mismo nombre que al juntarse con el río Curubital forman el conocido río Tunjuelito el cual es finalmente embalsado en la represa de La Regadera. El propósito de este embalse es principalmente surtir de agua a las comunidades del suroriental de Bogotá (Orjuela, 2016).

Tabla 9. Características generales del embalse Chisacá. (Palacios, 2013).

COTA (msnm)	3002
CAPACIDAD TOTAL (Mm ³)	6.7
VOLUMEN ÚTIL (Mm ³)	4.8
AREA (Ha)	41
ALTURA DE LA PRESA (m)	31

COTA MAXIMA (msnm)	2.75
LONGITUD (km)	0.89
ANCHO CUENCA (km)	0.45
CAPACIDAD DE DESCARGA (m ³ /s)	1.2

- **EMBALSE CHUZA – REPRESA CHINGAZA.**

Se encuentra ubicado en el Parque Natural Chingaza, específicamente en el municipio de Fómeque, en la misma vertiente de la laguna de Chingaza. Su construcción se dio a finales de 1982, siendo Acueducto de Bogotá quien se hace responsable de su uso, el cual está dirigido al consumo humano, actividades agropecuarias para poblaciones cercanas y finalmente para generación de energía. Esta represa cumple un papel fundamental en el departamento, ya que es la encargada de surtir agua potable al 80% de la población de Bogotá (Humboldt, 2017).

Los cuerpos de agua que surten agua al embalse son los ríos Guatiquía, Chuza y la quebrada de Leticia. Además de captar aguas de la quebrada El Mangón, naciente del río Blanco como parte del acueducto. La distancia a Bogotá es de aproximadamente 55 Km y cuenta con una vida útil promedio a 25 años (Humboldt, 2017).

Tabla 10. Características generales del embalse Chuza. (Palacios, 2013).

COTA (msnm)	2.999
CAPACIDAD TOTAL (Mm ³)	227
VOLUMEN ÚTIL (Mm ³)	218
VOLUMEN MUERTO (Mm ³)	29
AREA (Ha)	537
ÁREA DE INUNDACIÓN (Km ²)	163
LONGITUD (m)	110
PROFUNDIDAD (m)	127

- **EMBALSE DEL MUÑA.**

Localizado en la zona norte del municipio de Sibaté en la cuenca baja del río Bogotá. Los cuerpos de agua que lo conforman son las quebradas Aguas Claras, Chóqua, Grande, Honda y Hato Viejo. Su altura oscila de 3200 a 2500 msnm, presentado relieves de tipo montañosos, los cuales pueden ser ondulados, quebrados y escarpados (CAR, 2006).

Desde un inicio la construcción del embalse se optó por una zona relativamente alejada para no perjudicar a la población que reside en el municipio. Contó con el propósito de almacenar y regular los caudales de los ríos Aguas Claras y Muña, para así generar energía necesaria para el abastecimiento a la región (CAR, 2006).

En el proceso de construcción el proyecto tuvo una gran entrada de turistas, siendo un lugar de uso recreacional donde se podía practicar actividades como la navegación y el deporte acuático. Aumentado los ingresos del municipio con la llegada del Club Náutico del Muña (CAR, 2006).

Pero después de la idea de la empresa de energía de Bogotá (EEB) de bombear agua del río Bogotá al embalse, se fue alterando de forma negativa los parámetros fisicoquímicos del agua, generando en los años setenta una alta contaminación del embalse perjudicando a su tiempo el turismo y cancelando los clubes náuticos que estaban instalados en la represa (CAR, 2006).

Tabla 11. Características generales del embalse del Muña. (CAR, 2006).

ÁREA DRENADA (Km ²)	120
ÁREA INUNDADA (Ha)	957
VOLUMEN ÚTIL (Mm ³)	42
COTA DE CORONACIÓN (m s.n.m)	2571,3
NIVEL MAX DE OPERACIÓN (m s.n.m)	2569,5
NIVEL MÍNIMO (m s.n.m)	2555,6
LONGITUD MAX (km)	6,4

- **EMBALSE DE SAN RAFAEL.**

Ubicado en la cuenta alta del Río Teusacá, localizado en el municipio de La Calera y al oriente de la ciudad de Bogotá. Cuenta con una altura que oscila entre 1000 y 1400 m s.n.m (CAR, 2013).

El proyecto tiene como finalidad suministrar agua a zonas norte de Bogotá y a municipios cercanos como la Calera, Sopó y Guasca. Provee un sistema que permite almacenar agua la cual inspecciona y realiza mantenimiento a túneles que conforman el sistema Chingaza y así garantizar suministro de agua en caso de emergencia. Finalmente, como funciones secundarias cumple propósitos de regulación de caudal y control de inundaciones en la Sabana (CAR, 2013).

El embalse está conectado a la planta de tratamiento Wiesner, donde se han presentado problemas, ya que esta fue diseñada para tratar aguas con

concentraciones de contaminantes muy bajas y últimos reportes han mostrado gran cantidad de materia orgánica, sedimentación, procesos de eutroficación y presencia de coliformes y *E. Coli* (Rincón, 2017).

Tabla 12. Características generales del embalse San Rafael. (Palacios, 2013).

COTA (msnm)	2.772
CAPACIDAD TOTAL (Mm ³)	70
VOLUMEN ÚTIL (Mm ³)	67,6
VOLUMEN MUERTO (Mm ³)	5
LONGITUD DE REBOSADERO (m)	450
ÁREA DE INUNDACIÓN (Km ²)	371
LONGITUD (m)	680.36
CAPACIDAD DE DESCARGA (m ³ /s)	117
CAUDAL (m ³ /s)	25

Línea de tiempo por antecedentes de los embalses.

Teniendo en cuenta que para la construcción de la línea del tiempo de cada embalse se recopiló información de artículos, libros, trabajos de grado y prensa; los cuales se usaron para la construcción de tablas en donde se describió los antecedentes de cada año junto con sus problemáticas (Anexos del 1 al 9). Los resultados obtenidos de antecedentes de cada embalse se presentan a continuación.

EMBALSE TOMINÉ

FECHA	ANTECEDENTE	REFERENCIA
1960	Inicio de construcción del embalse Tominé a cargo de la empresa de energía Bogotá EEB	Liévano, 2017
1961-1967	Construcción de muro de contención en la zona norte	Liévano, 2017
1999	Se firma convenio para la construcción de parque ecológico	ANLA, 2007 (Expediente: 3352)
2004-2008	Inicio de invasión por el Buchón	ANLA, 2007 (Expediente: 3352)
2014	Se suspende los clubes náuticos	EI Espectador, 2014
2016- ACTUALIDAD	Propuesta de construcción de ciclorruta alrededor del embalse	Publimetro, 2016; Rodríguez, 2017; Rivera, 2019

EMBALSE GUAVIO

FECHA	ANTECEDENTES	REFERENCIAS
1981	Inicio de la construcción	Partridge, 2000
1983 y 1993	Derrumbe en zona de trabajadores	Partridge, 2000
1996	Proyecto de transporte acuático	EITiempo, 1996
1998	Aviso público de expropiación ilegal	EITiempo, 1998

2001-2003	Problemáticas en calidad de agua	AUPEC, 2001; EITiempo, 2003
2016-2017	Fallas en la Central Hidroeléctrica y cambio en Plan de Manejo Ambiental	RCN, 2016 ; ANLA, 2017 (Resolución: 00091)

EMBALSE EL HATO

FECHA	ANTECEDENTES	REFERENCIA
1990	Construcción del embalse	CAR, 2019
1991-1995	Operación del embalse	CAR, 2005 ; CAR, 2006
2004-2005	Baja calidad de agua del embalse	Hernández, 2014
2016	Alerta de desabastecimiento	LaVilla, 2016
2019	Aumento de actividades turísticas	CAR.2019

EMBALSE DEL SISGA

FECHA	ANTECEDENTES	REFERENCIA
1948	Inicio de la construcción	Colparques, 2015
1951	Puesta en marcha del embalse	Colparques, 2015
2009	Aumento de cobertura vegetal y prohibición de navegación	Bernal, 2015 ; Colparques, 2015
2016	Se abren compuertas para alimentar el embalse Muña	RCN, 2016
2019	Llamado de la CAR a cuidar en el embalse	CAR, 2019

EMBALSE DEL NEUSA

FECHA	ANTECEDENTES	REFERENCIA
1949	Inicio de construcción del embalse	Colparques, 1997
1955-1962	Plantaciones	Colparques, 1997 ; CAR, 2004
1994-1998	Uso ilegal del agua	CAR, 1998; El Tiempo, 1996; Valbuena, 1998
2011-2013	Trabajos de restauración	Betancur, 2012; Montes, 2013
2017	Implementación de estrategias ecoturísticas	IDECUT, 2017
2019	Preocupación por disminución de agua	Consejozipaquira, 2019

EMBALSE CHISACÁ – LA REGADERA

FECHA	ANTECEDENTES	REFERENCIA
1934	Inicio de la construcción	Torres, 2009
1940-1945	Colapso en los sistemas de acueducto	Cagüa, 2018; EITiempo, 1940
1951	Captación de río Tunjuelito	EABB, 1997
2003	Presencia de materiales contaminantes	Gélvez, 2003
2004	Procesos de restauración	Montoya, 2004
2014	Sentencia que ordena preservar las aguas del embalse	CAR, 2014 (Expediente AP-25000-23-27-000-2001-90479-01)

EMBALSE CHUZA – REPRESA DE CHINGAZA

FECHA	ANTECEDENTES	REFERENCIA
1974	Inicio de construcción	Amortegui, 1985
1979-1989	Problemática en las construcciones del embalse	Amortegui, 1985; ElTiempo, 1997
1997-2001	Mantenimiento de túneles	ElTiempo, 1997; INGETEC, 2016
2012	Aparición de contaminantes	Vaughan, 2012
2015	Construcción de nuevo túnel	ElTiempo, 2015
2017	Mejoras en túneles de embalse San Rafael	EAAB, 2017

EMBALSE DEL MUÑA

FECHA	ANTECEDENTES	REFERENCIA
1940	Inicio de la construcción	Barbosa, 2013
1943-1957	Aumento turístico y económico	Barbosa, 2013
1967	Trasvaso de río Bogotá	Barbosa, 2013
1970	Aparición de contaminantes	Barbosa, 2013
1987-2006	Estrategias para mejorar calidad	CAR, 2016; ElTiempo, 1996, 2000, 2004, 2005, 2006
2007	Construcción dique	Semana, 2019
2016	Trasvaso de agua de otros embalses	ElTiempo, 2016

EMBALSE SAN RAFAEL

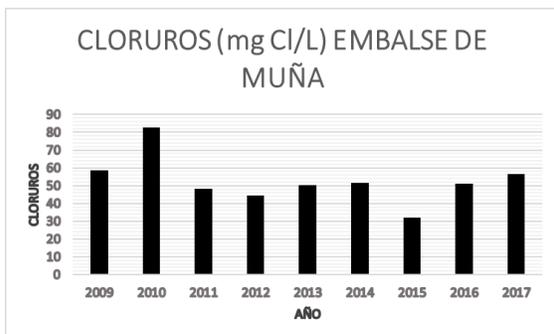
FECHA	ANTECEDENTES	REFERENCIA
1991	Inicio de construcción	CAR, 2009
1997	Disminución en reserva forestal	ElTiempo, 1997
2003	Propuesta de construcción de parque ecológico	EAAB, 2019
2014	Protestas por construcción de gasolinera	ElEspectador, 2014
2015	Construcción de nuevo túnel	RCN, 2015
2019	Polémica por tala de árboles	RCN, 2019

Línea de tiempo por calidad de los embalses.

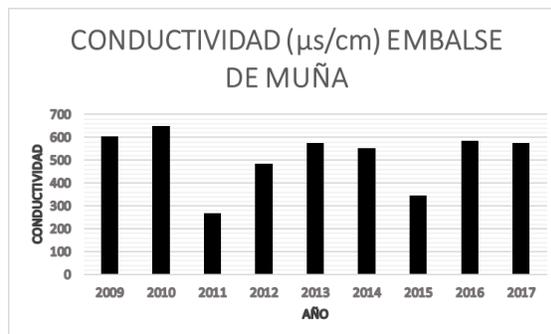
Para la línea del tiempo de calidad de agua de cada embalse, después de recopilar la información de los parámetros fisicoquímicos de los embalses reportados en artículos, libros y trabajos de grado, se construyeron gráficas que representen como aumenta o disminuye la variable evaluada las cuales están en su totalidad para cada embalse en los anexos del 10 al 18. Estas gráficas se ven expresadas como en la gráfica 1 con el parámetro de cloruros, gráfica 2 con conectividad, gráfica 3 con demanda biológica de oxígeno (DBO5), gráfica 4 con demanda química de oxígeno (DQO), la gráfica 5 con nitratos, gráfica 6 con oxígeno disuelto (OD), gráfica 7 con pH, gráfica 8 con sólidos totales (ST), gráfica 9 con sulfatos; parámetros específicos del embalse del Muña los cuales presentan más reporte de calidad y por ende también los más altos para cada una de las variables. Para la construcción de las gráficas, se realizaron tablas de calidad las cuales también se compararon con

normativas para verificar su rango dentro de estas, como se observa en los anexos del 19 al 27.

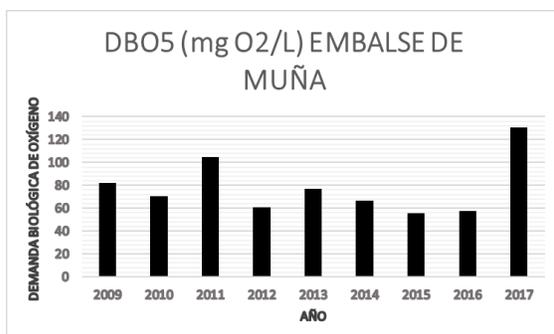
Gráfica 1. Variable cloruros embalse muña en diferentes años



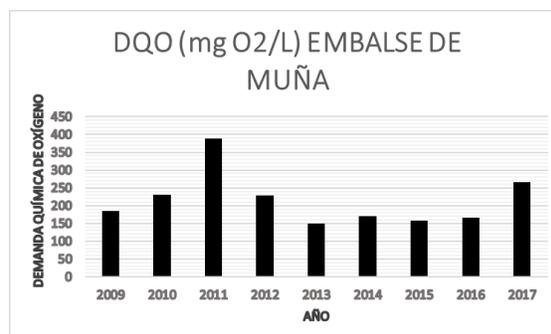
Gráfica 2. Variable conectividad embalse muña en diferentes años



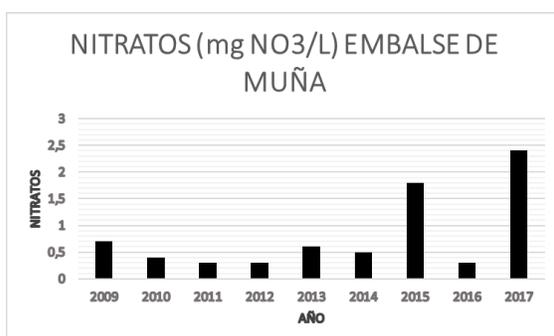
Gráfica 3. Variable DBO5 embalse muña en diferentes años



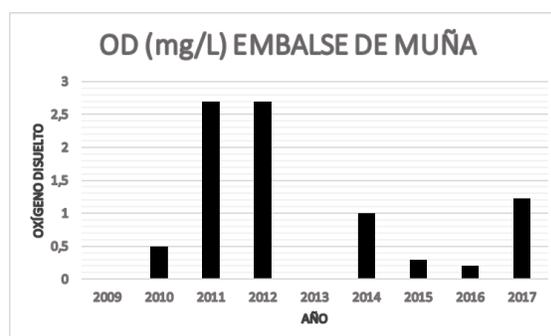
Gráfica 4. Variable DQO embalse muña en diferentes años



Gráfica 5. Variable nitratos embalse muña en diferentes años

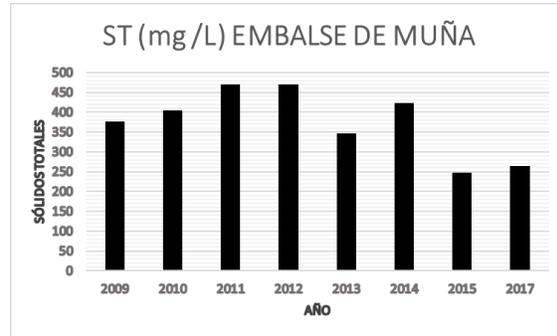
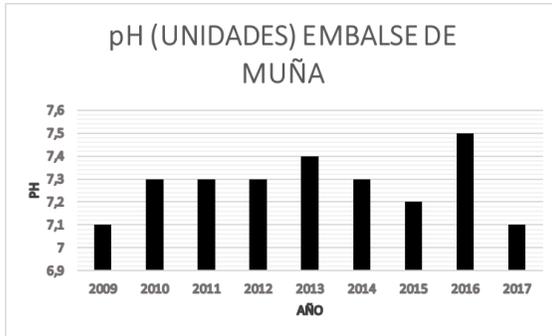


Gráfica 6. Variable OD embalse muña en diferentes años

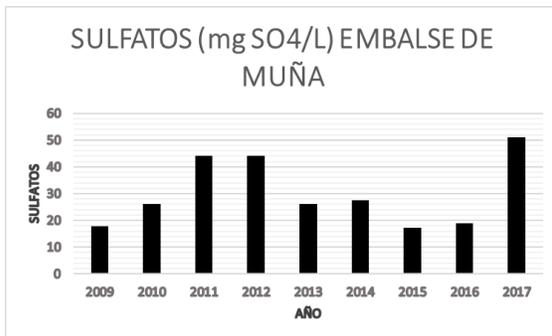


Gráfica 7. Variable pH embalse muña en diferentes años

Gráfica 8. Variable ST embalse muña en diferentes años



Gráfica 9. Variable sulfatos embalse muña en diferentes años



➤ **ETAPA 2.**

Evaluación de impactos socioambientales.

Después de construir la matriz de impacto ambiental para cada uno de los embalses (Anexos 28 al 36), en donde se incluyeron componentes abióticos, bióticos y sociales. Se procedió a la construcción de una tabla en la cual se hizo la sumatoria total de impactos negativos y positivos en cuanto a la magnitud de la actividad frente a la variable evaluada. Para ello los colores reflejan; verde para un impacto no relevante, amarillo para uno con mediana influencia y rojo para un efecto muy alto.

Tabla 13. Sumatoria de impactos, según las matrices de impacto ambiental.

Sumatoria de conflictos	-	756	3440	420	Embalse de Tominé
	+	0	317	510	
Sumatoria de conflictos	-	717	3413	612	Embalse de Guavio
	+	0	311	518	
Sumatoria de conflictos	-	829	3100	206	Embalse de El Hato
	+	0	359	428	
Sumatoria de conflictos	-	728	2302	136	Embalse de Sisga
	+	63	1255	992	
Sumatoria de conflictos	-	728	2205	0	Embalse de Neusa
	+	0	1052	720	
Sumatoria de conflictos	-	728	2205	0	Embalse de Chisacá
	+	0	1052	720	
Sumatoria de conflictos	-	753	3568	552	Embalse de Chuza
	+	0	274	729	
Sumatoria de conflictos	-	761	3079	1153	Embalse de Muña
	+	217	1578	0	
Sumatoria de conflictos	-	770	2674	520	Embalse de San Rafael
	+	0	333	226	

Luego de obtener los resultados de la Tabla 13 con los valores de impactos positivos y negativos, se organizó cada embalse de mayor a menor en cada una de las intensidades de impacto como se muestra en la tabla 14, para así facilitar la priorización de éstos. En ellos se observa que los embalses que presentan mayor valor en los impactos relevantes negativos son Muña, Guavio, Chuza y San Rafael.

Tabla 14. Posición de los embalses según la suma de impactos.

		1	2	3	4	5	6	7	8	9
-		Hato	San Rafael	Muña	Tominé	Chuza	Sisga	Neusa	Chisacá	Guavio
		Chuza	Tominé	Guavio	Hato	Muña	San Rafael	Sisga	Neusa	Chisacá
		Muña	Guavio	Chuza	San Rafael	Tominé	Hato	Sisga	Neusa	Chisacá
+		Muña	Sisga	Tominé	Guavio	Hato	Neusa	Chisacá	Chuza	San Rafael
		Muña	Sisga	Neusa	Chisacá	Hato	San Rafael	Tominé	Guavio	Chuza
		Sisga	Chuza	Neusa	Chisacá	Guavio	Tominé	Hato	San Rafael	Muña

Evaluación de calidad de agua.

Después de calcular el Índice de Calidad de Agua (ICA) para cada uno de los embalses, como se ve representado en la tabla 15 para el embalse de Tominé, tabla 16 para el embalse del Guavio, tabla 17 para el embalse El Hato, tabla 18 para el embalse del Sisga, tabla 19 para el embalse del Neusa, tabla 20 para el embalse Chisacá-La Regadera, tabla 21 para el embalse Chuza-Represa de Chingaza, tabla 22 para el embalse del Muña y la tabla 23 para el embalse San Rafael; en estos resultados se identificó que las represas que poseían menor valor en el índice son el Muña, Guavio, Chuza, Sisga y San Rafael.

EMBALSE TOMINÉ

Tabla 15. Índice de calidad de agua, embalse Tominé.

Variable	Resultado	Total	Calificación	Señal de alerta
OD	0.37	0.79	Aceptable	
SST	1			
DQO	0.71			
CONDUCTIVIDAD	0.89			
pH	1			

EMBALSE DEL GUAVIO

Tabla 16. Índice de calidad de agua, embalse Guavio.

Variable	Resultado	Total	Calificación	Señal de alerta
OD	0.97	0.44	Mala	
SST	0			
DQO	0.71			
CONDUCTIVIDAD	0.41			
pH	0.1			

EMBALSE EL HATO

Tabla 17. Índice de calidad de agua, embalse El Hato.

Variable	Resultado	Total	Calificación	Señal de alerta
OD	0.44	0.75	Aceptable	
SST	1			
DQO	0.84			
CONDUCTIVIDAD	0.51			
pH	1			

EMBALSE DEL SISGA

Tabla 18. Índice de calidad de agua, embalse Sisga.

Variable	Resultado	Total	Calificación	Señal de alerta
OD	0.83	0.64	Regular	
SST	0			
DQO	0.91			
CONDUCTIVIDAD	0.97			
pH	0.5			

EMBALSE DEL NEUSA

Tabla 19. Índice de calidad de agua, embalse Neusa.

Variable	Resultado	Total	Calificación	Señal de alerta
OD	0.71	0.82	Aceptable	
SST	1			
DQO	0.51			
CONDUCTIVIDAD	0.99			
pH	0.93			

EMBALSE DE CHISACÁ

Tabla 20. Índice de calidad de agua, embalse Chisacá.

Variable	Resultado	Total	Calificación	Señal de alerta
OD	0.77	0.87	Aceptable	
SST	1			
DQO	0.71			
CONDUCTIVIDAD	0.9			
pH	1			

EMBALSE DE CHUZA

Tabla 21. Índice de calidad de agua, embalse Chuza.

Variable	Resultado	Total	Calificación	Señal de alerta
OD	0.67	0.45	Mala	
SST	0			
DQO	0.26			
CONDUCTIVIDAD	0.94			
pH	0.4			

EMBALSE DEL MUÑA

Tabla 22. Índice de calidad de agua, embalse Muña.

Variable	Resultado	Total	Calificación	Señal de alerta
OD	0.12	0.22	Muy Mala	
SST	0			
DQO	0			
CONDUCTIVIDAD	0			
pH	1			

EMBALSE SAN RAFAEL

Tabla 23. Índice de calidad de agua, embalse San Rafael.

Variable	Resultado	Total	Calificación	Señal de alerta
OD	0.73	0.60	Regular	
SST	0			
DQO	0.51			
CONDUCTIVIDAD	0.92			
pH	0.83			

Evaluación de cantidad de agua.

Después de contar con la información presentada por la Corporación Autónoma Regional (CAR), se construyó una tabla en donde se ve expresado el volumen que

poseen los embalses en la última fecha reportada, el promedio destacó que los cuatro embalses con menor porcentaje son el San Rafael, Tominé, Chuza, Sisga, respectivamente y el resultado se observa en la tabla 24.

Tabla 24. Porcentaje de los embalses en base al volumen útil.

Embalse	Volumen del embalse (Mm ³)	Volumen reportado en el 2019 (Mm ³)	Porcentaje de cantidad cercanos al volumen útil
TOMINÉ	619,6	210,2 (5 mayo) ¹	33,9 %
GUAVIO	950	No Reportado	
EL HATO	12,7	9,6 (5 mayo) ¹	75.6 %
SISGA	90	35,9 (5 mayo) ¹	40 %
NEUSA	117	63,9 (5 mayo) ¹	54,6 %
CHISACÁ	7,4	No Reportado	
CHUZA	218,6	99 (30 abril) ²	45.3 %
MUÑA	42	No Reportado	
SAN RAFAEL	67,6	21,3 (30 abril) ²	31,5 %

¹ CAR 5 mayo 2019

² CAR 30 abril 2019

➤ ETAPA 3.

Actualización de datos.

EMBALSE DEL MUÑA



Ilustración 7. Embalse del Muña

Después de realizar la visita al embalse del Muña el 2 de octubre, recolectar la muestra de agua y evaluar los parámetros, se obtuvieron los resultados de la tabla 29.

Tabla 25. Evaluación de parámetros fisicoquímicos del embalse Muña.

Parámetro	Unidades	Resultados	Normativa
<i>pH</i>	Unidades	8,03	6,0-9,0 ¹
<i>Temperatura</i>	°C	21,3	15 ³
<i>Conductividad</i>	μs/cm	613	1000 ¹
<i>Color aparente</i>	PCU	914	15 ²
<i>Color real</i>	PCU	225	No reportado
<i>Turbidez</i>	NTU	110	2 ²
<i>Nitritos NO2-</i>	mg/L	0,04	<0,08 ²
<i>Nitritos NO2-N</i>	mg/L	0,01	<0,01 ²
<i>Nitritos NaNO2</i>	mg/L	0,07	No reportado
<i>Fósforo P</i>	mg/L	0,07	0,4 ³
<i>Fósforo PO3-4</i>	mg/L	2,2	0,5 ³
<i>Fósforo P2O5</i>	mg/L	1,6	0,4 ³
<i>DQO</i>	mg/L	1002	200 ¹
<i>DO</i>	mg/L	6,6	5 ³
<i>% O2</i>	%	23	70 ³
<i>ST</i>	mg/L	360	90 ²
<i>SS</i>	mg/L	90	70 ²
<i>SD</i>	mg/L	320	90 ²
<i>Coliformes totales</i>	UFC/mL	45*10 ³	1000 ²
<i>E. Coli</i>	UFC/mL	5*10 ³	575 ⁴

¹ resolución 2115, 2007

² resolución 0883, 2018

³ secretaria de estado del medio ambiente y recursos naturales, 2001

Posterior a reportar los datos, se calculó el índice de calidad de agua (ICA), para obtener un total de 0.23, determinando una señal de alerta muy mala al cual se le asigna el color rojo.

Tabla 26. Verificación del índice de calidad de agua, embalse Muña.

Variable	Resultado	Total	Calificación	Señal de alerta
OD	0.23	0.23	Muy Mala	
SST	0			
DQO	0.125			
CONDUCTIVIDAD	0			
pH	0.8			

EMBALSE DEL GUAVIO.



Ilustración 8. Embalse del Guavio

Después de realizar la visita al embalse del Guavio el 5 de octubre, recolectar la muestra de agua y evaluar los parámetros, se obtuvieron los resultados de la tabla 25.

Tabla 27. Evaluación de parámetros fisicoquímicos del embalse Guavio.

Parámetro	Unidades	Resultados	Normativa
pH	Unidades	9,13	6,0-9,0 ¹
Temperatura	°C	17,2	15 ³
Conductividad	µs/cm	125,8	1000 ¹
Color aparente	PCU	47	15 ²
Color real	PCU	24	No reportado
Turbidez	NTU	15,1	2 ²
Nitritos NO ₂ -	mg/L	0,04	<0,08 ²
Nitritos NO ₂ -N	mg/L	0,01	<0,01 ²
Nitritos NaNO ₂	mg/L	0,06	No reportado
Fósforo P	mg/L	0,6	0,4 ³
Fósforo PO ₃ -4	mg/L	2	0,5 ³
Fósforo P ₂ O ₅	mg/L	1,5	0,4 ³
DQO	mg/L	1152	200 ¹
DO	mg/L	8,1	5 ³
% O ₂	%	18	70 ³
ST	mg/L	520	90 ²
SS	mg/L	75	70 ²
SD	mg/L	480	90 ²
Coliformes totales	UFC/mL	8*10 ²	1000 ²
E. Coli	UFC/mL	3*10 ²	575 ⁴

¹ resolución 2115, 2007

² resolución 0883, 2018

³ secretaria de estado del medio ambiente y recursos naturales, 2001

Posterior al reporte de datos, se calculó el índice de calidad de agua (ICA), para obtener un total de 0.41, determinando una señal de alerta mala al cual se le asigna el color naranja.

Tabla 28. Verificación del índice de calidad de agua, embalse Guavio

Variable	Resultado	Total	Calificación	Señal de alerta
OD	0.82	0.41	Mala	
SST	0			
DQO	0.125			
CONDUCTIVIDAD	0.64			
pH	0.5			



Ilustración 9. Embalse del Sisga

Después de realizar la visita al embalse del Sisga el 4 de octubre, recolectar la muestra de agua y evaluar los parámetros, se obtuvieron los resultados de la tabla 27.

Tabla 29. Evaluación de parámetros fisicoquímicos del embalse Sisga.

Parámetro	Unidades	Resultados	Normativa
pH	Unidades	9,12	6,0-9,0 ¹
Temperatura	°C	16,77	15 ³
Conductividad	µs/cm	35,37	1000 ¹
Color aparente	PCU	294	15 ²
Color real	PCU	125	No reportado
Turbidez	NTU	5,59	2 ²
Nitritos NO ₂ -	mg/L	0,03	<0,08 ²
Nitritos NO ₂ -N	mg/L	0,01	<0,01 ²
Nitritos NaNO ₂	mg/L	0,04	No reportado
Fósforo P	mg/L	4,1	0,4 ³
Fósforo PO ₃ -4	mg/L	12,6	0,5 ³
Fósforo P ₂ O ₅	mg/L	9,4	0,4 ³
DQO	mg/L	1544	200 ¹
DO	mg/L	12,23	5 ³
% O ₂	%	27,93	70 ³
ST	mg/L	80	90 ²
SS	mg/L	40	70 ²
SD	mg/L	120	90 ²
Coliformes totales	UFC/mL	10	1000 ²
E. Coli	UFC/mL	0	575 ⁴

¹ resolución 2115, 2007

² resolución 0883, 2018

³ secretaria de estado del medio ambiente y recursos naturales, 2001

Posterior a reportar los datos, se calculó el índice de calidad de agua (ICA), para obtener un total de 0.45, determinando una señal de alerta regular al cual se le asigna el color amarillo.

Tabla 30. Verificación del índice de calidad de agua, embalse Sisga.

Variable	Resultado	Total	Calificación	Señal de alerta
OD	0.72	0.45	Regular	
SST	0			
DQO	0.125			
CONDUCTIVIDAD	0.93			
pH	0.5			

EMBALSE SAN RAFAEL



Ilustración 10. Embalse San Rafael

Después de realizar la visita al embalse de San Rafael el 2 de octubre, recolectar la muestra de agua y evaluar los parámetros, se obtuvieron los resultados de la tabla 31.

Tabla 31. Evaluación de parámetros fisicoquímicos, embalse San Rafael.

Parámetro	Unidades	Resultados	Normativa
pH	Unidades	7,77	6,0-9,0 ¹
Temperatura	°C	15,1	15 ³
Conductividad	µs/cm	29,47	1000 ¹
Color aparente	PCU	76	15 ²
Color real	PCU	60	No reportado
Turbidez	NTU	10,3	2 ²
Nitritos NO ₂ -	mg/L	0,05	<0,08 ²
Nitritos NO ₂ -N	mg/L	0,01	<0,01 ²
Nitritos NaNO ₂	mg/L	0,07	No reportado
Fósforo P	mg/L	0,04	0,4 ³
Fósforo PO ₃ -4	mg/L	1,1	0,5 ³
Fósforo P ₂ O ₅	mg/L	0,8	0,4 ³
DQO	mg/L	1423	200 ¹
DO	mg/L	12,4	5 ³
% O ₂	%	25,4	70 ³
ST	mg/L	80	90 ²
SS	mg/L	60	70 ²
SD	mg/L	10	90 ²
Coliformes totales	UFC/mL	42*10 ³	1000 ²
E. Coli	UFC/mL	4*10 ²	575 ⁴

¹ resolución 2115, 2007

² resolución 0883, 2018

³ secretaria de estado del medio ambiente y recursos naturales, 2001

Posterior a reportar los datos, se calculó el índice de calidad de agua (ICA), para obtener un total de 0.55, determinando una señal de alerta regular al cual se le asigna el color amarillo.

Tabla 32. Verificación del índice de calidad de agua, embalse San Rafael.

Variable	Resultado	Total	Calificación	Señal de alerta
OD	0.70	0.55	Regular	
SST	0			
DQO	0.125			
CONDUCTIVIDAD	0.94			
pH	1			

➤ ETAPA 4.

Discusión de resultados.

Para esta etapa se analizaron los resultados obtenidos en cada una de las etapas del estudio, con el fin de discutir que aspectos de características generales tienen en común los embalses y cuales son diferentes. Además de identificar los impactos socioambientales que comparten y cuales problemáticas son las más importantes para cada embalse. También se indagó frente a los embalses que se consideraron prioritarios; junto con esto se verificó la efectividad del método de priorización y que

factores hicieron falta para poder complementarlo; y así finalmente llegar a una discusión general de todos los embalses.

Etapa 1.

En esta etapa se desarrolló la descripción de cada embalse construido en el departamento de Cundinamarca, se encontró que la mayoría tienen propósitos de suministro de agua, regulación de caudales e hidroeléctricas. Funciones más comunes que cumplen las represas junto con el turismo y como sistema de riego (Caballero, 2014).

Los embalses del departamento de Cundinamarca coinciden en que su construcción surge por la necesidad ya sea para función hidráulica, sanitaria, productividad tradicional o ambiental. Esto se da por la necesidad de gestionar el recurso, el cual se hace más relevante por la aparición de la sensibilidad social frente a temas medioambientales, implementado nuevos criterios de gestión que pasan de los cualitativos que hacen referencia a los embalses como zonas de reserva y conductores de agua, a enfoques cuantitativos que se centran en la calidad del recurso y el valor ecológico que posee el sistema (Palau, 1998).

La línea del tiempo de cada embalse coincide en que principalmente todos en temporadas de construcción presentan fuertes problemáticas a nivel social al tener influencia directa en cambios hidrológicos, geomorfológicos, biológicos, paisajísticos y sociales (Ojeda, 1995). Y como se ven en los antecedentes, muchos de estos han permitido un aumento en la economía de la región pero de igual manera han descuidado temas de impacto ambiental y social generando controversias, mal manejo y desconocimiento (Díaz, 2016) como es el caso del embalse del Guavio y Muña que presentan presencia de Buchón, la cual es una planta invasora que genera procesos de eutrofización definido como el exceso de nutrientes como el nitrógeno el cual causa pérdidas de oxígeno en el agua (Restrepo, 2019).

Junto con las problemáticas mencionadas anteriormente, se juntan desventajas en la construcción de los embalses como la pérdida de actividades agroindustriales, cambios en la ecología de la zona afectada, traslado de asentamientos humanos, inestabilidad de taludes e incremento de actividad sísmica principalmente cuando se genera el llenado de los embalses (Bustamante, 2008). Consecuencias que se expresan al juntar la información de antecedentes de cada embalse, no todos presentan estas problemáticas al mismo tiempo, pero si es claro que al menos una de estas características se ve representada en cada uno.

Pero también la historia de los embalses nos muestra diferentes ventajas como el mejoramiento de suministro de agua en zonas urbanas, aumento de las posibilidades de sistemas de riego, incremento en recreación, incremento de vías navegables y control de crecientes de los ríos (Guevara, 2014). Esto se ve en embalses en todos los embalses, exceptuando el Muña, el cual después de un

tiempo suspendió sus actividades recreativas por su problemática en su calidad de agua.

Etapa 2.

Teniendo en cuenta que un estudio de impacto ambiental implica los efectos que son producidos en el ambiente y procesos naturales por actividades de tipo antropológicos en un espacio y tiempo específico. Lo que conlleva a la valoración de conflictos que se ejercen frente a ecosistemas y sociedad, en tres dimensiones importantes como la magnitud, importancia y significancia. La necesidad de evaluar aspectos biofísicos y antropogénicos hacen parte de los análisis primordiales que se deben tener en cuenta para definir el impacto (Perevochtchikova, 2013). Por lo que se consideró que plantear una matriz de impacto ambiental actual de los embalses, facilitaría entender la presencia de impactos socioambientales que se generan por las actividades que se llevan a cabo en cada represa; y así poder comprender que magnitud y grado de importancia presentan frente a problemáticas especialmente sociales, permitiendo de esa forma categorizar los embalses y así prestar mayor atención a los que presentan mayor cantidad de efectos negativos socioambientales, en los que se puede observar que el Muña y Guavio son los más críticos; seguidos por el Chuza y San Rafael.

En las matrices de estudio de impacto ambiental también las prácticas que compartían todos los embalses estaban asociadas a el transporte del agua al embalse, vertimientos aguas abajo, abierta de compuertas, bombeo de agua y mantenimiento de túneles; siendo estas las tareas que cumplen para su funcionamiento cotidiano (Márquez, 2001). Pero cada represa también cumplía funciones como prácticas de recreación a excepción de El Hato, el Muña y San Rafael; restauración del parque para embalses como el Neusa y Chisacá; aumento en la capacidad del volumen para el Guavio y Chuza; y casos de aparición de Buchón para Tominé y Muña. Pero también se evidenciaron actividades que solo eran exclusivas para cada embalse como presencia de cicluruta en la represa de Tominé; transporte por medio de lancha y descargas de aguas residuales para el Guavio; efectos del fenómeno del Niño y pesca deportiva para El Hato; incremento en la cobertura de bosque y prohibición de navegación en cuanto al embalse del Sisga; construcción de un nuevo túnel para el caso de la represa de Chingaza; fraccionamiento del dique, aplicación de pesticidas, labores de peregrinación, trasvaso de agua de embalses y uso del Buchón en el embalse del Muña; y finalmente para el caso de San Rafael presenta actividades únicas como la construcción de un parque y por ende la tala de árboles (Anexos 28 al 36).

Para llevar a cabo la categorización de los embalses, se consideró que un parámetro importante era la calidad que presenta el agua de estos sistemas hídricos. Por ende, una forma que facilita este proceso es la aplicación de índices, los cuales incluyen mediciones de parámetros físicos, químicos y bacteriológicos con rangos determinados basados en normativas (Montalvo, 2019). Motivo por el cual el índice de calidad, en este caso ICA-IDEAM, nos presentó unos valores específicos para cada embalse, permitiendo identificar cuáles son los que presentan

un índice de calidad más bajo, en ellos se encuentra el Muña, Guavio, Chuza, Sisga y San Rafael.

La presencia del embalse de Tominé muestra altos impactos positivos en la tabla 13, esto se da gracias a que es el punto más importante del desarrollo turístico, generando integración municipal y promoviendo oportunidades en temas económicos, sociales y recreativos, permitiendo a su paso nuevos empleos a los habitantes de la zona. A pesar de que en una temporada de funcionamiento se evidenció presencia de Buchón por el uso de agroquímicos que ingresan en la cuenca alta del embalse sin ningún tratamiento previo y generan alteraciones en los parámetros fisicoquímicos del cuerpo de agua, la Corporación Autónoma Regional (CAR) junto con la Empresa de Energía Eléctrica de Bogotá (EEMB) trabajaron en proyectos de recuperación del recurso (Monsalvo, 2018), los cuales han permitido una mejora en la calidad del agua como se ve expresado en el índice de Calidad de Agua (ICA), donde su calificación es 'buena'.

En cuanto a la priorización de los embalses, el Guavio es uno de los cuales ha presentado problemáticas a nivel social y ambiental, al generar desde un inicio el represamiento de los ríos Guavio, Batatas y Chivor; lo cual ha provocado un sumergimiento y pérdida de las tierras con mayor fertilidad de la zona, afectando la economía de la población alrededor y creando descontentos frente a la construcción de la represa.

En base a un reciente estudio realizado por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), el proyecto de la Central Hidroeléctrica del Guavio, a presentado efectos negativos en factores socioeconómicos al deteriorar vías de comunicación, alterar las relaciones de coordinación entre la comunidad y las autoridades locales, y generar daños en cultivos por las frecuentes descargas del rebotadero. Junto con esto también expresa impactos positivos como el aumento de los precios de las tierras, generación de empleo y desarrollo turístico (ANLA, 2016). Lo cual se ve representado en los resultados al ser uno de los embalses que también presenta un valor alto de impactos positivos de gran impacto.

La calidad que presenta el embalse del Hato se considera aceptable y su cuidado ha estado presente al generar una buena infraestructura conformada por el proyecto 'Parque embalse del Hato' el cual cuenta con una alta variedad ecológica y riqueza cultural. Manteniendo así relación estable entre sociedad-ambiente y permitiendo llevar a cabo la implementación de ecoturismo en la zona para generar empleo y estabilidad económica (Arias, 2017), esto puede sumarse a impactos positivos de gran influencia en la matriz de evaluación de impacto ambiental.

Una variable que es realmente alarmante para el embalse del Sisga es respecto al volumen almacenado que posee a la fecha, corroborando con reportes realizados por el IDEAM que muestra que los rangos de escasez presentan niveles medios en épocas húmedas y alto en temporadas secas. Esto es debido a los fenómenos asociados el Niño el cual eleva las temperaturas y genera procesos de evotranspiración; la acción del hombre también influye en la estabilidad, forma y

tamaño del espejo de agua; ya que las poblaciones cercanas han modificado el territorio en zonas de pradera para actividades ganaderas. Esta disminución del agua no es posible evidenciar ópticamente, los resultados se han hecho posibles gracias a estudios batimétricos (Ramírez, 2018).

Para el embalse del Neusa, sus impactos ambientales son mínimos y cuenta con más beneficios que problemáticas negativas; esto se debe a que es un embalse que cuenta con la importante función de abastecimiento de agua a municipios como Cogua, Zipaquirá y Nemocón, transporta agua a la planta Tibitoc de Bogotá y desempeña funciones para usos agrícolas, pecuarias y recreativas al contar con el 'Parque Forestal Embalse de Neusa' que juega un papel importante de restauración en la zona (García, 2016).

Lo que respecta al embalse Chisacá- La Regadera, no presenta altas problemáticas que influyan en impactos negativos ya que se considera como un atractivo turístico y su propósito de evitar inundaciones favorece a los habitantes de la zona de influencia; los únicos factores externos que se están valorando recientemente es el aumento irresponsable del turismo que está causando tasas de delincuencia (Cagüa, 2018). En cuanto a su cantidad no presenta bajos niveles ya que sus afluentes mantienen un flujo constante y éstos no presentan carga de contaminantes que impacten negativamente la calidad del embalse (Torres, 2009). Tal como se representa en la valoración del ICA que categoriza el embalse con agua 'aceptable'.

En cuanto al embalse de Chuza su importancia se hace presente al estar dentro del parque nacional natural Chingaza y abastece a la población de Bogotá al transportar su agua al embalse de San Rafael, sus impactos varían entre positivos y negativos de gran influencia, ya que al ser regulada por una institución de parques nacionales, busca encontrar una relación social-ambiente que genere un equilibrio sin afectar el sistema, y por otro lado al ser la fuente principal de suministro de agua genera impactos de beneficio para una población grande como en la de Bogotá (Lora, 2009). Pero también ha presentado diversos problemas en cuanto a escasez, irregularidad y falta de abastecimiento lo que ha generado recesos en el consumo; esto sumado a las problemáticas que ha presentado el páramo por cultivos y uso de agroquímicos que llegan al cuerpo de agua, alterando su calidad (Hernández, 1997) como se ve expresado en el índice de calidad de agua donde reporta valores bajos con una categorización de 'mala'.

El embalse del Muña a pesar de ser una fuente de energía importante para la ciudad ha generado problemas en la población de Sibaté al tener que estar en muy cerca a la represa la cual recibe diariamente miles de litros de agua residual provenientes del alcantarillado de Cundinamarca, los cuales generan malos olores y enfermedades ya que esta agua también es usada como sistema de riego, transportando los contaminantes a los alimentos (Funeme, 2017). Reportes que sustentan los altos valores de impactos negativos registrados en la matriz de impacto ambiental y es la represa que presenta el menor valor en cuanto al índice

de calidad de agua, considerándose el único embalse del departamento de Cundinamarca en tener una calificación de calidad 'muy mala'.

La represa del Muña es uno de los claros ejemplos de mal manejo del proyecto, ya que en un inicio como se observa en la línea del tiempo, contaba con un increíble ingreso de turistas al permitir actividades como navegación y deporte acuático, llegando hasta el punto de crear un Club Náutico llamado Muña. Esto permitió que los ingresos aumentaran y la economía de la zona mejorara en gran medida. Lo cual no duró mucho al empezar a bombear agua del río Bogotá al embalse, río que poco a poco fue cambiando su calidad y por ende empezando a alterar los parámetros del Muña como se observa en las gráficas 1 a la 9 que muestra como progresivamente las variables aumentan, empeorando la calidad del cuerpo de agua. Esto generó que se suspendiera toda actividad turística y acuático en el embalse (Rivas, 2018).

De acuerdo con la cantidad del embalse del Muña, este es el que a la última fecha de reporte (2017) representa un 100% de capacidad ya que su volumen se encuentra dentro del útil. Esto se da por el frecuente bombeo del río Bogotá al cuerpo de agua, el cual hace que esta represa se excluya de la priorización en la variable de cantidad al no presentar grandes oscilaciones de volumen y al mantener una capacidad adecuada para realizar sus funciones (Torres,2012). Pero al ser una de las que mayor presenta valores en conflictos negativos y menores valores en calidad, es considerado como el más crítico en el presente estudio.

Finalmente, el último embalse que se consideró prioritario es el San Rafael. Esto debido a que la matriz de conflicto mostró valores de impactos negativos altos y menor valor en impactos positivos. Una de las problemáticas más asociadas a los antecedentes de esta represa hace referencia al incumplimiento de la compensación de la empresa EAAB-ESP en la construcción del parque el cual contrarrestaría los impactos sociales que sufrieron los habitantes por la construcción de este proyecto al transformar el parque de La Calera en lo que hoy en día es el embalse (Báez, 2009).

La cantidad del embalse muestra una disminución drástica en el año 2014 por el mantenimiento de túneles de Chingaza (Cortés, 2015), lo cual está plasmado en la línea de tiempo de antecedentes. Esto ha ocasionado que la recuperación del volumen se dé por cortos tiempos, aunque a la última fecha de reporte (2017), su porcentaje de acercamiento al nivel útil se hace cada vez más alto.

Pero a pesar de que, al ser comparado los resultados con estudios realizados anteriormente y presentar una buena relación de lo obtenido con lo reportado, también se tiene presente que uno de los factores que sesga la priorización en cuanto al estudio de impacto ambiental, está en que solo se evaluó las actividades presentes en operación y mantenimiento; lo cual la literatura recomienda evaluar los diferentes procesos que conlleva el proyecto desde su construcción (Calderón, 2013).

Pero una de las fallas que presenta el método de priorización está determinada por el índice de Calidad de Agua (ICA), al presentar limitaciones como resumen de datos el cual no permite conocer la información completa de la calidad de agua, y por ende no le es posible evaluar todos los riesgos que pueden estar presentes en el agua, tiene sesgos en su formulación y no es aplicable a nivel universal debido a las diversas condiciones ambientales que poseen las cuencas de diferentes regiones (Torres, 2009). Por estos motivos, también se construyeron tablas con la información disponible de calidad de los embalses para comparar los parámetros con las normativas y así verificar cuales se encuentran por fuera de los valores permitidos. Esto se hizo con la finalidad de comprobar que los embalses con menor valor en el índice son los que presentan mayor número de parámetros que sobrepasan las normativas (Anexos del 37 al 45).

Etapa 3.

En cuanto a la verificación de los datos de calidad de cuerpo de agua de los embalses prioritarios los cuales fueron Muña, Guavio, Sisga, y San Rafael, respectivamente; siendo los menos críticos Chisacá, Neusa, El Hato, Tominé y Chuza, respectivamente. Lo que respecta a la Central Hidroeléctrica del Guavio La presencia de sedimentos y descomposición de materia orgánica, son arrastradas por las cuencas, depositándose en el cuerpo de agua del embalse, creando baja calidad de este. El proyecto también ha generado a lo largo del tiempo una desaparición de especies nativas de agua dulce, permitiendo la propagación de las invasoras y por ende reduciendo la biodiversidad original de los cauces, lo cual ha alterado las dinámicas del sistema hídrico (Díaz, 2018).

La contaminación en el embalse del Sisga está ligada a los vertimientos de aguas residuales municipales y domésticos, por su mal manejo en el tratamiento de residuos sólidos y líquidos; también gracias a la expansión agrícola la cual ha generado vertimientos de agroquímicos que llegan en forma de escorrentía y alteran la composición y calidad del cuerpo de agua (Charry, 2010).

Para el embalse del Muña, los factores que presentan contaminación están ligados a los bajos tiempos de retención que tiene el embalse y por ende no permiten que el proceso de degradación de contaminantes se dé con éxito, generando a su paso invasión de zancudos, roedores y otros insectos que llegan por la mala calidad de la represa. A pesar de que esta problemática está afectando de forma directa a la comunidad Sibateña. También se han conocido quejas en cuanto a EMGESA la cual ha comentado que está presentando daños en sus equipos de generación de energía, debido a que la mala calidad de agua del embalse esta provocando procesos de corrosión en los túneles que transportan el agua (Díaz, 2004).

A pesar de que el índice de Calidad de Agua (ICA) no incluya la presencia de coliformes como variable de contaminación, es importante destacar que en la tabla 29 que son los datos fisicoquímicos del embalse del Muña, muestra en comparación con los otros embalses que posee la mayor cantidad de coliformes tanto totales como fecales. Por lo que muestra que el grado de eutroficación en este cuerpo de

agua es grande, ya que estos microorganismos tienden a crecer en sistemas que no tengan un efecto de luz sobre ellas que generen procesos fotosintéticos, ya que la presencia de oxígeno no permite su reproducción (Bowe, 1985). La presencia de coliformes además de indicar degradación de los cuerpos de agua, si es usada como sistema de riego que es el caso del Muña, donde algunos habitantes usan esta agua para cultivos, generan problemas sociales al ingresar estos microorganismos a los sistemas alimentarios, generando en los consumidores problemas en la salud al ocasionar enfermedades graves como infecciones urinarias, bacteriemia y meningitis (Ríos, 2017).

El embalse San Rafael en la variable de calidad, muestra un índice de calidad de agua en categoría 'regular'. Esto se debe al sistema hídrico que lo abastece, siendo este el río Teusacá, el cual se encuentra rodeado de viviendas y edificios, construcciones situadas en las zonas de protección del cauce, están generando alteraciones en los parámetros del cuerpo de agua. Esto se debe a las actividades socioeconómicas de la zona, donde la expansión urbana en las zonas rurales y las prácticas agrícolas provocan desechos que provocan impactos en la calidad del río, contaminación que luego desemboca en el embalse. La problemática también está asociada a la dificultad de la población de gestionar una infraestructura adecuada para la construcción de acueducto y alcantarillado, ligado a la falta de apoyo del gobierno a sectores rurales por los costos que representan la prestación de servicios (Rincón, 2017).

Pero según artículos de prensa reportados en el presente año por el periódico el Tiempo, la empresa de Acueducto pospondrá la construcción del parque para poder invertir en la instalación de nuevos filtros que permitirán ampliar la capacidad usada para efectuar el proceso de tratamiento de agua potable. Esto con el fin de mejorar la calidad de consumo de los habitantes que dependen de este embalse para suministro de agua (El Tiempo, 2019). Ya que como se ve en la evaluación de parámetros de calidad evaluados en este proyecto (tabla 31), éstos presentan valores que, al compararlos con la normativa, muchos de ellos son superiores a lo que deberían marcar para consumo humano.

Discusión general.

Respecto a los datos recolectados en cuanto a calidad de agua de los embalses para la construcción de la línea de tiempo y junto con los datos obtenidos en el laboratorio, se puede ver que con el tiempo los parámetros tienden a aumentar. Esto se puede verificar con estudios que afirman que los impactos más frecuentes en la construcción de las represas, ya que la presencia de estos sistemas hídricos genera un empeoramiento en la calidad y salubridad, no solo en el sitio específico en donde se encuentra el proyecto, sino que también se da aguas arriba y abajo. Estos bloqueos aumentan la sedimentación, acumulación de nutrientes y proliferación de organismos que facilitan el crecimiento de algas; estas problemáticas producen sustancias y bacterias que son tóxicas y afectan directamente a la salud pública (Kopas, 2009).

En cuanto a considerar el volumen actual que posee los embalse, se ve que estos se encuentran muy por debajo del volumen útil, lo cual tiene una influencia en los suelos en donde provoca erosión y producen pérdida en el espesor es éstos, facilitando así el transporte de sedimentos los cuales disminuyen la capacidad de almacenaje y la vida útil del embalse (Laiz, 2010).

A pesar de que en los años 90's en la Conferencia de Río de Janeiro se propuso como normativa la evaluación de impactos ambientales a proyectos de infraestructura, esto no se tomó muy en cuenta, ignorando los conflictos socioambientales los cuales se hicieron más vigentes a medida del tiempo. Los impactos que no se evaluaron tanto económicos, sociales y ambientales han generado grandes debates y demandas por parte de las poblaciones afectadas (Calcagno, 2006). Esto se ve claramente marcado en todos los embalses, donde se desconoce por completo un estudio de impacto ambiental antes de la construcción de estas represas, ya que estos proyectos fueron iniciados en años anteriores a los 90's. Generando en algunos casos como el Muña, Guavio, Chuza y San Rafael; los cuales han generados problemáticas por tener previo un adecuado estudio de conflictos socioambientales.

Pero al mezclar todos los antecedentes a nivel social, calidad y cantidad de los embalses; se ve un patrón común que está asociada a conflictos socioambientales donde las decisiones económicas y políticas están determinando el acceso y uso del recurso hídrico. Básicamente la privatización del recurso ya sea por organizaciones extranjeras o nacionales, hace que no todos tengan un adecuado acceso al agua; y muchas de estas empresas se rigen por intereses propios los cuales han llevado a deterioros en el recurso y por ende problemáticas sociales ligados a desplazamientos, enfermedades y violación de derechos (Peña, 2007).

En una visión más general, los impactos socioambientales que implican la construcción de los embalses en general, aplicando a los evaluados en el departamento de Cundinamarca, agrupando las variables que midió el estudio. Se presenta impactos como alteraciones de calidad en corrientes fluviales en donde se incrementan los sólidos y la turbidez del caudal, contaminación de aire, ruidos y vibraciones (estos tres últimos se pueden presentar ya sea solo en la fase de construcción, como también en la fase de operación). Junto a estas problemáticas, el impacto paisajístico que genera es altísimo ya que transforma los elementos naturales, introduciendo otros externos los cuales generan modificaciones cromáticas y limitaciones en amplitudes panorámicas. También se generan modificaciones a nivel geomorfológico al construir carreteras e implementar construcciones ajenas como nuevas líneas de electricidad y teléfono. Estos cambios provocan con el tiempo problemas de erosión en el suelo, causando consigo inestabilidad (Ollero, 1995).

La presencia del embalse así tenga buenas prácticas de manejo y niveles permisibles en los parámetros del recurso. Presenta alteraciones en el régimen, características y calidad del sistema aguas bajo de la represa; dado por la retención de caudal sólido el cual incrementa erosión lineal del cauce menor y al mismo tiempo

disminuye el nivel freático, afectando de esta forma a los ecosistemas ribereños y consigo a las poblaciones presentes aguas abajo de estas construcciones que dependen de este recurso (Ollero, 1995).

El impacto social que produce aguas abajo de los embalses está ligado principalmente a la calidad que se ve afectada. Esta problemática está asociada a la aparición de enfermedades como cáncer y alergias por presencia de altos valores químicos del recurso (Vargas, 2005). Pero por la presencia de coliformes y virus se asocian enfermedades como la hepatitis y gastroenteritis (Porta, 2005).

CONCLUSIONES.

Cundinamarca cuenta con diversidad de embalses con diferentes propósitos como la generación de energía, suministro de agua potable, suministro como sistemas de riego, control de inundaciones y sitios para prácticas turísticas; los cuales benefician a los habitantes que se encuentran cerca de la zona de influencia de los embalses proporcionando en muchas ocasiones aumento en los sistemas económicos al favorecer el turismo o proporcionando mejores precios en las tierras.

Aunque los embalses pretenden suplir necesidades o darles solución a algunos problemas, en Cundinamarca éstos no cuentan con un adecuado estudio de impacto para iniciar la construcción del proyecto. Ya que al ser construidos hace más de 50 años, no se tuvo en cuenta los impactos socioambientales que estos podrían causar en el trayecto de funcionamiento y se obviaron algunas otras problemáticas. Lo que causan hoy en día problemas a nivel social por problemas de calidad y cantidad del cuerpo de agua.

Los impactos negativos en común que presentan todos los embalses en Cundinamarca están asociados a desplazamientos de los pobladores, alteraciones en cuanto a ciclos normales biológicos y de los caudales deterioro en la calidad del agua, aumento de sedimentos, modificación del paisaje original, disminución en los ríos, descargas de aguas contaminadas que impactan a habitantes ubicados espacialmente abajo del embalse y por último las comunidades se ven afectadas por los interés políticos y económicos que conlleva el proyecto.

A pesar de que todos los embalses van a estar ligados a impactos negativos, hay unos embalses que presentan mayores problemas que otros. En ellos están el Muña, el Guavio, Sisga y San Rafael, los cuales el problema de calidad es lo que más está afectando a los pobladores que hacen uso o dependen de ellos, generando enfermedades a los habitantes por contaminación de su recurso; también su alteración paisajística que actualmente conllevan a deterioros a nivel económico de la región.

El caso más crítico a nivel de Cundinamarca es el embalse del Muña el cual a raíz de empezar a recibir aguas del río Bogotá, su calidad fue empeorando y presentando numerosas inconformidades por los pobladores. Este embalse

presenta los valores más alarmantes a nivel de evaluación de impacto social y de calidad de agua, por lo cual es importante tratar estos problemas en él.

No solo el problema de la calidad afecta al espejo de agua del embalse, también los reportes muestran que las problemáticas se pueden evidenciar aguas abajo de estos sistemas, afectando de esa forma a los habitantes que hacen uso y dependen directamente del recurso.

Aunque el proceso de priorización se puede considerar efectivo al evidenciar que los resultados obtenidos se asemejan a lo reportado en literatura para cada embalse. Se tiene presente que falta complementar en aspectos de la valoración de estudio de impacto ambiental y en el índice de calidad de agua, ya que como se mencionaba anteriormente, no cuenta con una valoración completa de parámetros y solo considera cinco de éstos.

Realizar el estudio de impacto ambiental como mecanismo de cuantificar las problemáticas ambientales, sociales y económicas; generó un acercamiento a conocer en que estado se encuentran los embalses y la construcción de las matrices permite identificar de forma más clara que factores son más críticos y que otros factores han presentado beneficios a nivel social, por lo que este ejercicio fue bastante útil para el estudio.

El análisis de laboratorio se convierte en un factor bastante relevante en el momento de conocer el estado actual de los embalses que fueron categorizados prioritarios. Por ende, es indispensable esta fase en el estudio, ya que permitió un acercamiento a conocer otros parámetros que algunos casos no son reportados en literatura y son importantes tener en cuenta. A parte de poder contar con información actualizada que, al ser comparada con datos anteriores, se puede entender de manera más fácil el comportamiento del embalse.

También hay que tener en cuenta que este sistema de priorización no está determinando que los embalses que no se reportaron como críticos sea porque no tienen problemáticas asociadas a su funcionamiento, calidad y cantidad. El objetivo que pretende la valoración es encaminado a entender que hay embalses a los cuales hay que prestarles más atención ya que su problemática es muy alta.

RECOMENDACIONES.

Promover este estudio o métodos similares a este para la valoración de todos los embalses, podría generar una estructura más consolidada en la verificación de los datos. Pero no solo a escala de Cundinamarca, sino considerar ampliar el estudio a nivel de país.

Se recomienda hacer un estudio con líderes sociales de la zona de cada embalse, para así corroborar datos de los antecedentes y entender más a fondo las problemáticas que se viven día tras día por la presencia del embalse, si esto les está generando beneficios o si por el contrario solo se ve como una desventaja.

Igualmente se recomienda a las empresas que, para la implementación de futuros proyectos de construcción de embalses, tener presente un adecuado estudio de impacto ambiental para así evitar la mayor parte de impactos negativos. Junto con esto mantener un control adecuado de los embalses para evitar procesos de contaminación e implementar estrategias para problemas de bajos niveles que se puedan dar en las represas.

Las empresas que tengan planeado llevar a cabo la construcción de nuevas represas, deberían tener planes de contingencia para las problemáticas de calidad de agua que se presentan inevitablemente al estar en funcionamiento el embalse, ya que, con buenos manejos y adecuados mantenimientos, se podría mitigar su deterioro.

En cuanto al método usado para la priorización de embalses, se recomienda consolidar las matrices de impactos con expertos en estas, junto con evaluar cada parámetro fisicoquímico del cuerpo de agua para cada embalse y determinar cuales se encuentran fuera del rango de normativa, para así poder tener un conteo más certero del grado de contaminación que posee y así poder asociarlo con problemáticas sociales.

También se considera prudente evaluar diferentes índices de calidad de agua, para así tener un punto de comparación y poder encontrar cual presenta mejores resultados, evaluando más variables. Esto podría representar mayor veracidad en los datos reportados de cada embalse y también tener un adecuado seguimiento de éstos; considerando que también se recomienda llevar un control de cómo se comporta la calidad de los embalses por lo menos cada año.

BIBLIOGRAFÍA.

Acueducto. (2013). Levantamiento y análisis de la línea base de información en los componentes oferta, demanda, calidad, riesgo, gestión social, ambiental y del sistema de información del recurso hídrico para la región Bogotá-Cundinamarca y las cuencas abastecedoras y receptoras del distrito.

Agencia Universitaria de Periodismo Científico. (2001). Las herencias del Guavio. Recuperado de: <http://aupec.univalle.edu.co/informes/marzo97/guavio.htm>

Aladin, N. V., I. S. Plotnikov, P. Micklin & T. Ballatore, 2009. Aral Sea: water level, salinity and long-term changes in biological communities of an endangered ecosystem –past, present and future. *Natural Resources and Environmental Issues* 15: 36.

Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. (2008). Informe seguimiento a los planes maestros. Acuerdo 223 de 2006. Recuperado de: http://www.sdp.gov.co/sites/default/files/informe_acuerdo_223_2008.pdf

Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. (2014). Mapa d riesgo de la calidad del agua para consumo humano. PTAP El Dorado. Empresa de Acueducto de Bogotá. Recuperado de: http://biblioteca.saludcapital.gov.co/img_upload/57c59a889ca266ee6533c26f970cb14a/Documentos/Mapa_riesgo_PTAP_El_Dorado.pdf

Alcaldía Municipal de Sibaté. (2016). Esperanza de un embalse del Muña limpio con la presentación de la plata de tratamiento de aguas residuales “CANOAS”. Recuperado de: <http://sibate-cundinamarca.gov.co/NuestraAlcaldia/SalaDePrensa/Paginas/ESPERANZA-DE-UN-EMBALSE-DEL-MU%C3%91A-LIMPIO-CON-LA-PRESENTACI%C3%93N-DE-LA-PLANTA-DE-TRATAMIENTO-DE-AGUAS-RESIDUALES-%E2%80%9CCANOAS%E2%80%9D.aspx>

Amortegui, F. (1985). Chingaza: agua para el año 2000 ¿Y mientras tanto?. Ingeniería eléctrica. Pag 17-30.

Arias, J., & Bello, D. (2017). Propuesta de actividades ecoturísticas para el parque El Hato entre Ubaté y Carmen de Carupa Cundinamarca. Universidad Agustiniiana. Facultad de arte, comunicación y cultura. Programa de hotelería y turismo.

Autoridad Nacional de Licencias Ambientales [ANLA]. (2007). LAM: 3352

Autoridad Nacional de Licencias Ambientales [ANLA]. (2008). Resolución: 0776

Autoridad Nacional de Licencias Ambientales [ANLA]. (2015). LAM: 3352

Autoridad Nacional de Licencias Ambientales [ANLA]. (2016). Resolución N° 00091

Autoridad Nacional de Licencias Ambientales [ANLA]. (2017). Resolución N° 00091

Autoridad Nacional de Licencias Ambientales [ANLA]. (2017). LAM: 0529

Báez, M. (2009). Plan de manejo ambiental reserva forestal protectora productora El Sapo – San Rafel La Calera, Cundinamarca

Barbosa, H. Historia gráfica de Soacha. Recuperado de: <https://soachailustrada.com/2013/06/historia-grafica-de-soacha-43/>

Barragán, N. R. (2018). Análisis Comparativo Del Cuerpo De Agua Del Embalse Del Sisga , a Partir De Imágenes Sentinel 1.

Barrera, P. (2015). La invasora que fue expulsada del Muña. Recuperado de: <https://www.catorce6.com/350-publicaciones/13472-la-invasora-que-fue-expulsada-del-mu%C3%B1a>

Bateman, A. (2011). Hidrología básica y aplicada. Ciclo hidrológico. Brazilian Journal of Biology, 71(1 SUPPL.), 241–253.

Bermúdez, M. (2010). Contaminación y turismo sostenible. CETD SA

Bernal S, P. C. (2015). Proyecto de grado. Análisis de la influencia de la cobertura vegetal en la generación de caudales de la cuenca de la Quebrada Granadillo en los años 1993 y 2009 a partir de aerofotografías y cartografía del Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá D.C.: Universidad Católica de Colombia.

Betancur, A. (2012). Caracterización de la vegetación presente en núcleos de vegetación establecidos como estrategia de restauración en el Parque Forestal Embalse del Neusa, Cundinamarca, Colombia. Pontificia Universidad Javeriana.

Briceño, I. (2012). Vía libre a construcción de tratamiento de aguas residuales en Sibaté. Recuperado de: <http://www.radiosantafe.com/2012/12/19/via-libre-a-construccion-de-planta-de-tratamiento-de-aguas-residuales-en-sibate/>

Bustamante C., (2008). Efectos Ambientales Generados por la construcción y operación de un embalse.

Caballero, E. (2014). Función que cumple la represa. Recuperado de: <https://prezi.com/depw2t75suja/funcion-que-cumple-la-represa/>

Cagüa, G., & Rodríguez, C. (2018). Aproximación histórica del embalse de La Regadera : memoria y apropiación del espacio mediante la educación comunitaria. Aproximación histórica del embalse de La Regadera : memoria y apropiación del espacio mediante la educación comunitaria.

Calcagno, A. T. (2006). Planeamiento y gestión de presas y embalses en un marco de sostenibilidad ambiental Dams and reservoirs planning and water management within the framework of environmental sustainability. (1).

Calderón, J. T., & Prada, R. M. (2013). Métodos de Evaluación de Impacto Ambiental en Colombia. Revista de Investigación Agraria y Ambiental (RIAA), 4(2), 43–53. Recuperado de <https://hemeroteca.unad.edu.co/revista1/index.php/riaa/article/view/990>

CARACOL. (2005). El Embalse del Muña en Sibaté. Cundinamarca, será cerrado si en 18 meses no se logra su recuperación ambiental. Recuperado de: https://caracol.com.co/radio/2005/03/28/nacional/1112018400_164116.html

CARACOL. (2009). El Guavio: el progreso trajo desgracia. CARACOL Radio. Recuperado de: https://caracol.com.co/programa/2009/11/24/noticiero_del_mediodia/1259066760_914486.html

CARACOL. (2015) Embalses que surten de agua a Bogotá se encuentran en buen nivel de almacenamiento. Recuperado de: https://caracol.com.co/emisora/2015/11/17/bogota/1447773336_010492.html

Castro, D. (2009). ANALISIS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA EN SU ENTORNO ECONOMICO

CEPAL. (2017). Impactos potenciales del cambio climático en el ámbito hidroeléctrico en Panamá y la República Dominicana. Recuperado de: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/42426/4/S1701106_es.pdf

Charry, G. C. (2010). Perfil Ambiental Subcuenca Rio Sisga – Tibitoc En La Cuenca Alta Del Rio Bogotá. Tomado de <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/15021/T41.10CH384p.pdf;jsessionid=1F659787C199DCF37BC86E5FFD9B3FF3?sequence=1>

Contreras, S. (2017). Economía de Cundinamarca: Las 5 Actividades Principales. Tomado de: <https://www.lifeder.com/economia-de-cundinamarca/>

Corporación Autónoma Regional Zipquirá [CAR]. (1998). Plan de Manejo y Restauración Ambiental Cantera del Neusa.

Corporación Autónoma Regional de Colombia [CAR]. (2002). Elaboración de los estudios de diagnóstico prospectiva y formulación para la cuenca hidrográfica de los ríos Ubaté y Suárez (Departamento de Cundinamarca). Unión Temporal Audicon Ambiotec.

Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca [CAR]. (2004). Establecer el volumen actual de los embalses del Sisga y Neusa, actualizar su capacidad de regulación y determinar la tasa actual de sedimentación, Informe final.

Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. (2004). ESTABLECER EL VOLUMEN ACTUAL DE LOS EMBALSES DEL SISGA Y NEUSA, ACTUALIZAR SU CAPACIDAD DE REGULACION Y DETERMINAR LA TASA ANUAL DE SEDIMENTACION EMBALSE DE NEUSA INFORME FINAL.

Corporación Autónoma Regional de Colombia [CAR]. (2005). Integración de sistemas de alerta temprana y comité hidrológico.

Corporación Autónoma Regional de Colombia [CAR]. (2005). Levantamiento batimétrico y topográfico del embalse El Hato - Análisis de crecientes y mapas de amenaza. Bogotá D.C.

Corporación Autónoma Regional de Colombia [CAR]. (2006). Elaboración del Diagnóstico, Prospectiva y Formulación de la Cuenca Hidrográfica del río Bogotá, Subcuenca Embalse del Muña

Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca [CAR]. (2006). Elaboración de los Estudios de Diagnóstico Prospectiva y formulación Para la Cuenca Hidrográfica de los Ríos Ubaté y Suarez (Departamento de Cundinamarca),» Union Temporal Audicon Ambiotec, Bogotá, D.C

Corporación Autónoma Regional de Colombia [CAR]. (2006). Elaboración del diagnóstico, prospectiva y formulación de la cuenca hidrográfica del río Bogotá. Subcuenca río Teusaca 2120-13

Corporación Autónoma Regional de Colombia [CAR]. (2009). Plan de Manejo Ambiental reserva forestal protectora productora El Sapo- San Rafael, La Calera, Cundinamarca. Recuperado de: http://archivo.car.gov.co/sites/default/files/recursos_user/CONSEJO%20DIRECTIVO/SESION%20170412/PLAN%20DE%20MANEJO%20%20SAPO%20-%20SAN%20RAFAEL.pdf

Corporación Autónoma Regional [CAR]. (2010). Calidad de las fuentes hídricas superficiales de la jurisdicción de CORPOGUAVIO. Informe consolidado de seguimiento a la calidad de las fuentes hídricas superficiales de la Jurisdicción de Corpoguavio entre los años 2007 y 2009.

Corporación Autónoma Regional [CAR]. (2013). Elaboración del Diagnóstico, Prospectiva y Formulación de la Cuenca Hidrográfica del río Bogotá Subcuenca del río Teusaca – 2120-13. Planeación Ecológica LTDA. Recuperado de <https://www.car.gov.co/uploads/files/5ac25d4c03bce.pdf>

Corporación Autónoma Regional [CAR]. Integración de sistemas de alerta tempranas y comité hidrológico. Recuperado de: <https://www.car.gov.co/uploads/files/5b8d422fd2347.pdf>

Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca [CAR]. (2014). Subdirección de administración de los Recursos Naturales y Áreas Protegidas. Boletín hidrometeorológico jurisdicción CAR mayo de 2014.

Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca [CAR]. (2014). Expediente #AP-25000-23-27-000-2001-90479-01

Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca [CAR]. (2016). Cuenca hidrográfica del río Checua. Exploración por el tiempo y el espacio.

Corporación Autónoma Regional de Colombia [CAR] (2017). Elaboración de diagnóstico, Prospectiva y Formulación de la Cuenca Hidrográfica del río Bogotá Subcuenca Embalse del Tomine – 2120-17

Corporación Autónoma Regional de Colombia [CAR]. Elaboración del Diagnóstico, Prospectiva y Formulación de la Cuenca Hidrográfica del río Bogotá Subcuenca Embalse Sisga – 2120-18

Corporación Autónoma Regional del Guavio [CORPOGUAVIO]. (2015). Información hidrológica el Embalse Guavio – Alerta amarilla en las operaciones del Embalse del Guavio. Recuperado de: <https://www.corpoguavio.gov.co/listarticulos/ArticleId/309/informacin-hidrolgica-el-embalse-guavio-alerta-amarilla-en-las-operaciones-del-embalse-del-guavio>

Corporación Autónoma Regional de Colombia [CAR]. (2018). Ante Concejo de Sibaté CAR presentó avances sobre el embalse del Muña. Recuperado de: <https://www.car.gov.co/saladeprensa/ante-concejo-de-sibate-car-presento-avances-sobre-el-embalse-del-muna>

Corporación Autónoma Regional de Colombia [CAR]. (2018). Un molino de papel para transformar de manera positiva el medio ambiente. Recuperado de: <https://www.car.gov.co/saladeprensa/un-molino-de-papel-para-transformar-de-manera-positiva-el-medio-ambiente>

Corporación Autónoma Regional de Colombia [CAR]. (2018). Elaboración del Diagnóstico, Prospectiva y Formulación de la Cuenca Hidrográfica del río Bogotá, Subcuenca Embalse Sisga 2120-18.

Corporación Autónoma Regional de Colombia [CAR]. (2019). Parque ecoturístico Embalse El Hato. Recuperado de : <https://www.car.gov.co/parques/6>
Cortés, J. (2015). Embalses que surten de agua a Bogotá se encuentran en buen nivel de almacenamiento. Recuperado de: <https://bogota.gov.co/mi-ciudad/habitat/embalses-que-surtan-de-agua-bogota-se-encuentran-en-buen-nivel-de-al>

Corporación Autónoma Regional de Colombia [CAR]. (2019). Actividades turísticas en Embalse del Sisga, no están permitidas: Director de la CAR. Recuperado de: <https://www.car.gov.co/saladeprensa/actividades-turisticas-en-embalse-del-sisga-no-estan-permitidas-director-de-la-car>

Colparques. (1997). Colparques. Obtenido de Embalse del sisga. Recuperado de: <http://www.colparques.net/SISGA>

Colparques. (2015). Embalse del Sisga. Recuperado de: <http://www.colparques.net/SISGA>

Consejozipaquira, 2019. Embalse del Neusa tiene 56% de su capacidad, este año ha perdido más de 11 millones de metros cúbicos de agua. Recuperado de: <http://www.consejozipaquira.gov.co/noticias/embalse-del-neusa-tiene-56-de-su-capacidad-este-ano>

Cruz Mínguez Enrique Gallego Martín Luis González de Paula, V., Garmendia Salvador, L., & Garmendia Salvador, A. (2008).

\376\377\000M\000e\000m\000o\000r\000i\000a. Tomado de:
<http://eprints.ucm.es/9445/1/MemoriaEIA09.pdf>

Deepashree, R., & Mujumdar, M. (2010). Reservoir performance under uncertainty in hydrologic impacts of climate change. *Advances in water resources*, 33, pp: 312-326.

De Groot, R. S., Wilson, M. a, & Boumans, R. M. 2002. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics*, 41(3), 393–408

De Los Angeles Galfioni, M., Degioanni, A., Maldonado, G., & Campanella, O. (2013). Conflictos socioambientales: Identificación y representación espacial. Duran, D., & Suárez, D. (2011). Perfil ambiental de la subcuenca del río Neusa. Universidad de la Salle. Facultad de Ingeniería. Programa de Ingeniería ambiental y sanitaria.

Donato, J. (1991). Fitoplancton y aspectos físicos y químicos de la laguna de Chingaza en Cundinamarca, Colombia. *Caldasia* 16 (79), pp: 489-500

Duarte, O. (2000). Técnicas difusas para evaluación de impacto ambiental. Tesis de Doctorado. Granada: Universidad de Granada.

Empresa de energía de Bogotá [EEB]. (2008). Prospecto de información, Acciones ordinarias de empresa de energía de Bogotá S.A. ESP. Energía de Bogotá. Recuperado de:
http://www.bvc.com.co/recursos/emisores/Prospectos/Acciones/Prospecto_EEB_1_2008.pdf

Estudio de caso en la ciudad de Río Cuarto (Argentina). *Estudios Geograficos*, 74(275), 469–493. <https://doi.org/10.3989/estgeogr.201317>

Denchak, M. (2018). Water pollution: Everything you need to know. Recuperado de: <https://www.nrdc.org/stories/water-pollution-everything-you-need-know>

Departamento de asuntos económicos y sociales de las naciones unidas (ONU-DAES). (2014). Gestión integrada del recurso hídrico (GIHR). Decenio internacional para la acción 'El agua fuente de vida' 2005-2015.

Díaz, J., Castaño, A ., & Navarrete, F. (2016). Impactos sociales y ambientales de la construcción de embalses en Colombia: Aproximación al estado del arte. Universidad la Gran Colombia, Facultad de Ingeniería Civil.

Díaz, A., Moreno & D., Daniela. (2018). Conservación y resignificación del paisaje rural del agua en el Guavio . Diseño de tres prototipos habitacionales . Conservación y resignificación del paisaje rural del agua en el Guavio . Diseño de tres prototipos habitacionales .

Domínguez, M. (2015). La contaminación ambiental, un tema con compromiso social. Sciel). Usme se queo, Vol 10 no.1.

Durán, S. D., & Suárez, D. C. (2011). Perfil Ambiental de la Subcuenca del Río Neusa. Bogotá D.C: Universidad de la Salle

Ehsani, N., Vörösmati, C., Fekete, B., & Stakhiv, E. Reservoir operations under climate change: Storage capacity options to mitigate risk. Journal of Hydrology Volume 555, December 2017, Pages 435-446

EL Espectador. (2009). Llegó el racionamiento de agua. Recuperado de: <https://www.elespectador.com/impreso/temadeldia/articuloimpreso176996-llego-el-racionamiento-de-agua>

El Espectador. (2009). Llegó el racionamiento de agua. Recuperado de: <https://www.elespectador.com/impreso/temadeldia/articuloimpreso176996-llego-el-racionamiento-de-agua>

El Espectador. (2010). Chingaza, corazón de Bogotá. Recuperado de: <https://www.elespectador.com/impreso/temadeldia/articuloimpreso182325-chingaza-corazon-de-bogota>

El Espectador. (2014). El embalse del Muña, la eterna pesadilla de Sibaté. Recuperado de: <https://blogs.elespectador.com/actualidad/el-rio/el-embalse-del-muna-la-eterna-pesadilla-de-sibate>

El Espectador (2014). Suspenden clubes náuticos en el embalse de Tominé. Recuperado de : <https://www.elespectador.com/noticias/bogota/suspenden-clubes-nauticos-el-embalse-de-tomine-articulo-507883>

El Espectador. (2014). Lucha en La Calera contra un “manantial” de gasolina. Recuperado de: <https://www.elespectador.com/noticias/bogota/lucha-calera-contra-un-manantial-de-gasolina-articulo-507981>

El Espectador (2019). Alertan sobre bajos niveles de agua en la Laguna de Los Tunjos, en el sur de Bogotá. Recuperado de: <https://www.elespectador.com/noticias/bogota/alertan-sobre-bajos-niveles-de-agua-en-la-laguna-de-los-tunjos-en-el-sur-de-bogota-articulo-845508>

EL País. (2012). Los embalses en Colombia tienen un óptimo nivel de abastecimiento. Tomado de: <https://www.elpais.com.co/colombia/los-embalses-en-tienen-un-optimo-nivel-de-abastecimiento.html>

El Tiempo. (1940). El verano amenaza con dejar a Bogotá sin energía ni agua. Media ciudad a oscuras y los servicios paralizados.

El Tiempo. (1990). Chingaza: Mucho más que agua para Bogotá. Recuperado de: <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-28036>

El Tiempo. (1991). Comenzó a llenarse la represa de El Hato. Recuperado de: <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-211170>

El Tiempo. (1992). Se salvó el embalse de San Rafael. Recuperado de: <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-102455>

El Tiempo. (1993). Tragedia inauguró al Guavio. Recuperado de: <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-255352>

El Tiempo. (1996). Transporte acuático une al Guavio. Recuperado de: <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-322863>

El Tiempo. (1996). Mortandad de peces en la represa del Guavio. Recuperado de: <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-418742>

El Tiempo. (1996). Emergencia por invierno cerca de embalse del Neusa. Recuperado de: <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-530883>

El Tiempo. (1996). Otro aire para el embalse del Muña. Recuperado de: <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-455786>

El Tiempo. (1996). Embalse del Muña asfixia a Sibaté. Recuperado de: <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-379597>

El Tiempo. (1996). San Rafael, a punto de llenarse. Recuperado de: <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-418758>

El Tiempo. (1997). Conozca la laguna del Hato. Recuperado de: <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-682461>

El Tiempo. (1997). Las caídas del sistema Chingaza. Recuperado de: <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-571152>

El Tiempo. (1997). El gas metano dificulta las obras dentro del túnel. Recuperado de: <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-566981>

El Tiempo. (1997). La emergencia ecológica del Embalse San Rafael. Recuperado de: <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-555417>

El Tiempo. (1998). Nueva condena por represa del Guavio. Recuperado de: <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-846404>

El Tiempo. (1998). Usme se quedó sin una gota de agua. Recuperado de: <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-741123>

El Tiempo. (1996). La EAAB reforzará la represa de la Regadera. Recuperado de: <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-469351>

El Tiempo. (1998). Restablecen servicio de agua en barrios de Usme. Recuperado de: <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-803989>

El Tiempo. (2002). La Sabana, en alerta por el Sisga. Recuperado de: <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-1311408>

El Tiempo. (2002). Dementes, ataques a los acueductos- Recuperado de: <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-1346011>

El Tiempo. (2002). Chingaza, Riesgo latente. Recuperado de: <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-1320831>

El Tiempo. (2003). Los sedimentos carcomen al Guavio. Recuperado de: <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-1025638>

El Tiempo. (2004). La Apuesta por la represa de el Muña. Recuperado de: <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-1562506>

El Tiempo. (2004). Habitantes de Sibaté marcharán por embalse del Muña. Recuperado de: <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-1562419>

El Tiempo. (2005). Inician plan piloto para extinguir el buchón del embalse del Muña en Sibaté (Cundinamarca). Recuperado de : http://eltiempo.terra.com.co/naci/cund/2005-12-19/ARTICULO-WEB-_NOTA_INTERIOR-2665680.html

El Tiempo. (2006). Muña agotó la paciencia de Sibaté. Recuperado de: <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-2021718>

El Tiempo. (2014). Seis embalses están en la peor crisis en cinco años. Municipios de Cundinamarca se enfrentan a racionamiento de agua. Recuperado de: <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-13992695>

El Tiempo. (2015). Refuerzan túnel de Chingaza para garantizar agua de Bogotá. Recuperado de: <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-15879158>

El Tiempo. (2016). Agua de tres embalses de Cundinamarca surtirá a la represa del Muña. Recuperado de: <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-16533444>

El Tiempo. (2019). El fallo del embalse San Rafael paralizó obras de mejoramiento de agua. Recuperado de: <https://www.eltiempo.com/bogota/el-fallo-de-embalse-san-rafael-paralizo-obras-de-mejoramiento-de-agua-en-la-calera-358572>

El Tiempo. Construcción del parque en el embalse de San Rafael queda en el aire. Recuperado de: <https://www.eltiempo.com/bogota/frenan-proyecto-del-embalse-san-rafael-en-el-norte-de-bogota-357932>

Elsevier. (1989). Effectiveness of water reservoirs and their function in systems and in the environment.

Emgesa. (2006). Informe de sostenibilidad . Endesa .

Empresa de agua y alcantarillado de Bogotá [EAAB]. (1997). El agua en la historia de una ciudad. Bogotá D.C.: Plazas Impresores Ltda

Empresa de agua y alcantarillado de Bogotá [EAAB]. (2017). Acueducto de Bogotá protege túneles de Chingaza contra derrumbes.

Empresa de agua y alcantarillado de Bogotá [EAAB]. (2019). Adecuación del parque San Rafael no pone en riesgo suministro de agua para Bogotá.

Encinas, D. M. M. (2011). Principios Básicos De La Contaminación.

Enterprise Project Management [EPM]. (2011). Como funcionan los embalses.

FUNEME MAYORAL, C. (2017). ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL EMBALSE DEL MUÑA PARA SU POSIBLE TRATAMIENTO. (Pregrado). UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS.

García Leyton, L (2004). Aplicación del análisis multicriterio en la evaluación de impactos ambientales, Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Catalunya.

García, C. (2007). Regulación Hídrica Bajo Tres Coberturas Vegetales. Director, 10(20), 127–147

García, A. P. (2007). Una perspectiva social de la problemática del agua. Investigaciones Geográficas, 62, 125–137.

García, L. , & Laguna, W. A. M. (2016). Recopilación documental de estado actual y usos del agua del embalse del Neusa, Cundinamarca. 2016, 1–136. Tomado de: [http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/4179/1/Tesis Embalse del Neusa..pdf](http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/4179/1/Tesis_Embalse_del_Neusa..pdf)

Gaspari, F. J. (2012). Caracterización Morfométrica de la cuenca alta del río Sauce Grande, Buenos Aires, Argentina. Séptimo congreso de medio ambiente AUMG. La Plata Argentina

Gélvez, G. (2003). Tunjuelito, un río que baja triste. Periódico El Tiempo. Recuperado de: <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-978398>

Global Water Partnership (GWP). (2005). Planes de Gestión Integrada del Recurso Hídrico - Manual de capacitación y guía operacional. 1 Cap-Net. Planes GIRH, Módulo de Capacitación, 109. Recuperado de <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/021381/PlanesdeGestion.pdf>

Gomez, A. (2014). A orinada de oso de anteojos atribuyen corte de agua en Bogotá. Recuperado de: <https://actualidadpanamericana.com/a-orinada-de-oso-de-anteojos-atribuyen-corte-de-agua-en-bogota/>

Guevara, M. (2014). Estructuras hidráulicas. Recuperado de: <https://es.slideshare.net/alfredoarandohuamannahui7/estructuras-hidraulicas-mguevara>

Hanasaki, N.K. Masuda, K. Motoya, N. Shirakawa, Y. Shen, and K. Tanaka, (2008): An integrated model for the assessment of global water resources—Part 1: Model description and input meteorological forcing. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 12, 1007–1025.

HANNA. (2017). Multiparameter Bech Photometer for Water Conditioning. HANNA INSTRUMENTS.

Hernández, E. P. (1997). La Crisis Del Agua En Bogotá. *Bitácora Urbano Territorial*, 1(1), 55–60

Hernández, A. (2015). Sistemas hidrológicos. Tomado de: <https://es.scribd.com/document/259976346/Sistema-Hidrologico>

Hernández, C. (2011). Análisis Ambiental de las grandes hidroeléctricas de Colombia aplicando metodología multiobjetivo. Universidad de la Salle. Facultad de ingeniería. Programa de ingeniería ambiental y sanitaria.

Hernández, H. (2014). Efectos del fenómeno de el Niño como factor condicionante de las floraciones algales en el embalse El Hato, municipio de Carmen de Carupa (Cundinamarca, Colombia). Universidad Jorge Tadeo Lozano, Facultad de Ciencias Naturales e Ingeniería, Maestría en Ciencias Ambientales

HAKSPIEL-SEGURA, Cristian; ROSSO-LONDONO, María Camila; CANOSA-TORRADO, Amparo y NINO-GARCIA, Juan Pablo. Spatial and temporal dynamics of virioplankton in a high-mountain tropical reservoir, El Neusa (Cundinamarca, Colombia). *Lat. Am. J. Aquat. Res.* [online]. 2017, vol.45, n.2 [citado 2019-12-12], pp.341-355. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-560X2017000200010&lng=es&nrm=iso. ISSN 0718-560X. <http://dx.doi.org/10.3856/vol45-issue2-fulltext-10>.

IDEAM (2007). AGUA/LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL/SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD/MÉTODOS ANALÍTICOS. Recuperado de: <http://www.ideam.gov.co/web/agua/metodos-analiticos>

IDEAM (2010). Agua. Sistema de información ambiental de Colombia.

IDEAM (2015). Índice de calidad del agua en corrientes superficiales (ICA)

IDEAM (s.f). Cundinamarca. Recuperado de: http://atlas.ideam.gov.co/basefiles/cundinamarca_texto.pdf

Incignares, I & Trujillo, D. (2015). Relación de contaminación del embalse del muña, con el turismo en el municipio de sibate. Corporación universitaria minuto de Dios. Ciencias de la comunicación.

Ingenieron consultores [INGETEC]. (2016). Proyectos San Rafael. Recuperado de: <https://www.ingetec.com.co/Proyectos/sanRafael/>

Instituto departamental de cultura y turismo [IDECUT]. (2017). Embalse de Neusa será el Gran Parque de Cundinamarca. Recuperado de: <http://www.idecut.gov.co/index.php/noticias/559-embalse-de-neusa-sera-el-gran-parque-de-cundinamarca>

Instituto Alexander von Humboldt. (2017). Recomendación para la delimitación, por parte del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, del Complejo de Páramos Chingaza a escala 1:25.000. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt – Fondo Adaptación

Instituto De Estudios Urbanos. (s.f.). Recuperado el 22 de Abril de 2016, de http://institutodeestudiosurbanos.info/dmdocuments/cendocieu/coleccion_digital/Estudio_Prevenccion_Desastres_CAR/Anexo_2-Comportamiento_Sistema_Regulacion_Rio_Bogota.pdf

Jullian, C., Nahuelhual, L., Mazzorana, B., & Aguayo, M. (2018). Assessment of the ecosystem service of water regulation under scenarios of conservation of native vegetation and expansion of forest plantations in south-central Chile. *Bosque*, 39(2), 277–289. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002018000200277>

La República. (2018). Los embalses que alimentan a Bogotá tendrían su capacidad en niveles bajos. Recuperado de: <https://www.larepublica.co/economia/los-embalses-que-alimentan-a-bogota-tendrian-su-capacidad-en-niveles-bajos-2589977>

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2005). Aprovechamiento acuícola de embalses en Colombia. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/ab488s/AB488S05.htm>

La Villa. (2016). Embalse El Hato llega al 42% de su capacidad. Recuperado de: <https://lavilla.com.co/portal/2016/04/04/embalse-el-hato-llega-al-42-de-su-capacidad/>

Libera, B. (2007). Impacto, impacto social y evaluación del impacto. *Acimed*, 15 (3).

Liévano, P. (2017). Guatavita y embalse de Tominé. Recuperado de: <http://www.peterlievano.com/guatavita-embalse-tomine/>

Lora Gomez, C. A. (2009). El agua como eje del desarrollo regional. Estudio de caso: región abastecida por el páramo de Chingaza. Tomado de: [http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=atanas mockus chingaza 1996 agua bogot?&source=web&cd=6&ved=0CFsQFjAF&url=http://oab.ambientebogota.gov.co/apc-aa-files/57c59a889ca266ee6533c26f970cb14a/EI_agua_comoeje_desarrolloregionalestudio_casoRegi](http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=atanas%20mockus%20chingaza%201996%20agua%20bogot?&source=web&cd=6&ved=0CFsQFjAF&url=http://oab.ambientebogota.gov.co/apc-aa-files/57c59a889ca266ee6533c26f970cb14a/EI_agua_comoeje_desarrolloregionalestudio_casoRegi)

Manrique, M., & Sánchez, E. (2016). Recopilación documental del estado actual del recurso hídrico y usos del agua en el territorio del municipio de Cogua. Universidad distrital Francisco José de Caldas. Facultad de medio ambiente y recursos naturales. *Tecnología en gestión ambiental y servicios públicos*.

Martínez, R. (2012). Un modelo de análisis del conflicto socio-ambiental para aprender-investigar. *Revista Latinoamericana de Metodología de la Investigación Social*. N°3, Argentina. ISSN 1853-6190. Pp. 35-47

MILSTONE (2007). DMA-80 with terminal 640/1640. Milestone DMA-80 User Manual.

Márquez Calle, G., & Guillot Monroy, G. (2001). *Ecología y efecto ambiental de embalses*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.

Minambiente. (2013). Plan hídrico Nacional. Tomado de: <http://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/plan-hidrico-nacional/Plan-Hidrico-Nacional-Fase-II.pdf>

Minambiente. (2013). Plan estratégico macrocuenca Magdalena Cauca. Unión Temporal Plan Estratégico de las Macrocuenas Magdalena, Cauca y Caribe.

Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. Resolución N° 0883 de 2018. Por lo cual se establecen los parámetros y valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales de aguas marinas, y se dictan otras disposiciones.

Ministerio de la protección social, Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial. Resolución N° 2115 de 2007. Oír medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano.

Monsalvo, V., Romero, C & Urquijo, D. (2018). RECUPERACIÓN Y REVITALIZACIÓN DEL PAISAJE EN EL EMBALSE TOMINÉ CALENDARIO/ RUTAS Y PAISAJE TURISMO CULTURAL. UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA. FACULTAD DE ARQUITECTURA Y ARTES PROGRAMA ARQUITECTURA

Montes, D. (2013). Nuevos intentos para reforestar la reserva del Neusa. Recuperado de: <https://plazacapital.co/innovacion/741-nuevos-intentos-para-reforestar-la-reserva-del-neusa>

Montoya Restrepo, N., Ríos-Gallego, S., & Hincapié-Pérez, J. (2019). Planificación de áreas de influencia de embalses. Propuesta desde la Capacidad de Acogida. *Bitácora Urbano Territorial*, 29(2), 99-108.

Morales, L & Porras, J. (2014). Determinación del aporte de sedimentos al embalse de “El Hato” en el municipio de Carmen de Carupa-Cundinamarca, a través de la ecuación universal de pérdida de suelo. Universidad Santo Tomás. Ingeniería ambiental.

Montoya, S. (2004). Guía técnica para la restauración de áreas de ronda y nacederos del distrito capital. Colombia- Departamento técnico administrativo del medio ambiente (DAMA). Recuperado de: <https://cdn2.hubspot.net/hubfs/2642721/Recursos%20ambientales/Restauraci%C3%B3n%20ecol%C3%B3gica/Guia%20Restauraci%C3%B3n%20de%20ronda%20y%20nacederos%20del%20DC.pdf>

Multiwave (2010). Sistema de Preparación de Muestras Asistido por Microondas. Multiwave 300.

Oki, T. , and S. Kanae, 2006: Global hydrological cycles and world water resources. *Science*, 313, 1068–1072.

Ojeda, A. O. (1995). Restauración Ambiental, Social Y Territorial Frente. 139–153. Tomado de: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/59845.pdf>

Orjuela, J. (2016). Evaluación limnológica del embalse La Regadera, sus tributarios y la zona de descarga del río Tunjuelo. Usme-Cundinamarca. Universidad Militar Nueva Granada. Facultad de ingeniería.

Organización Mundial del Turismo [OMT]. (1995). Carta del Turismo Sostenible . Isla Canarias, España.

Palacios, R. (2013). Inventario documentado de represas en Colombia. Universidad Militar Nueva Granada. Facultad de ingeniería. Programa de ingeniería civil.

Oviedo. (2018). Las hidroeléctricas: efectos en los ecosistemas y en la salud ambiental. *Salud* vol 50(3) pp 191-192

Palau Ybars, A. (1998). El vaciado de embalses: consideraciones ecológicas y gestión medioambiental. *Ecología*, (12), 79–92.

Partridge, W. (2000). Reasentamiento en Colombia, Banco Mundial. Alto Comisionado de Naciones Unidas para Refugiados. Recuperado de: <http://documentos.bancomundial.org/curated/es/531581468770503889/pdf/364100Spanish.pdf>

Perevochtchikova, M. (1992). MARÍA PEREVOCHTCHIKOVA 284 *Gestión y Política Pública*. *Gestión y Política Pública*, 22(2), 283–312. Tomado de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-10792013000200001%0Ahttp://www.scielo.org.mx/pdf/gpp/v22n2/v22n2a1.pdf

Pesquisa Javeriana. (2016). Restauración ecológica en el Embalse del Neusa. Recuperado de: <https://www.javeriana.edu.co/pesquisa/restauracion-ecologica-en-el-embalse-del-neusa/>

Pokherl, et al. (2011). Incorporating anthropogenic water regulation modules into a Land Surface Model. *Hydrology in Earth System Science and Society (HESS)*, pp: 255-269

Porta, M. D. M., Gonfa, H., Llop, G., Española, R., Pública, D. S., Por, Y. A., ... Girones, R. (2005). España Más información del artículo Sistema de Información Científica Red de Revistas Científicas de América Latina , el Caribe , España y Portugal COLABORACIÓN ESPECIAL Effects on Health of Water and Food Contamination by Emergent Human Viruses.

Portafolio. (2011). CAR cierra los embalses de Sisga y Tominé. Recuperado de: <https://m.portafolio.co/economia/finanzas/ARTICULO-MOVILES-AMP-135036.html>

Portafolio. (2013). Embalses de Bogotá están en el 70 por ciento. Recuperado de: <https://www.portafolio.co/economia/finanzas/embalses-bogota-70-ciento-83664>

Presidencia de la República. (17 de diciembre de 1954). Por el cual se organiza el Distrito Especial de Bogotá. [Decreto 3640]. Recuperado de: <https://goo.gl/tb7zcE>

Publimetro. (2016). Polémica por plan de Peñalosa para construir ciclorruta en el embalse de Tominé. Recuperado de: <https://www.publimetro.co/co/noticias/2016/03/12/polemica-por-plan-de-penalosa-para-construir-ciclorruta-en-el-embalse-de-tomine.html>

RCN. (2015). Cerrado el Parque Forestal Embalse del Neusa hasta nueva orden: CAR. Recuperado de: <https://www.rcnradio.com/medio-ambiente/cerrado-el-parque-forestal-embalse-del-neusa-hasta-nueva-orden-car>

RCN. (2015). Se mantiene alerta amarilla en áreas cercanas al río Tunjuelito. Recuperado de: <https://noticias.canalrcn.com/nacional-bogota/se-mantiene-alerta-amarilla-areas-cercanas-al-rio-tunjuelo-el-sur-bogota>

RCN. (2015). Niveles de Embalse San Rafael están en 35% por obras del Acueducto. Recuperado de: <https://www.rcnradio.com/colombia/niveles-de-embalse-san-rafael-estan-en-35-por-obras-del-acueducto>

RCN. (2016). Embalses de Cundinamarca abren compuertas para ayudar a la generación eléctrica en el país. Tomado de: <https://www.rcnradio.com/colombia/embalses-cundinamarca-abren-compuertas-ayudar-la-generacion-electrica-pais>

RCN. (2016). Daño en represa del Guavio dejó sin energía parte de Bogotá y el 10% del país. RCN Radio. Recuperado de: <https://www.rcnradio.com/colombia/apagon-en-barrios-de-8-localidades-de-bogota-y-2-municipios-de-cundinamarca-afecta-a-miles-de-usuarios>

RCN. (2016). Embalses de Cundinamarca abren compuertas para ayudar a la generación eléctrica en el país. Recuperado de: <https://www.rcnradio.com/colombia/embalses-cundinamarca-abren-compuertas-ayudar-la-generacion-electrica-pais>

RCN. (2019). Polémica por tala de árboles en embalse San Rafael de Bogotá. Recuperado de: <https://www.rcnradio.com/colombia/antioquia/polemica-por-tala-de-arboles-en-embalse-san-rafael-de-bogota>

Rincón, L. (2017). Lineamientos de gestión para el mejoramiento de la calidad de agua en la cuenca alta del río Teusacá hasta el Embalse de San Rafael, relacionada con los usos de suelo en los municipios de La Calera y Bogotá D.C. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Estudios Ambientales y Rurales. Maestría en Gestión Ambiental.

Ríos-Tobón, S; Agudelo-Cadavid, R.M; Gutiérrez-Builes, L.A. (2017). Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua para consumo humano. Rev. Fac. Nac. Salud Pública; 35(2): 236-247. Tomado de <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnsp/v35n2/0120-386X-rfnsp-35-02-00236.pdf>

Resilience Alliance. (2010). Assessing Resilience in Social-Ecological Systems: Workbook for Practitioners. Version 2.

Ríos Gallego, S. (2014). Determinación de la capacidad de acogida del territorio a usos complementarios y compatibles con la protección en la zona de influencia directa de los embalses (Pregrado). Universidad Nacional de Colombia.

Rivera, M. (2019). La disyuntiva frente al proyecto turístico que avanza en Tominé. Periódico El Espectador. Recuperado de: <https://www.elespectador.com/noticias/bogota/la-disyuntiva-frente-al-proyecto-turistico-que-avanza-en-tomine-articulo-870776>

Rodríguez, L., & Rodríguez, L. (2010). Perfil ambiental de la subcuenca del embalse de Tominé de la cuenca alta del río Bogotá. Universidad de la Salle. Facultad de Ingeniería. Programa de ingeniería ambiental y sanitaria.

Rodríguez, J. (2017). Proyectan megaparque en embalse de Tominé. Periódico El Tiempo. Recupero de: <https://www.eltiempo.com/bogota/proyectan-megaparque-en-embalse-de-tomine-137038>

Rutledge. (2011). Reservoir, A reservoir is an artificial lake where water is stored. Recuperado de: <https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/reservoir/>

Sánchez, L. (2017). Modelo digital de terreno del embalse Tominé a partir de datos batimétricos y lidar que sirva como insumo para toma de decisiones de ordenamiento territorial en los municipios de Guasca, Guatavita y Sesquilé. Recuperado de : <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/16597/SanchezRetavisc aLuisaFernanda2017.pdf;jsessionid=D387CB7615D1EE6F674F0D1A595A800D?s equence=1>

Sandoval, P. (2012). Contaminación de los sistemas hidrológicos. Tomado de: <https://prezi.com/kzxov3nhewfr/contaminacion-del-sistema-hidrologico-lerma-chapala-santiago/>

Secretaría General. (1974). El Salvador zonificación agrícola. Desarrollo Regional, Consejo Nacional de Planificación y coordinación económica (CONAPLAN) del gobierno de El Salvador.

Secretaria de estado de medio ambiente y recursos naturales. (2001). Normas de calidad del agua y control de descargas.

Servicio Geológico de los Estados Unidos [USGS]. El Ciclo del Agua, The Water Cycle, Spanish. Recuperado de: https://www.usgs.gov/special-topic/water-science-school/science/el-ciclo-del-agua-water-cycle-spanish?qt-science_center_objects=0#qt-science_center_objects

Semana. (2019). Megaobras mitigará los olores del Muña. Recuperado de: https://especiales.semana.com/rio_bogota/megaobras_muna.html

Tibaquirá, P., & Romero J. (2017). Análisis de la calidad trófica del embalse El Hato. Revista de la Escuela Colombiana de Ingeniería, N° 109, pp 7-11

Tobón, J. (2009). Estudio de la ictiofauna asociada al borde del tapón de macrófitas del embalse Tominé (Cundinamarca-Colombia). Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Biología Ambiental.

Torres Quintero, E., & Velásquez, M. C. (2009). Diagnóstico ambiental de las cuencas hidrográficas de embalses en Colombia, análisis hidrológico para el

embalse de La Regadera. Avances, Investigación En Ingeniería, (10), 65–78. Tomado de: http://www.unilibre.edu.co/revistaavances/avances_10/r10_art10.pdf

United States Geological Survey (USGS). (2005). El ciclo del agua (The Water Cycle)_ Organización de las Naciones Unidas para la Educación y USGS Water Science. Recuperado de: <https://water.usgs.gov/edu/watercyclespanish.html>

Unidad de planeación minero energética [UPME]. (2013). Estudio para determinar la vulnerabilidad y las opciones de adaptación del sector energético frente al cambio climático. Recuperado de : https://www1.upme.gov.co/InformacionCifras/Documents/vulnerabilidad_opciones_adaptacion_sector_energetico_colombiano_frente_cambio_climatico.pdf

Vanegas Galindo, A. (2018). Cambios en los conflictos ambientales generados por la construcción de las Centrales Hidroeléctricas de Betania y El Quimbo (Pregrado). Universidad Nacional de Colombia.

Valbuena, C. A. (1998). Plan de manejo del parque forestal Represa del Neusa. Bogotá: CAR

Vanguardia. (2011). Centro del país, el más afectado en esta temporada invernal. Recuperado de: <https://www.vanguardia.com/deportes/mundial-de-futbol/101748-centro-del-pais-el-mas-afectado-en-esta-temporada-invernal-KCVL101748>

Vargas Marcos, F. (2005). La contaminación ambiental como factor determinante de la salud. Revista Española De Salud Pública, 79(2), 117-127.

Vargas, M. D. (2005). LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL COMO FACTOR DETERMINANTE DE LA SALUD. Editorial. Journal of the Brazilian Chemical Society, 20(10), 117–127. <https://doi.org/10.5380/reterm.v9i1-2.61923>

Vélez, D. (2016). Carga de Nutrientes y estado trófico en Neusa, Tominé y San Rafael. Universidad de los Andes. Facultad de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental.

Vörösmarty, C. J., and D. Sahagian, 2000: Anthropogenic disturbance of the terrestrial water cycle. Bioscience, 50, 753–765.

Walter, M (2009). Conflictos ambientales, socioambientales, ecológico distributivos, de contenido ambiental... Reflexionando sobre enfoques y definiciones. Centro de Investigación para la Paz (CIP-Ecosocial). C/ Duque de Sesto 40, 28009 Madrid

Winton, R., Calamita, E., & Wehrli, B. (2019). Reviews and syntheses: Dams, water quality and tropical reservoir stratification. Biogeosciences, 16, pp: 1657-1971

World Wildlife Fund [WWF]. (2019). Agua en Colombia. Recuperado de: https://www.wwf.org.co/que_hacemos/agua/

Zhou, T., Nijssen, B., Gao, H., & Lettenmaier, D. P. (2016). The contribution of reservoirs to global land surface water storage variations. *Journal of Hydrometeorology*, 17(1), 309–325. <https://doi.org/10.1175/JHM-D-15-0002.1>

ANEXOS.

ANEXO 1.

EMBALSE TOMINÉ.

Tabla de descripción de los antecedentes del embalse Tominé

FECHA	ANTECEDENTE	REFERENCIA
1960	Inicio de construcción del embalse Tominé a cargo de la empresa de energía Bogotá EEB	Liévano, 2017
1961	Construcción de muro de contención en la zona norte	Liévano, 2017
1963	Se inicia la inundación	Liévano, 2017
1967	Construcción del embalse	Sánchez, 2017
1999	Se firma convenio entre el Distrito, EEB, Cundinamarca y los municipios para la construcción de un parque ecológico alrededor del embalse	ANLA, 2007 (Expediente: 3352)
2004	Inicio de invasión por el Buchón	ANLA, 2007 (Expediente: 3352)
2005	CAR anuncia un ultimátum a la empresa EEB para remover la maleza presente en el embalse	ANLA, 2007 (Expediente: 3352)
2008	Se promueve el Plan de Manejo Ambiental para el embalse	ANLA, 2008 (Resolución: 0776)
2010	Se presenta casos de erosión en los suelos que comprenden el embalse	UPME, 2013
2014	Se suspende los clubes náuticos por malas prácticas que presentan contaminación en el embalse	EIEspectador, 2014
2016	Propuesta de construcción de ciclorruta alrededor del embalse	Publimetro, 2016
2017	Proyección de mega parque en el embalse por parte de EEB para aumento de ingresos a los habitantes	Rodríguez, 2017

2019	Avances del proyecto de mega parque	Rivera, 2019
------	-------------------------------------	--------------

ANEXO 2.

EMBALSE GUAVIO.

Tabla de descripción de los antecedentes del embalse Guavio.

FECHA	ANTECEDENTES	REFERENCIAS
1981	Inicio de la construcción	Partridge, 2000
1982	Inundación de carreteras que comunicaban a los municipios Ubalá, Guachalá y Gama	Partridge, 2000
1983	Derrumbe de la zona de trabajo	ELTiempo, 1993
1983	Huelga de trabajadores por reivindicaciones de labores	Partridge, 2000
1987	Solicitud de préstamo al Banco Mundial para creación de unidad para manejo de relaciones con la comunidad, adelanto de programas de reubicación de personas y elaboración de Plan de Desarrollo Regional	Partridge, 2000
1988	Mejoramiento de la población desplazada y manejo de impactos socioeconómicos	Partridge, 2000
1989	Estudio de variables psicosociales relacionadas con el desplazamiento de la población	Partridge, 2000
1990	Cambio de Empresa de Energía Eléctrica de Bogotá a Empresa de Energía de Bogotá	Partridge, 2000
1990	Inicio de la Sección de Relaciones con la Comunidad desmantelada y con los programas paralizados.	Partridge, 2000
1991	Se suspende las evaluaciones periódicas del manejo de aspectos socioeconómicos por parte del Banco Mundial	Partridge, 2000
1992	Reducción de la cantidad de agua reservada en el embalse	Partridge, 2000
1993	Paro cívico	Partridge, 2000
1993	Derrumbe de tres torres de conducción de la central hidroeléctrica	ELTiempo, 1993
1995	Aparición de focos erosivos en sectores inestables atravesados por el túnel superior de carga	Partridge, 2000

1996	Proyecto de transporte acuático que conecte los municipios aledaños al embalse	ELTiempo, 1996
1996	Mortandad de miles de peces en el embalse	ELTiempo, 1996
1997	Traspaso del proyecto de Empresa de Energía de Bogotá a Empresa de Generación Eléctrica S.A	Partridge, 2000
1998	Aviso público de la expropiación ilegal de predios	EITiempo, 1998
2001	Reporte de llegada de siete millones de toneladas de escombros anualmente al embalse	AUPEC, 2001
2003	Aumento de descargas de aguas residuales	EITiempo, 2003
2007	Aumento de la capacidad instalada de la hidroeléctrica a 1,200MW	EEB, 2008
2009	El progreso trajo tragedia	CARACOL, 2009
2015	Alerta amarilla de las operaciones del embalse	CORPOGUAVIO, 2015
2016	Falla en la Central Hidroeléctrica	RCN, 2016
2017	Modificación del plan de manejo ambiental	ANLA, 2017 (Resolución: 00091)

ANEXO 3.

EMBALSE EL HATO

Tabla de descripción de los antecedentes del embalse El Hato.

FECHA	ANTECEDENTES	PROBLEMÁTICA
1985	Construcción del embalse	CAR, 2019
1991	Llenado del embalse	El Tiempo, 1991
1992	Puesta en marcha del embalse	CAR, 2005
1994	Entra en operación para suplir necesidades de riego	CAR, 2005
1995	Municipio cobra intereses especiales para realizar actividades de turismo	OMT, 1995
2002	La CAR integro El Parque Embalse el Hato como escenario natural con atractivos apropiados para ecoturismo y recreación	Arias, 2017
2004	Diagnostico prospectiva y formulación para la cuenca	CAR, 2006

	hidrográfica de los ríos Ubaté y Suárez	
2005	Cambios en patrones de precipitación por primero fenómeno de El Niño	Hernández, 2014
2005	Realización de batimetría	CAR, 2005
2009	Segunda aparición del fenómeno de El Niño	Hernández, 2014
2014	Tercera aparición del fenómeno de El Niño	Hernández, 2014
2016	Descendencia en el almacenamiento de agua	LaVilla, 2016
2019	CAR decide implementar más actividades ecoturísticas en el embalse	CAR, 2019

ANEXO 4.

EMBALSE DEL SISGA

Tabla de descripción de los antecedentes del embalse del Sisga.

FECHA	ANTECEDENTES	REFERENCIA
1948	Inicio de la construcción	Colparques, 2015
1951	Puesta en marcha del embalse	Colparques, 2015
2002	Aumento de precipitaciones en las cabeceras del río Bogotá	ELTiempo, 2002
2004	Se encontraron variación del 11% en la capacidad del embalse	CAR, 2004
2009	Incremento de la cobertura de bosques	Bernal, 2015
2009	Prohibición de actividades de navegación	Colparques, 2015
2011	Incremento de lluvias en la cuenca alta del Río Bogotá	Portafolio, 2011
2014	Alerta por bajos niveles de capacidad llegando a un 39%	ELTiempo, 2014
2016	Abre compuertas para alimentar el embalse Muña y ayudar así con la crisis energética	RCN, 2016
2018	Mantenimiento a túneles de Chingaza que transportan el agua desde la Orinoquía	LaRepublica, 2018
2019	CAR realiza un llamado a los usuarios que realizan actividades prohibidas en el embalse	CAR, 2019

2019	Llamado de la CAR a cuidar el embalse en temporadas de sequía	CAR, 2019
------	---	-----------

ANEXO 5.

EMBALSE DEL NEUSA

Tabla de descripción de los antecedentes del embalse del Neusa.

FECHA	ANTECEDENTES	REFERENCIA
1949	Inicio de construcción del embalse	Colparques, 1997
1952	Finalización del proyecto	Colparques, 1997
1955	El banco de la república lo asigna con propósito de fines recreativos	Colparques, 1997
1961	Las plantaciones forestales ya cubren aproximadamente 250 hectáreas del parque	CAR, 2004
1962	El Banco de la república cede los predios a la Corporación Autónoma de Cundinamarca CAR	Colparques, 1997
1990	Aumento de la extensión en plantaciones extendiéndose a 764 hectáreas	CAR, 2004
1994	Ampliación de la frontera agrícola especialmente con cultivos de papa	CAR, 1998
1996	Emergencia por invierno	ELTiempo, 1996
1998	Formulación del Plan de Manejo Parque Forestal Represa del Neusa por parte de la Car	Valbuena, 1998
2005	Presencia de altas densidades de virioplancton	Hakspiel, 2017
2008	La operación del embalse queda a cargo de la CAR y el comité hidrológico de la cuenca del río Bogotá	Instituto de estudios urbanos
2009	Baja de niveles de capacidad a un 54%	EIEspectador, 2009
2011	Implementación del proyecto “La nucleación como una herramienta para la restauración de un área en proceso de restablecimiento en el Parque Forestal Embalse del Neusa”	Betancur, 2012
2013	Nuevos intentos para reforestar las especies nativas del embalse	Montes, 2013
2014	Niveles disminuyen al 64%	CAR, 2014

2015	Se prohíbe los campamentos por fenómeno del niño y posibles incendios forestales	RCN, 2015
2015	Se evidencia disminución en oxígeno, alcalinidad y pH	Vélez, 2016
2016	Restauración ecológica del embalse	Pesquisa, 2016
2017	Proyectan el embalse como eje articulador de competitividad al desarrollar estrategias turísticas	IDECUT, 2017
2019	Capacidad del 56% de los niveles	Consejozipaquira, 2019

ANEXO 6.

EMBALSE CHISACÁ- LA REGADERA

Tabla de descripción de los antecedentes del embalse Chisacá-La Regadera.

FECHA	ANTECEDENTES	REFERENCIA
1934	Inicio de la construcción	Torres, 2009
1938	Finalización de la construcción	Torres, 2009
1940	Aumento de abastecimiento, doblando el valor inicial	Cagüa, 2018
1940	Colapso del Acueducto nuevo	EITiempo, 1940
1945	Segundo colapso del Acueducto Nuevo	Cagüa, 2018
1951	Se concretó la captación total del sistema hídrico del Tunjuelito para abastecer el agua de la ciudad	EAAB, 1997
1954	Motivación de la Administración Municipal a incorporar el Decreto 3640 el cual pretende “dotar a la urbe del suficiente espacio para su futuro crecimiento, pero sobre todo por poner a su disposición reservas y fuentes de agua que permitieran un continuo abastecimiento y una seguridad hídrica para el porvenir”	Decreto 3640 de 1954
1996	La EAAB reforzará el embalse, disminuyendo el	EITiempo, 1996

	almacenamiento durante un año	
1998	Sequía en el embalse	EITiempo, 1998
1998	Restablecimiento del servicio de agua	EITiempo, 1998
2003	Corrientes con aguas turbias.	Gélvez, 2003
2004	Proceso de restauración ecológica en predios del embalse	Montoya, 2004
2009	Alerta de ahorro de agua por efectos del fenómeno de El Niño	EIEspectador, 2009
2011	El embalse llegó a alerta naranja, alertando de posible reboce	Vanguardia, 2011
2013	Capacidad del embalse en 74.3% garantizando abastecimiento	Portafolio, 2013
2014	Sentencia 2014 que ordena preservar el embalse y realizar las demandas y mantenimientos necesarios	CAR, 2014 (Expediente AP-25000-23-27-000-2001-90479-01)
2015	Volumen del embalse al 100% garantizando abastecimiento de agua potable a Bogotá	CARACOL, 2015
2015	Aumento de descargas del embalse	RCN, 2015
2016	Estudio presentó bajas densidades algales	Orjuela, 2017
2019	Advertencia de bajos niveles de agua en el embalse	EIEspectador, 2019

Anexo 7.

EMBALSE CHUZA-REPRESA DE CHINGAZA

Tabla de descripción de los antecedentes del embalse Chuza-Represa de Chingaza.

FECHA	ANTECEDENTES	REFERENCIA
1974	Inicio de construcción	Amortegui, 1985
1979	Aparición del gas metano en construcción de túneles	Amortegui, 1985
1980	Adecuación de pozo de ventilación	Amortegui, 1985
1981	Acumulación de gas metano en el túnel	EITiempo, 1997

1982	Derrumbe de túneles que conectaban el embalse con la plata de tratamiento Francisco Wiesner	Amortegui, 1985
1883	Detección de grietas y desprendimiento de las paredes del túnel	ElTiempo, 1997
1985	Entra en funcionamiento el embalse	Acueducto, 1997
1992	Un trozo de montaña cayó sobre el túnel del Faro	El Tiempo, 1997
1995	Creación del Plan Maestro de Abastecimiento de Agua para Bogotá	Lora, 1999
1997	Derrumbe en los túneles entre Simaya y Ventana	El Tiempo, 1997
2001	Mantenimiento a los túneles del embalse	INGETEC, 2016
2002	Atentado de las Farc con carga explosiva en una de las válvulas de la represa	ElTiempo, 2002
2002	Se dispara Alerta en habitantes de Villavicencio	ElTiempo, 2002
2008	Técnicos del Acueducto de Bogotá inician revestimiento de uno de los túneles que conecta el embalse con el páramo de Chingaza	Alcaldia Mayor de Bogotá, 2009
2009	Se aprueba la pesca bajo supervisión al interior del embalse	ElTiempo, 2009
2009	Se contrataron las obras faltantes de rehabilitación del túnel a flujo libre Ventana-Simaya, el revestimiento de varios tramos del túnel a presión Chuza-Ventana y el revestimiento faltante del túnel de Siberia	Alcaldia Mayor de Bogotá, 2009
2010	Capacidad del embalse en 70%, siendo un valor que no representa situación crítica	ElEspectador, 2010
2012	Erosión y sedimentación en la parte alta de la quebrada la Argentina y la Negra.	Vaughan, 2012

2014	Oso de anteojos se orina en el embalse	Gomez, 2014
2014	Descenso en el volumen del agua, contando con un 44%	CAR, 2014
2015	Embalse se encuentra en un 82% del volumen	CARACOL, 2015
2015	Construcción del túnel Guatiquía para transportar el agua del embalse a la planta Wiesner	EITiempo, 2015
2017	Acueducto mejora túneles que abastecen al embalse San Rafael	EAAB, 2017

ANEXO 8.

EMBALSE MUÑA

Tabla de descripción de los antecedentes del embalse del Muña

FECHA	ANTECEDENTES	REFERENCIA
1940	Inicio de la construcción	Barbosa, 2013
1943	Finalización preliminar de construcción del centro de captación de agua para ser enviada por gravedad a las plantas de El Charquito y el Salto	Barbosa, 2013
1944	Aún sin ser terminado, el embalse fue arrendado para actividades de recreación	Barbosa, 2013
1947	Se construye instalaciones para el Club Náutico	Barbosa, 2013
1967	Se inicia el bombeo de agua del río Bogotá al embalse para ampliar la generación de energía del sistema energético	Barbosa, 2013
1967	Se cancela proyecto de turismo y recreación en el embalse	Incignares, 2015
1970	Aumento de contaminación del río Bogotá	Barbosa, 2013
1987	Foro ambiental para la rehabilitación del embalse,	CAR, 2016

	obligando la CAR a el grupo de Energía de Bogotá a llevar a cabo estudios de mitigación de impactos ambientales	
1996	Embalse asfixia a los habitantes de Sibaté	ElTiempo, 1996
1996	La Alcaldía de Sibaté, la Corporación Autónoma de Cundinamarca y la Empresa de Energía de Bogotá, anuncian nuevos proyectos de recuperación del embalse	ElTiempo, 1996
2000	Se implementa el plan de vida Muña, en donde se proponen biofiltros, diques de secamiento y barreras de protección	ElTiempo, 2000
2004	Marcha de los habitantes de Sibaté por contaminación del embalse	ElTiempo, 2004
2004	Emgesa invierte 12 mil millones de pesos en estrategias de recuperación del embalse	ElTiempo, 2004
2005	Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca firmó la resolución 506 de 2005 en donde se expone el cierre del embalse si no es posible recuperarlo en un intervalo de 18 meses	CARACOL, 2005
2005	Inicia plan piloto para extinguir el buchón	ElTiempo, 2005
2006	La contaminación del embalse agota la paciencia de los habitantes de Sibaté	ElTiempo, 2006
2006	Se inicia el proceso de secado de colas en las partes cercanas a la zona urbana del municipio	Emgesa, 2006
2007	Construcción de dique el cual dividió el embalse en dos, dejando las aguas sucias a un lado y los ríos Agua Clara y Muña al otro	Semana, 2019
2011	Aplicación del pesticida Anikilamina mediante la Policía Nacional	Barrera, 2015

2012	La Alcaldía municipal, la Empresa de Acueducto u Alcantarillado de Bogotá, la CAR, la Procuraduría Provincial, Informaron de la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales como parte de la solución a la problemática	Briceño, 2012
2014	Sentencia a la Sala de lo Contencioso Administrativo del Consejo de Estado	CAR, 2014 Expediente #AP-25000-23-27-000-2001-90479-01
2016	Trasvaso de agua de los embalses Tominé, Neusa y Sisga	ElTiempo, 2016
2017	Se cierra el proceso financiero y se hace la presentación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales CANOAS, la cual iniciará su construcción en 2020	Alcaldia municipal Sibaté, 2017
2018	La CAR anuncia avances en la descontaminación del embalse en donde se ha reducido la proliferación de zancudos y remoción de grandes cantidades de lodo	CAR, 2018
2018	Uso del buchón y junco para realizar papel ecológico	CAR, 2018

Anexo 9.

EMBALSE SAN RAFAEL

Tabla de descripción de los antecedentes del embalse San Rafael.

FECHA	ANTECEDENTES	REFERENCIA
1991	Inicio de construcción	CAR, 2009
1992	Empresa de Acueducto entre embalse	CAR, 2009
1996	Empieza funcionamiento del embalse	ElTiempo, 1996
1997	La CAR anuncia disminución de reserva forestal que hace parte de zona de conservación del	ElTiempo, 1997

	embalse para aumentar la expansión municipal	
2003	Parque San Rafael como medida de compensación de la construcción del embalse	EAAB, 2019
2006	Aprobación del plan de avance de restauración y recuperación de la cantera embalse San Rafael	CAR, 2006
2010	Se convocó a la Empresa de Acueducto, Agua y Alcantarillado de Bogotá para notificar el estado del proyecto "Parque Ecológico San Rafael"	ElTiempo, 2010
2014	Protesta de los habitantes de La Calera por construcción de estación de gasolina	ElEspectador, 2014
2015	Obras de adecuación de los túneles de Acueducto	RCN, 2015
2019	Polémica por tala de árboles en el embalse	RCN, 2019
2019	Frenan proyecto de parque ecológico en el embalse	ElTiempo, 2019

ANEXO 10.

Línea de tiempo de calidad de agua del embalse Tominé.

2001 (Tobón, 2009)

PARÁMETRO	UNIDAD	MUESTREO
Temperatura	°C	15.5
Oxígeno disuelto	mg/L	6.8
Alcalinidad	mg CaCO ₃ /L	18
Conductividad	µs/cm	38.53
pH	Unidades	8
Calcio	mg/L	1.39
Sulfatos	mg SO ₄ /L	17.5
Nitratos	mg NO ₃ /L	13.78
Nitritos	mg NO ₂ /L	0.226

2006 (CAR, 2017)

PARÁMETRO	UNIDAD	MUESTREO
PH	Unidades	6.94
Oxígeno disuelto	mg/L	6.1
Temperatura	°C	13.1
Nitrógeno total	mg/L	<0.50
Fósforo total	mg/L	0.073
DBO ₅	mg/L	12

DQO	mg/L	16
Potasio	mg/L	0.886

2007 (CAR, 2010)

PARÁMETRO	UNIDAD	MUESTREO
Temperatura	°C	15.1
pH	Unidades	7.38
Oxígeno disuelto	mg O ₂ /L	7.77
DBO ₅	mg/L	4
DQO	mg/L	22
SST	mg/L	77
Sólidos totales	mg/L	124
Turbiedad	NTU	65
Conductividad	µs/cm	90
Nitritos	mg NO ₂ /L	0.001
Nitratos	mg NO ₃ /L	0.15
Ortofosfatos	mg PO ₄ /L	0.15
Fósforo total	mg P/L	0.16
Coliformes totales	NMP 100/ml	110000
Coliformes fecales	NMP 100/ml	11000

2009 (CAR, 2010)

PARÁMETRO	UNIDAD	MUESTREO
Temperatura	°C	12.2
pH	Unidades	7.72
Oxígeno disuelto	mg O ₂ /L	7.77
DBO ₅	mg/L	4.2
DQO	mg/L	22.6
SST	mg/L	77
Sólidos totales	mg/L	124
Turbiedad	NTU	6.5
Conductividad	µs/cm	90.2
Nitritos	mg NO ₂ /L	0.107
Nitratos	mg NO ₃ /L	0.153
Ortofosfatos	mg PO ₄ /L	0.158
Fósforo total	mg P/L	0.166

2010 (Rodríguez, 2010)

PARÁMETRO	UNIDAD	MUESTREO
Turbiedad	NTU	5.98
Cloruros	mg/L Cl ⁻	4
Sulfatos	mg/L SO ₄ ⁻²	0.51
Dureza Total	mg/L CaCO ₃	14
Fosfatos	mg/L P-PO ₄ ⁻³	0.047
Nitratos	mg/L N-NO ₃	0.177
Nitritos	mg/L N-NO ₂	<0.002
SST	mg/L	<10
DBO ₅	mg/L O ₂	<5
DQO	mg/L O ₂	<3
Nitrógeno amoniacal	mg/L N-NH ₃	<0.6
Cromo total	mg/L	<0.06

Sodio	mg/L	6.55
Zinc	mg/L	<0.005
Cadmio	mg/L	<0.005
Calcio	mg/L	3.77
Magnesio	mg/L	1
Plomo	mg/L	<0.049
Aluminio	mg/L	0.03
E.Coli	NMP/100 mL	8
Coliformes totales	NMP/100 mL	80

2013 (ANLA, LAM 3352)

PARÁMETRO	UNIDAD	MUESTREO
Molibdeno total	mg Mo/L	<0.010
Nitratos	mg N-NO ₃ /L	2.60
Nitritos	mg N-NO ₂ /L	<0.010
Nitrógeno amoniacal	mg N/L	0.560
Ortofosfatos	mg P-PO ₄ /L	<0.030
Oxígeno disuelto	mg O ₂ /L	6.53
pH	Unidades	7.22
SST	mg/L	<3.60
SDT	mg/L	37
Sólidos totales	mg/L	42
Sulfatos	mg SO ₄ /L	2.37
Temperatura	°C	18.4
Alcalinidad total	mg CaCO ₃ /L	11.8
Carbonatos	mg CaCO ₃ /L	<3
Coliformes totales	NMP/100 mL	2000
Coliformes fecales	NMP/100 mL	<1.0
Conductividad eléctrica	µs/cm	51.1
DBO	mg O ₂ /L	4.81
DQO	mg O ₂ /L	21.7
Dureza total	mg CaCO ₃ /L	14
Dióxido de Carbono	mg CO ₂ /L	1.40
Fósforo total	mg P/L	0.090
Grasas y aceites	mg/L	2.50
Hierro total	mg Fe/L	0.790

2014 (ANLA, LAM 3352)

PARÁMETRO	UNIDAD	MUESTREO
Alcalinidad total	mg CaCO ₃ /L	11.8
Carbonatos	mg CaCO ₃ /L	<3
Coliformes totales	NMP/100 mL	2000
Coliformes fecales	NMP/100 mL	<1
Conductividad	µs/cm	51.1
DBO	mg O ₂ /L	4.81
DQO	mg O ₂ /L	21.7
Dureza total	mg CaCO ₃ /L	14
Dióxido de Carbono	mg CO ₂ /L	1.40
Fósforo total	mg P/L	0.090
Grasas y Aceites	mg/L	2.50

Hierro total	mg Fe/L	0.790
Molibdeno total	mg Mo/L	<0.010
Nitratos	mg N-NO3/L	2.80
Nitritos	mg N-NO2/L	<0.010
Nitrógeno	mg N/L	0.560
Ortofosfatos	mg P-PO4/L	<0.030
Oxígeno	mg O2/L	6.53
pH	Unidades	7.22
SST	mg/L	<3.60
SDT	mg/L	37.0
Sólidos totales	mg/L	42.0
Sulfatos	mg SO4/L	2.37
Temperatura	°C	18.4

ANEXO 11.

Línea de tiempo de calidad de agua del embalse Guavio.

2007 (CAR, 2010)

PARÁMETRO	UNIDAD	MUESTREO
Temperatura	°C	22.7
pH	Unidades	7.45
Oxígeno disuelto	mg O2/L	7.29
DBO5	mg/L	<2
DQO	mg/L	6
SST	mg/L	<5
Sólidos totales	mg/L	106
Turbiedad	NTU	2.5
Conductividad	µs/cm	135
Nitritos	mg NO2/L	0.001
Nitratos	mg NO3/L	<0.1
Ortofosfatos	mg PO4/L	0.12
Fósforo total	mg P/L	0.05
Coliformes totales	NMP 100/ml	1400
Coliformes fecales	NMP 100/ml	110

2009 (CAR, 2010)

PARÁMETRO	UNIDAD	MUESTREO
Temperatura	°C	22.7
pH	Unidades	7.2
Oxígeno disuelto	mg O2/L	7.27
DBO5	mg/L	10.42
DQO	mg/L	22
SST	mg/L	8.5
Sólidos totales	mg/L	154.29
Turbiedad	NTU	16.49
Conductividad	µs/cm	182.2
Nitritos	mg NO2/L	0.06
Nitratos	mg NO3/L	1.3
Ortofosfatos	mg PO4/L	0.2

Fósforo total	mg P/L	0.09
---------------	--------	------

2012 (ANLA, LAM: 0529)

PARÁMETRO	UNIDAD	MUESTREO
DBO5	Mg O2/L	<2
DQO	Mg O2/L	20
Grasas y aceites	mg/L	<5
Oxígeno disuelto	mgO2/L	7.6
pH	unidades	7.4
Solidos sedimentables	mg/L	0.2
Solidos suspendidos totales	mg/L	29.9
Sólidos totales	mgST/L	352
Temperatura	°C	20.3
Coliformes fecales	NMP/100 mL	20x10 ³
Coliformes	NMP/100 mL	13x10 ³

2013 (ANLA, LAM: 0529)

PARÁMETRO	UNIDAD	MUESTREO
DBO5	Mg O2/L	<1
DQO	Mg O2/L	214
Grasas y aceites	mg/L	<4
Oxígeno disuelto	mgO2/L	6.2
pH	unidades	7.8
Solidos sedimentables	mg/L	0.1
Solidos suspendidos totales	mg/L	30
Sólidos totales	mgST/L	132
Temperatura	°C	23.4
Coliformes fecales	NMP/100 mL	17x10 ³
Coliformes	NMP/100 mL	27x10 ³

2014 (ANLA, LAM: 0529)

PARÁMETRO	UNIDAD	MUESTREO
DBO5	Mg O2/L	<2
DQO	Mg O2/L	3
Grasas y aceites	mg/L	13
Oxígeno disuelto	mgO2/L	8.9
pH	unidades	8.4
Solidos sedimentables	mg/L	0.1
Solidos suspendidos totales	mg/L	20
Sólidos totales	mgST/L	175
Temperatura	°C	18.6
Coliformes fecales	NMP/100 mL	14x10 ³
Coliformes	NMP/100 mL	45x10 ³

2015 (ANLA, LAM: 0529)

PARÁMETRO	UNIDAD	MUESTREO
DBO5	Mg O2/L	<2
DQO	Mg O2/L	23
Grasas y aceites	mg/L	<5
Oxígeno disuelto	mgO2/L	31
pH	unidades	12.8
Solidos sedimentables	mg/L	2.7

Sólidos suspendidos totales	mg/L	6.99
Sólidos totales	mgST/L	1.5
Temperatura	°C	19.3
Coliformes fecales	NMP/100 mL	23x10 ²
Coliformes	NMP/100 mL	240x10 ²

ANEXO 12.

Línea de tiempo de calidad de agua del embalse El Hato.

2002 (CAR, 2002)

PARÁMETRO	UNIDAD	MUESTREO
pH	Unidades	7.56
Cloruros	mg/L-Cl-	11.30
Sulfatos	mg/L-SO ₄	14.4
Coliformes totales	NMP/100mL	34*10 ⁶
Coliformes fecales	NMP/100mL	20*10 ⁵
Oxígeno disuelto	mg/L	5.31
Conductividad	µs/cm	68
SST	mg/L	5.5

2006 (Tibaquirá, 2017)

PARÁMETRO	UNIDAD	MUESTREO
Temperatura	°C	18
pH	Unidades	7
Oxígeno disuelto	mg/L	5.9
% Saturación de Oxígeno	%	43.58
Fosfatos	mg/L	0.25

2014 (Hernández, 2014)

PARÁMETRO	UNIDAD	MUESTREO
Fósforo total	mg-P/L	0.082
Nitrato	mg-NO ₃ /L	0.10
Oxígeno disuelto	mg-O ₂ /L	6.37
pH	Unidades	7.64
Alcalinidad	mg/L	67
DBO	mg/L	7.4
Nitrito	mg-NO ₂ /L	0.06
Sólidos suspendidos	mg/L	8.7

ANEXO 13.

Línea de tiempo de calidad de agua del embalse del Sisga.

2001 (Charry, 2010)

PARÁMETRO	UNIDAD	MUESTREO
Temperatura	°C	20.5
Oxígeno disuelto	mg O ₂ /L	9.2
Alcalinidad	mg CaCO ₃ /L	11
Conductividad	µs/cm	15
pH	Unidades	6.9

Sólidos sedimentables	mg/L	1.3
-----------------------	------	-----

2004 (FAO, 2005)

PARÁMETRO	UNIDAD	MUESTREO
Temperatura	°C	17
pH	Unidades	6.4
Conductividad	µs/cm	16.58
Sólidos sedimentables	mg/L	2.6
Amonio	ml/L N	0.59
Nitratos	ml-NO ₃ /L	0.24
Nitritos	mg-NO ₂ /L	0.01
Fósforo	mg P/L	0.60

2005 (CAR, 2018)

PARÁMETRO	UNIDAD	MUESTREO
C. Totales	NMP/100mL	2800
E.Coli	NMP/100mL	40
DBO	mg O ₂ /L	4.4
Nitrogeno amoniacal	mg-Nh ₃ /L	0.30
Nitratos	mg-NO ₃ /L	1.9
Nitritos	mg-NO ₂ /L	0.005
Oxígeno disuelto	mg O ₂ /L	8.1
pH	Unidades	8.3
Sulfactantes	mg-LAS/L	0.21
Hiero	mg Fe/L	1.28

2006 (CAR, 2018)

PARÁMETRO	UNIDAD	MUESTREO
C. Totales	NMP/100mL	2800
E.Coli	NMP/100mL	2000
Turbiedad	NTU	28
SST	mg/L	46
Sólidos totales	mg/L	60
Sólidos sedimentables	ml/L	0.50
DQO	mg O ₂ /L	16
DBO	mg O ₂ /L	<2.0
Amonio	ml/L N	0.11
Nitratos	ml-NO ₃ /L	<0.10
Nitritos	mg-NO ₂ /L	<0.001
Fósforo total	mg P/L	0.03
Conductividad	µs/cm	22

2010 (Charry, 2010)

PARÁMETRO	UNIDAD	MUESTREO
pH	Unidades	7.34
Turbiedad	NTU	27.6
Grasas y aceites	mg/L	<0.08
Nitritos	mg/L	0.688
Nitratos	mg/L	0.010
Coliformes totales	NMP/100mL	1600
Sodio	mg/L	6.05
Dureza total	mg/L CaCO ₃	14

Calcio	mg/L CaCO ₃	3.82
Zinc	mg/L	0.010
Aluminio	mg/L	0.26
Magnesio	mg/L	1.15
Sulfatos	mg/L	<0.50
Nitrógeno	mg/L	<0.6
Cloruros	mg/L Cl	5

ANEXO 14.

Línea de tiempo de calidad de agua del embalse del Neusa.

2001 (FAO, 2005)

PARÁMETRO	UNIDAD	MUESTREO
Temperatura	°C	19
Conductividad	µs/cm	68.19
Alcalinidad	mg/L	0.56
pH	Unidades	6.8
Calcio	mg/L	3.026
Sulfatos	mg SO ₄ /L	102
Nitratos	mg NO ₃ /L	28.32
Nitritos	mg NO ₂ /L	0.363

2011 (Duran, 2011)

PARÁMETRO	UNIDAD	MUESTREO
Temperatura	°C	17.3
pH	Unidades	7.17
Oxígeno disuelto	mg O ₂ /L	4.92
Dureza Total	mg/L CaCO ₃	25
Turbiedad	NTU	69.6
Zinc	mg/L	<0.005
Cadmio	mg/L	<0.005
Plomo	mg/L	<0.049
Aluminio	mg/L	<0.018
Cromo total	mg/L	<0.6
SST	mg/L	59
Nitrógeno Amoniacal	mg/L N-NH ₄	<0.6
Nitratos	mg-NO ₃ /L	0.819
Nitritos	mg-NO ₂ /L	0.018
Sulfatos	mg/L	11.3
Magnesio	mg/L	1.84
Cloruros	mg/L	10
Grasas y aceites	mg/L	<0.08
DBO ₅	mg O ₂ /L	17
DQO	mg O ₂ /L	26
Fosfatos	mg/L P-PO ₄ -3	0.161
Calcio	mg/L	7.93
C. Totales	NMP/100mL	11*10 ⁶
E.Coli	NMP/100mL	50

2015 (García, 2016)

PARÁMETRO	UNIDAD	MUESTREO
Cloruros	mg Cl-/L	8.6
Color	Unidades	20
Conductividad	µs/cm	76.6
DBO	mg O2/L	2
Fósforo total	mg-P/L	0.076
Nitrito	mg NO2/L	0.004
Oxígeno disuelto	mg O2/L	6.9
pH	Unidades	8
SST	mg/L	4
Sulfatos	mg-SO4/L	6.7
C.Totales	NMP/100mL	7.30*10^3
E.Coli	NMP/100mL	5.20*10
Cromo	mg Cr/L	0.02

2016 (Manrique, 2016)

PARÁMETRO	UNIDAD	MUESTREO
pH	Unidades	6.85
Conductividad	µs/cm	75
Color aparente	Unidades	3.2
Turbiedad	NTU	0.53
Hierro Total	mg Fe/L	0.07
Nitritos	mg- NO3/L	<0.02
Alcalinidad	mg/L	9
Dureza	mg/L	23
Aluminio	mg/L	<10
Cloruros	mg/L	26
Amonio	mg/L	<0.05
Fosfatos	mg/L P-PO4-3	<0.05
Magnesio	mg/L	<0.5
Sulfatos	mg/L	18
Nitratos	mg-NO2/L	<1
Cloro residual	mg/L	0.8

ANEXO 15.

Línea de tiempo de calidad de agua del embalse Chisacá-La Regadera.

2012 (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2014)

PARÁMETRO	UNIDAD	MUESTREO
Color Aparente	Unidades	600
Color Real	Unidades	395
Turbiedad	NTU	80
Solidos disueltos	mg/L	12
Solidos suspendidas	mg/L	3
Conductividad	µs/cm	21
pH	Unidades	7.3
Alcalinidad	mg/L CaCO3	5

Dureza total	mg/L CaCO ₃	4
Oxígeno Disuelto	mg/L O ₂	7.1
DBO	mg/L O ₂	2
DQO	mg/L O ₂	23
Nitrógeno	mg/L N	2
Fósforo total	mg/L	5.8
Hierro	mg/L	0.9
Sulfatos	mg/L	1
Fluoruros	mg/L	<0.02
Bromuros	mg/L	<0.01
Fosfatos	mg/L	<0.2

2013 (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2014)

PARÁMETRO	UNIDAD	MUESTREO
Turbiedad	NTU	0.14
Color aparente	Unidades	2
Conductividad	µs/cm	50
Dureza total	mg/L CaCO ₃	18.6
Alcalinidad	mg CaCO ₃ /L	5.7
Hierro	mg Fe/L	0.01
Cloruros	mg/L	8.47
pH	Unidades	7.35

2014 (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2014)

PARÁMETRO	UNIDAD	MUESTREO
Turbiedad	NTU	1.4
Color aparente	Unidades	2
Conductividad	µs/cm	45
Dureza total	mg/L CaCO ₃	18
Alcalinidad	mg CaCO ₃ /L	7.7
Hierro	mg Fe/L	0.07
Cloruros	mg/L	8.05
pH	Unidades	7.33

2016 (Orjuela, 2016)

PARÁMETRO	UNIDAD	MUESTREO
Turbiedad	NTU	21
SST	mg/L	14
Alcalinidad	mg CaCO ₃ /L	11
Calcio	mg Ca/L	3.15
Hierro	mg Fe/L	1.02
COT	mg/L	3.2
Fosforo	mg P/L	0.03
Oxígeno disuelt	mg O ₂ /L	7.5
Nitritos	mg NO ₂ /L	0.005

ANEXO 16.

Línea de tiempo de calidad de agua del embalse Chuza- Represa de Chingaza.

1988 (Donato, 1991)

PARÁMETRO	UNIDAD	MUESTREO
Oxígeno Disuelto	mg/L	8.1
% Saturación	O2	69.5
Temperatura	°C	15
Acidez	CaCO3 mg/L	2
CO2	CO2 mg/L	0.88
pH	Unidades	5.5
Dureza	CaCO3 mg/L	24
Conductividad	µs/cm	42.8
Nitrógeno	mg/L	0.043
Fósforo	mg/L P	0.85
Nitritos	mg/L	0.2
Amonio	mg/L	0.5

2004 (FAO, 2005)

PARÁMETRO	UNIDAD	MUESTREO
Temperatura	°C	11.2
Conductividad	µs/cm	30
pH	Unidades	7.3
Calcio	mg Ca/L	4.75
Magnesio	mg Mg/L	2.05
Hierro	mg Fe/L	0.31
Cloruros	mg/L	3.07
Sulfatos	mg/L	0.56
Alcalinidad	mg CaCO3/L	0.56
Dureza Total	mg CaCO3/L	17.7

2008 (Acueducto, 2013)

PARÁMETRO	UNIDAD	MUESTREO
DBO5	mg/L	4
DQO	mg/L	52
Oxígeno Disuelto	mg/L	10.5
SST	mg/L	10
pH	Unidades	8.49
Nitrógeno total	mg/L	3
Amonio	mg/L	1.1
Niquel	mg/L	0.011
Zinc	mg/L	0.2
Cadmio	mg/L	0.0025

2011 (CAR, 2013)

PARÁMETRO	UNIDAD	MUESTREO
Turbiedad	NTU	21
Solidos suspendidos	mg/L	14
Alcalinidad	mg/L	11
Conductividad	µs/cm	35
Hierro Total	mg Fe/L	1.02
Carbono Orgánico Total	mg/L	3.2
Fosforo total	mg/L	0.04
Nitrógeno total	mg/L	0.09

Oxígeno disuelto	mg/L	7.5
------------------	------	-----

ANEXO 17.

Línea de tiempo de calidad de agua del embalse del Muña.

2009 (Funeme, 2017)

PARÁMETRO	UNIDAD	MUESTREO
Cloruros	mg Cl/L	58.5
Conductividad	µs/cm	604
DBO	mg O2/L	82
DQO	mg O2/L	186
Nitratos	mg-NO3 /L	0.7
Oxígeno Disuelto	mg O2/L	0.01
pH	Unidades	7.1
Sólidos Totales	mg ST/L	377
Sulfatos	mg SO4/L	17.8

2010 (Funeme, 2017)

PARÁMETRO	UNIDAD	MUESTREO
Cloruros	mg Cl/L	82.8
Conductividad	µs/cm	650.3
DBO	mg O2/L	70.5
DQO	mg O2/L	230
Nitratos	mg-NO3 /L	0.4
Oxígeno Disuelto	mg O2/L	0.5
pH	Unidades	7.3
Sólidos Totales	mg ST/L	404
Sulfatos	mg SO4/L	26.2

2011 (Funeme, 2017)

PARÁMETRO	UNIDAD	MUESTREO
Cloruros	mg Cl/L	48.1
Conductividad	µs/cm	268.3
DBO	mg O2/L	104.7
DQO	mg O2/L	387.7
Nitratos	mg-NO3 /L	0.3
Oxígeno Disuelto	mg O2/L	2.7
pH	Unidades	7.3
Sólidos Totales	mg ST/L	470.5
Sulfatos	mg SO4/L	44.1

2012 (Funeme, 2017)

PARÁMETRO	UNIDAD	MUESTREO
Cloruros	mg Cl/L	44.4
Conductividad	µs/cm	484
DBO	mg O2/L	60.6

DQO	mg O2/L	229.5
Nitratos	mg-NO3 /L	0.3
Oxígeno Disuelto	mg O2/L	2.7
pH	Unidades	7.3
Sólidos Totales	mg ST/L	470.5
Sulfatos	mg SO4/L	44.1

2013 (Funeme, 2017)

PARÁMETRO	UNIDAD	MUESTREO
Cloruros	mg Cl/L	50.2
Conductividad	µs/cm	576
DBO	mg O2/L	76.7
DQO	mg O2/L	150
Nitratos	mg-NO3 /L	0.6
Oxígeno Disuelto	mg O2/L	0.01
pH	Unidades	7.4
Sólidos Totales	mg ST/L	346
Sulfatos	mg SO4/L	26

2014 (Funeme, 2017)

PARÁMETRO	UNIDAD	MUESTREO
Cloruros	mg Cl/L	51.7
Conductividad	µs/cm	552.5
DBO	mg O2/L	66.5
DQO	mg O2/L	171.5
Nitratos	mg-NO3 /L	0.5
Oxígeno Disuelto	mg O2/L	1
pH	Unidades	7.3
Sólidos Totales	mg ST/L	422.5
Sulfatos	mg SO4/L	27.5

2015 (Funeme, 2017)

PARÁMETRO	UNIDAD	MUESTREO
Cloruros	mg Cl/L	31.9
Conductividad	µs/cm	345
DBO	mg O2/L	55.3
DQO	mg O2/L	159
Nitratos	mg-NO3 /L	1.8
Oxígeno Disuelto	mg O2/L	0.3
pH	Unidades	7.2
Sólidos Totales	mg ST/L	248
Sulfatos	mg SO4/L	17.2

2016 (Funeme, 2017)

PARÁMETRO	UNIDAD	MUESTREO
Cloruros	mg Cl/L	51
Conductividad	µs/cm	585
DBO	mg O2/L	27.4
DQO	mg O2/L	167
Nitratos	mg-NO3 /L	0.3
Oxígeno Disuelto	mg O2/L	0.2
pH	Unidades	7.5

Sulfatos	mg SO ₄ /L	19
----------	-----------------------	----

2017 (Funeme, 2017)

PARÁMETRO	UNIDAD	MUESTREO
Temperatura	°C	15.75
pH	Unidades	7.1
Color	Hz	836
Conductividad	µs/cm	574.5
Oxígeno Disuelto	mg O ₂ /L	1.23
Turbiedad	NTU	36.37
SST	mg/L	826
Solidos Sedimentables	mg/L	15
Solidos Suspendidos	mg/L	264
Acidez	mg/L CaCO ₃	66
Alcalinidad	mg/L CaCO ₃	224
Dureza total	mg/L CaCO ₃	850
Cloruros	mg/L Cl	56.73
Fosfatos	mg/L	<0.05
Hierro	mg/L	1.62
Nitratos	mg/L	2.4
Sulfatos	mg/L	51
DBO ₅	mg/L O ₂	130.56
DQO	mg/L O ₂	266.67

ANEXO 18.

Línea de tiempo de calidad de agua del embalse San Rafael.

2005 (CAR, 2013)

PARÁMETRO	UNIDAD	MUESTREO
Coliformes totales	NMP/100 mL	7000
E-Coli	NMP/100 mL	310
DBO	mg O ₂ /L	0.8
Nitrógeno Amoniacal	mg-NH ₃ /L	0.34
Nitrato	mg-NO ₃ /L	1
Nitrito	mg-NO ₂ /L	0.007
Oxígeno Disuelto	mg O ₂ /L	7.6
pH	Unidades	7.2
Surfactantes	mg-LAS/L	0.11
Aluminio	mg Al/L	0.1
Boro	mg B/L	17.3
Cromo total	mg Cr total/L	0.04
Hierro	mg Fe/L	1.15
Manganeso	mg Mn/L	0.05
Plomo	mg Pb/L	0.07

2006 (CAR, 2013)

PARÁMETRO	UNIDAD	MUESTREO
Coliformes totales	NMP/100 mL	36000
E-Coli	NMP/100 mL	4500

DBO	mg O ₂ /L	2.5
Nitrógeno Amoniacal	mg-NH ₃ /L	0.22
Nitrato	mg-NO ₃ /L	0.7
Nitrito	mg-NO ₂ /L	0.02
Oxígeno Disuelto	mg O ₂ /L	4.7
pH	Unidades	7.4
Surfactantes	mg-LAS/L	0.14
Aluminio	mg Al/L	0.13
Hierro	mg Fe/L	1.47

2012 (Rincón, 2017)

PARÁMETRO	UNIDAD	MUESTREO
Turbiedad	NTU	0.43
Color	Hz	5
Conductividad	µs/cm	48
Dureza total	mg/L CaCO ₃	20
Alcalinidad	mg/L CaCO ₃	9.7
Hierro	mg Fe/L	0.04
Cloruros	mg/L Cl	4.04
pH	Unidades	6.64

2013 (Rincón, 2017)

PARÁMETRO	UNIDAD	MUESTREO
Turbiedad	NTU	0.72
Color	Hz	3
Conductividad	µs/cm	67
Dureza total	mg/L CaCO ₃	19.2
Alcalinidad	mg/L CaCO ₃	9.1
Hierro	mg Fe/L	0.09
Cloruros	mg/L Cl	8.37
pH	Unidades	6.50

2016 (Rincón, 2017)

PARÁMETRO	UNIDAD	MUESTREO
Turbiedad	NTU	2.26
Color	Hz	4
Conductividad	µs/cm	42
pH	Unidades	6.62
Oxígeno Disuelto	mg O ₂ /L	7.46
Coliformes totales	NMP/100 mL	1800

ANEXO 19.

Calidad de agua del embalse Tominé.

Tabla de temperatura a través de los años del embalse Tominé.

Año	Temperatura °C
2001	15.5
2006	13.1

Gráfica de temperatura a través de los años del embalse Tominé.

2007	15.1
2009	12.2
2013	18.4
2014	18.4

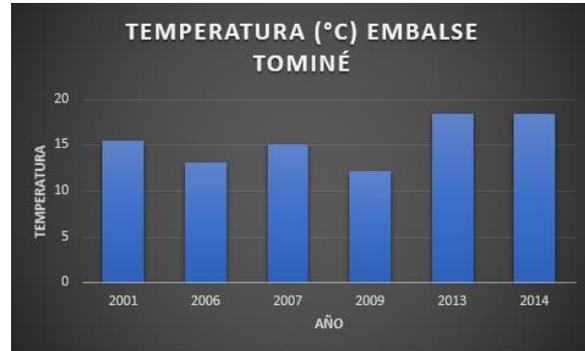


Tabla de oxígeno disuelto a través de los años del embalse Tominé.

Año	OD mg/L
2001	6.8
2006	6.1
2007	7.77
2009	7.77
2013	6.53
2014	6.53

Gráfica de oxígeno disuelto a través de los años del embalse Tominé.

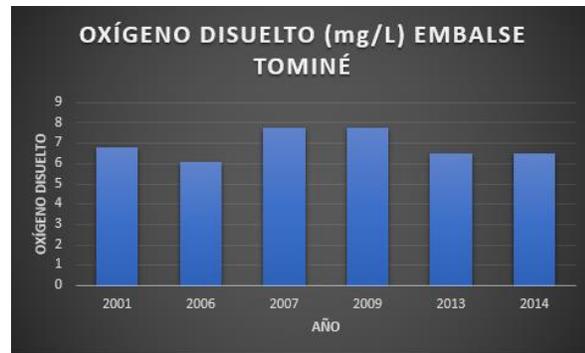


Tabla de alcalinidad a través de los años del embalse Tominé.

Año	Alcalinidad (mg CaCO ₃ /L)
2001	18
2013	11.8
2014	11.8

Gráfica de alcalinidad a través de los años del embalse Tominé.

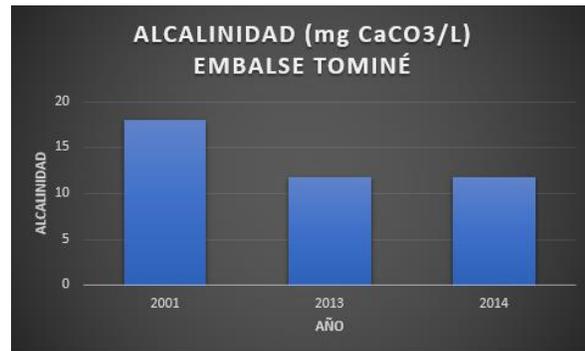


Tabla de conductividad a través de los años del embalse Tominé.

Año	Conductividad
2001	38.53
2007	90
2009	90.2
2013	51.1

Gráfica de conductividad a través de los años del embalse Tominé

2014	51.1
------	------



Tabla de pH a través de los años del embalse Tominé

Año	pH
2001	8
2006	6.94
2007	7.38
2009	7.72
2013	7.22
2014	7.22

Gráfica de pH a través de los años del embalse Tominé

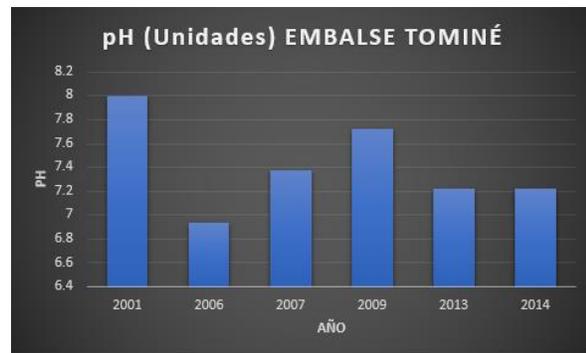


Tabla de sulfato a través de los años del embalse Tominé

Año	Sulfatos
2001	17.5
2010	0.51
2013	2.37
2014	2.37

Gráfica de sulfatos a través de los años del embalse Tominé

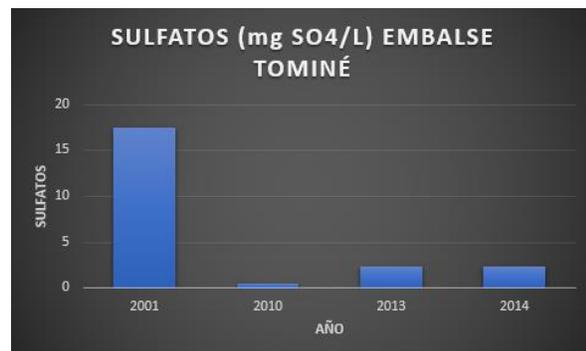


Tabla de nitratos a través de los años del embalse Tominé

Año	Nitratos
2001	13.78
2007	0.15
2009	0.15
2010	0.17

Gráfica de nitratos a través de los años del embalse Tominé

2013	2.6
2014	2.5

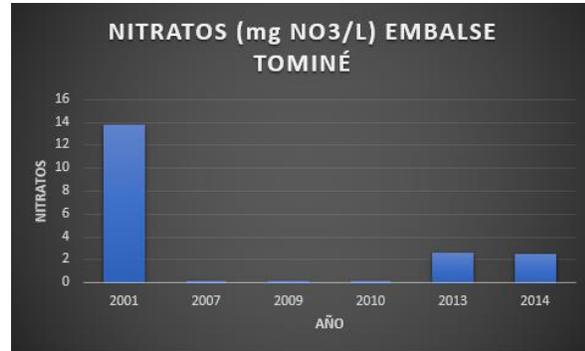


Tabla de nitritos a través de los años del embalse Tominé

Año	Nitritos
2001	0.226
2007	0.001
2009	0.107
2010	0.002
2013	0.01
2014	0.01

Gráfica de nitritos a través de los años del embalse Tominé

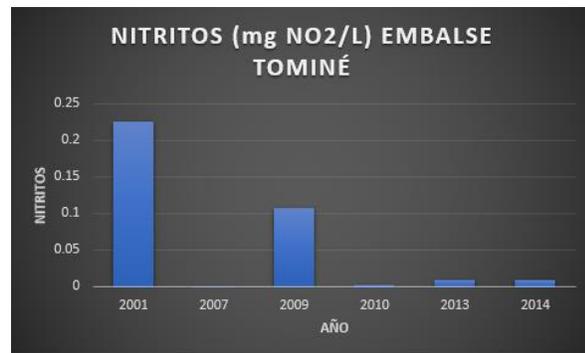


Tabla de nitrógeno a través de los años del embalse Tominé

Año	Nitrógeno
2006	0.5
2010	0.6
2013	0.56
2014	0.56

Gráfica de nitrógeno a través de los años del embalse Tominé

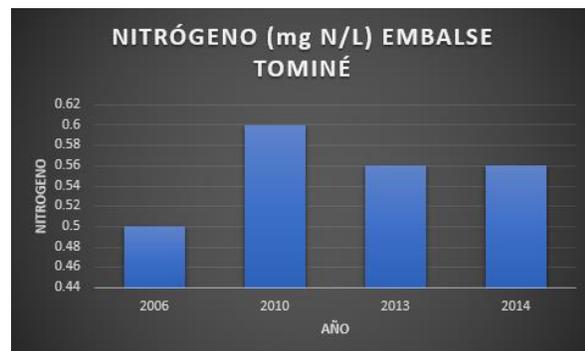


Tabla de fósforo a través de los años del embalse Tominé

Año	Fósforo
2006	0.073
2007	0.16
2009	0.166

Gráfica de fósforo a través de los años del embalse Tominé

2010	0.047
2013	0.09
2014	0.09

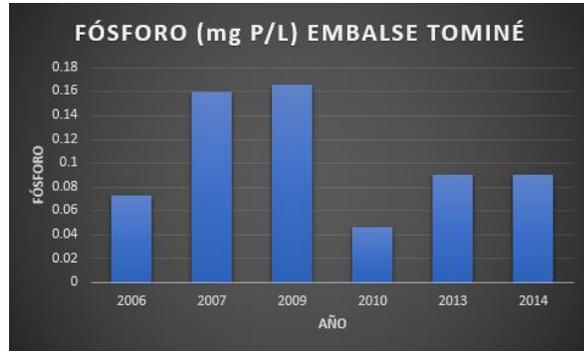


Tabla de demanda biológica de oxígeno a través de los años del embalse Tominé

Año	DBO5
2006	12
2007	4
2009	4.2
2010	5
2013	4.81
2014	4.81

Gráfica de demanda biológica de oxígeno a través de los años del embalse Tominé

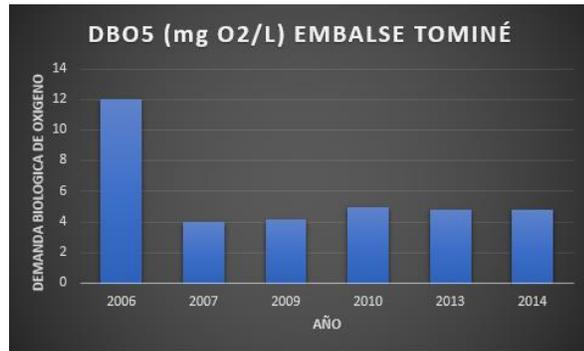


Tabla de demanda química de oxígeno a través de los años del embalse Tominé

Año	DQO
2006	16
2007	22
2009	22.6
2010	3
2013	21.7
2014	21.7

Gráfica de demanda química de oxígeno a través de los años del embalse Tominé

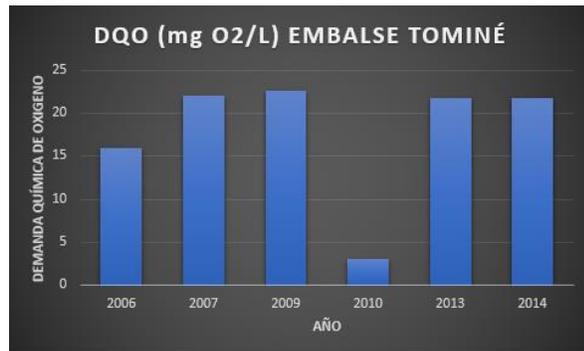


Tabla de sólidos suspendidos totales a través de los años del embalse Tominé

Año	SST
2007	77
2009	77
2010	10
2013	3.6

Gráfica de sólidos suspendidos totales a través de los años del embalse Tominé

2014	3.6
------	-----

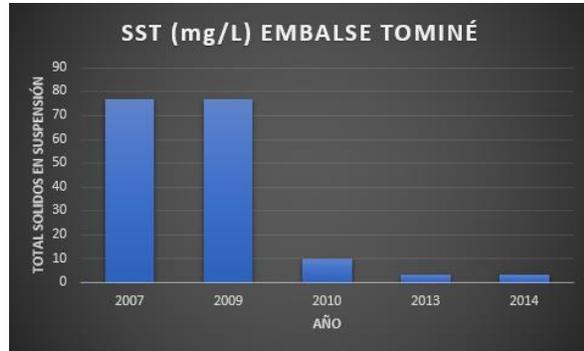
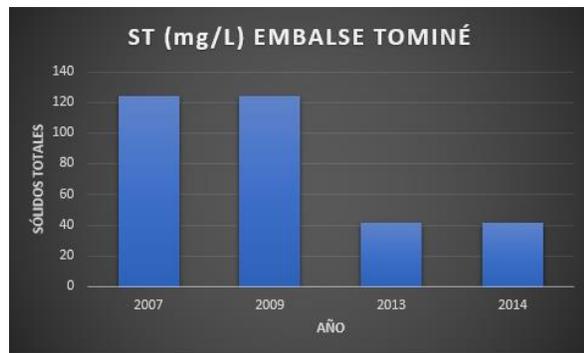


Tabla de sólidos suspendidos totales a través de los años del embalse Tominé

Año	sólidos totales
2007	124
2009	124
2013	42
2014	42

Gráfica de sólidos suspendidos totales a través de los años del embalse Tominé



ANEXO 20.

Calidad de agua del embalse Guavio.

Tabla de temperatura a través de los años del embalse Guavio.

Año	Temperatura
2007	22.7
2009	22.7
2012	20.3
2013	23.4
2014	18.6
2015	19.3

Gráfica de temperatura a través de los años del embalse Guavio

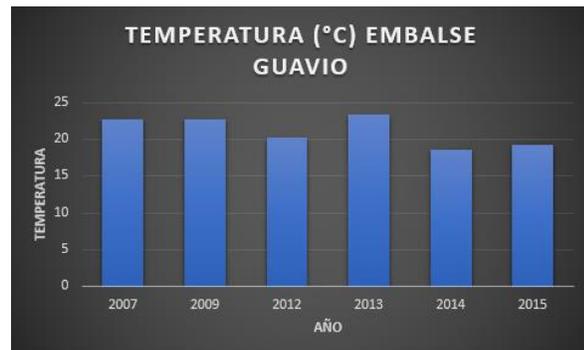


Tabla de oxígeno disuelto a través de los años del embalse Guavio.

Año	OD
-----	----

Gráfica de oxígeno disuelto a través de los años del embalse Guavio

2007	7.29
2006	7.27
2012	7.6
2013	6.2
2014	8.9
2015	8.9

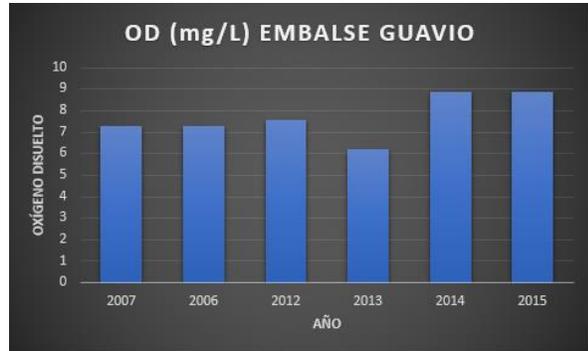


Tabla de pH a través de los años del embalse Guavio.

Año	pH
2007	7.45
2009	7.2
2012	7.4
2013	7.8
2014	8.4
2015	12.8

Gráfica de pH a través de los años del embalse Guavio

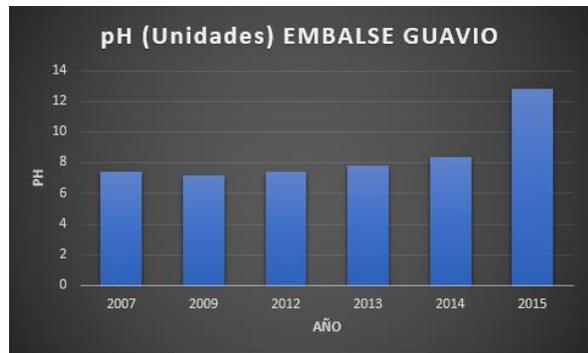


Tabla de demanda biológica de oxígeno a través de los años del embalse Guavio.

Año	DBO5
2007	2
2012	2
2013	1
2014	2

Gráfica de demanda biológica de oxígeno a través de los años del embalse Guavio

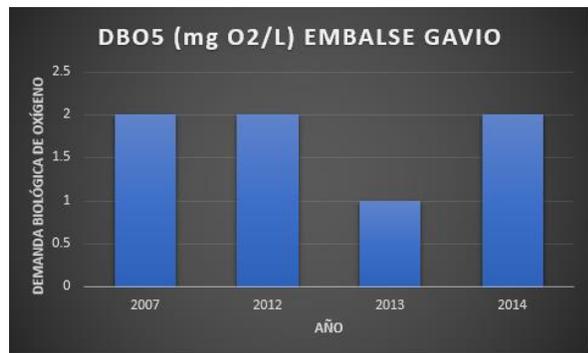


Tabla de demanda química de oxígeno a través de los años del embalse Guavio.

Año	DQO
2007	6
2009	22
2012	20

Gráfica de demanda química de oxígeno a través de los años del embalse Guavio

2014	3
------	---

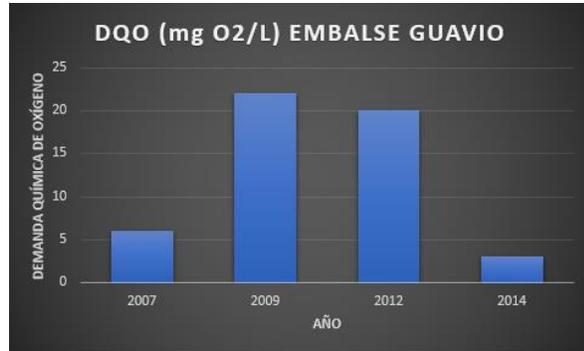


Tabla de sólidos suspendidos totales a través de los años del embalse Guavio.

Año	SST
2007	5
2009	8.5
2012	29.9
2013	30
2014	20
2015	6.9

Gráfica de sólidos suspendidos totales a través de los años del embalse Guavio

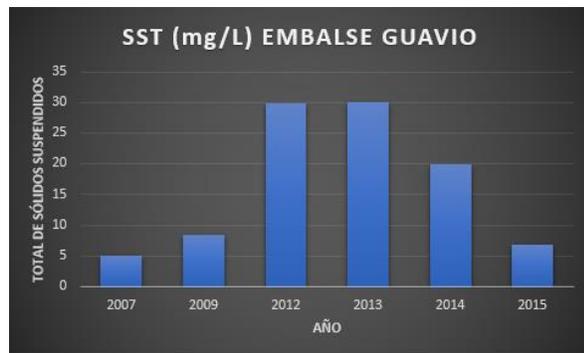


Tabla de sólidos totales a través de los años del embalse Guavio.

Año	Sólidos totales
2007	106
2009	154.29
2012	352
2013	132
2014	175

Gráfica de sólidos totales a través de los años del embalse Guavio

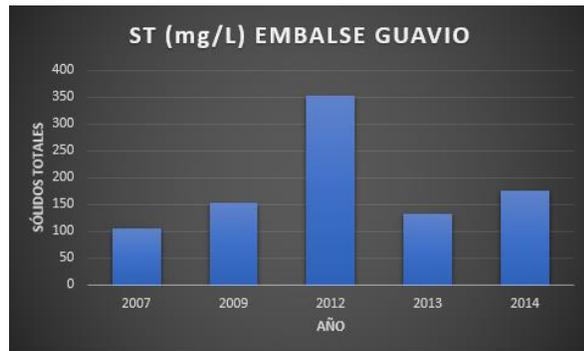


Tabla de coliformes fecales a través de los años del embalse Guavio.

Año	C. Fecales
2007	1400
2009	110
2012	20000
2013	17000

Gráfica de coliformes fecales a través de los años del embalse Guavio

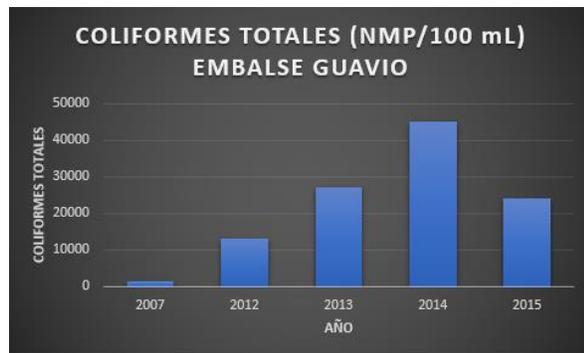
2014	17000
2015	2300



Tabla de coliformes fecales a través de los años del embalse Guavio.

Gráfica de coliformes fecales a través de los años del embalse Guavio

Año	Coliformes totales
2007	1400
2012	13000
2013	27000
2014	45000
2015	24000



ANEXO 23.

Calidad de agua del embalse del Neusa.

Tabla de temperatura a través de los años del embalse del Neusa

Gráfica de temperatura a través de los años del embalse del Neusa

Año	Temperatura
2001	19
2011	17.3

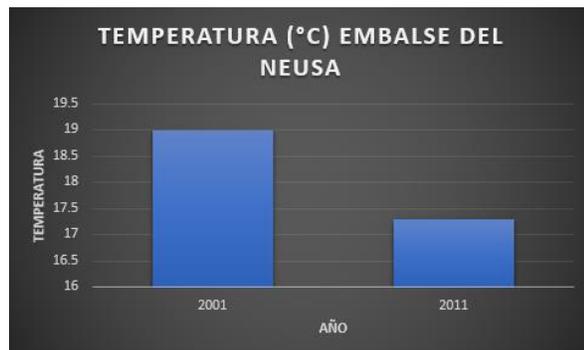


Tabla de conductividad a través de los años del embalse del Neusa

Gráfica de conductividad a través de los años del embalse del Neusa

Año	Conductividad
2001	68.19
2015	76.6
2016	75



Tabla de alcalinidad a través de los años del embalse del Neusa

Año	Alcalinidad
2001	0.56
2016	9

Gráfica de alcalinidad a través de los años del embalse del Neusa

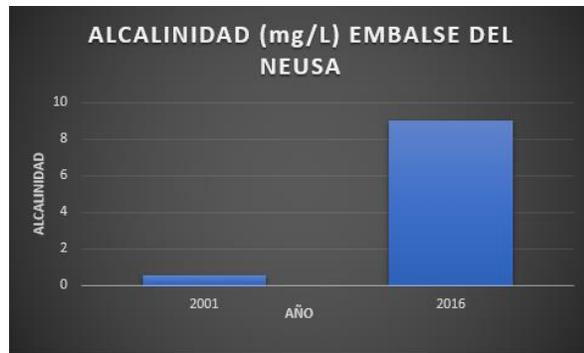


Tabla de pH a través de los años del embalse del Neusa

Año	pH
2001	6.8
2011	7.17
2015	8
2016	6.85

Gráfica de pH a través de los años del embalse del Neusa

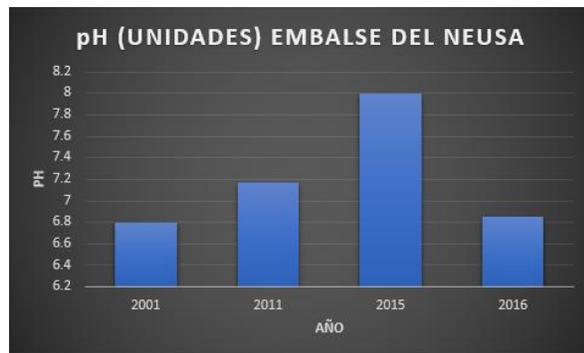


Tabla de nitritos a través de los años del embalse del Neusa

Año	Nitritos
2001	0.363
2011	0.018
2015	0.004

Gráfica de nitritos a través de los años del embalse del Neusa

2016	0.02
------	------

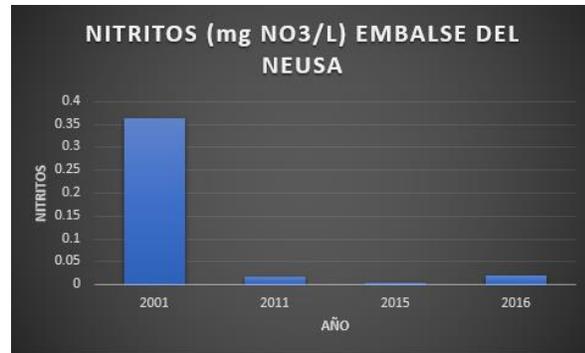
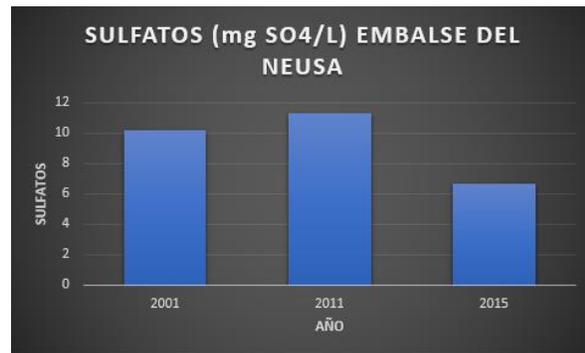


Tabla de sulfatos a través de los años del embalse del Neusa

Gráfica de sulfatos a través de los años del embalse del Neusa

Año	Sulfatos
2001	10.2
2011	11.3
2015	6.7



ANEXO 24.

Calidad de agua del embalse Chisacá-La Regadera.

Tabla de turbiedad a través de los años del embalse Chisacá-La Regadera

Gráfica de turbiedad a través de los años del embalse Chisacá-La Regadera

Año	Turbiedad
2012	80
2013	0.14
2014	1.4
2016	21



Tabla de conductividad a través de los años del embalse Chisacá-La Regadera

Gráfica de conductividad a través de los años del embalse Chisacá-La Regadera

Año	Conductividad
2012	21
2013	50
2014	45



Tabla de pH a través de los años del embalse Chisacá-La Regadera

Año	pH
2012	7.3
2013	7.35
2014	7.33

Gráfica de pH a través de los años del embalse Chisacá-La Regadera



Tabla de alcalinidad a través de los años del embalse Chisacá-La Regadera

Año	Alcalinidad
2012	5
2013	5.7
2014	7.7
2015	11

Gráfica de alcalinidad a través de los años del embalse Chisacá-La Regadera



Tabla de dureza total a través de los años del embalse Chisacá-La Regadera

Año	Dureza total
2012	4
2013	18.6
2014	18

Gráfica de dureza total a través de los años del embalse Chisacá-La Regadera

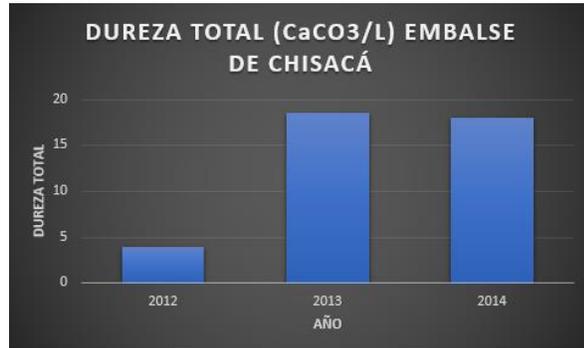
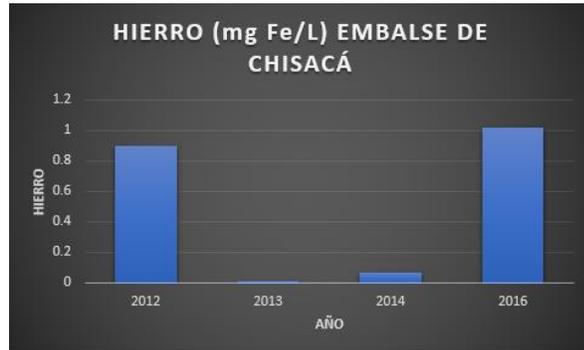


Tabla de hierro a través de los años del embalse Chisacá-La Regadera

Año	Hierro
2012	0.9
2013	0.01
2014	0.07
2016	1.02

Gráfica de hierro a través de los años del embalse Chisacá-La Regadera



ANEXO 25.

Calidad de agua del embalse Chuza-Represa de Chingaza.

Tabla de oxígeno disuelto a través de los años del embalse Chuza-Represa de Chingaza

Año	OD
1988	8.1
2008	10.5
2011	7.5

Gráfica de oxígeno disuelto a través de los años del embalse Chuza-Represa de Chingaza

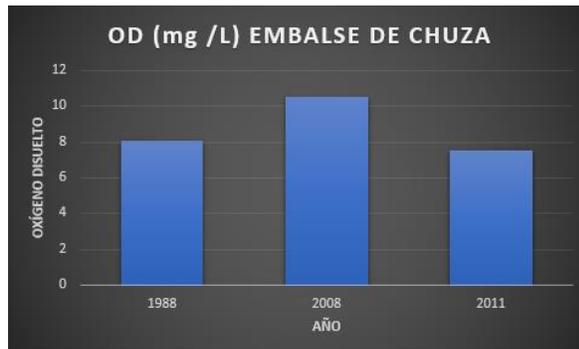


Tabla de pH a través de los años del embalse Chuza-Represa de Chingaza

Año	pH
1988	5.5
2004	7.3
2008	8.49

Gráfica de pH a través de los años del embalse Chuza-Represa de Chingaza

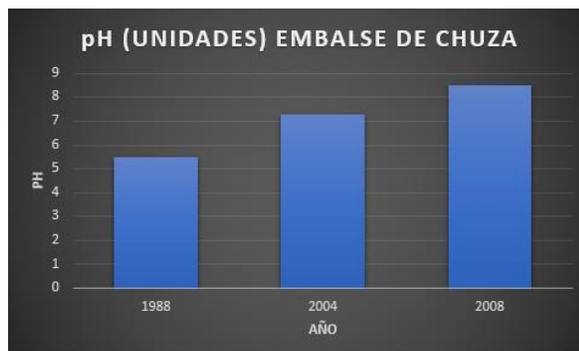


Tabla de conductividad a través de los años del embalse Chuza-Represa de Chingaza

Año	Conductividad
1988	42.8
2004	30
2011	35

Gráfica de conductividad a través de los años del embalse Chuza-Represa de Chingaza

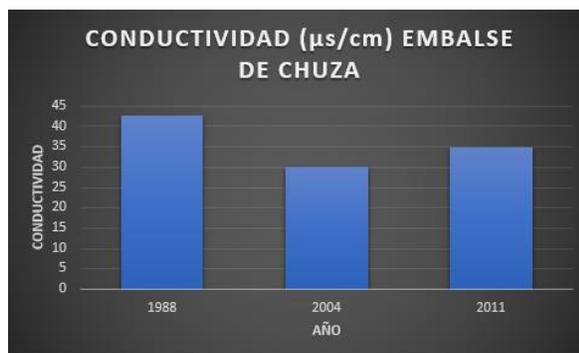
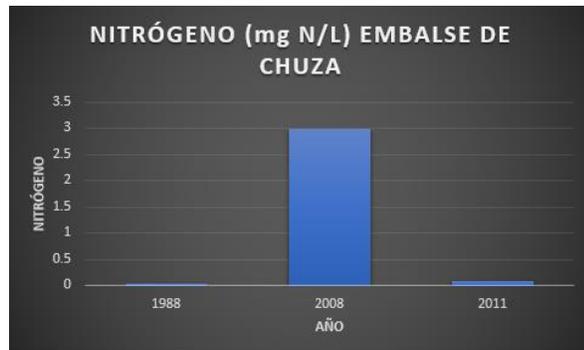


Tabla de nitrógeno a través de los años del embalse Chuza-Represa de Chingaza

Año	Nitrógeno
1988	0.043
2008	3
2011	0.09

Gráfica de nitrógeno a través de los años del embalse Chuza-Represa de Chingaza



ANEXO 26.

Calidad de agua del embalse del Muña.

Tabla de cloruros a través de los años del embalse del Muña

Año	Cloruros
2009	58.5
2010	82.8
2011	48.1
2012	44.4
2013	50.2
2014	51.7
2015	31.9
2016	51
2017	56.73

Gráfica de cloruros a través de los años del embalse del Muña

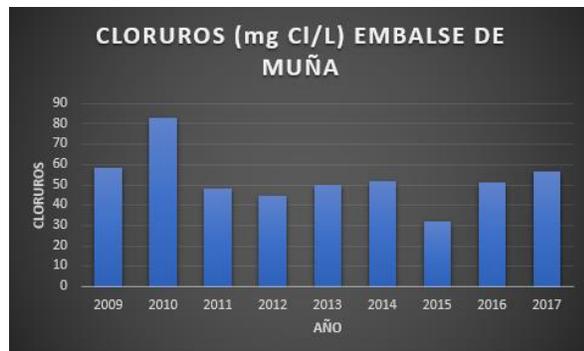


Tabla de conductividad a través de los años del embalse del Muña

Año	Conductividad
2009	604

Gráfica de conductividad a través de los años del embalse del Muña

2010	650.3
2011	268.3
2012	484
2013	576
2014	552.5
2015	345
2016	585
2017	574.5



Tabla de demanda biológica de oxígeno a través de los años del embalse del Muña

Año	DBO5
2009	82
2010	70.5
2011	104.7
2012	60.6
2013	76.7
2014	66.5
2015	55.3
2016	57.4
2017	130.56

Gráfica de demanda biológica de oxígeno a través de los años del embalse del Muña

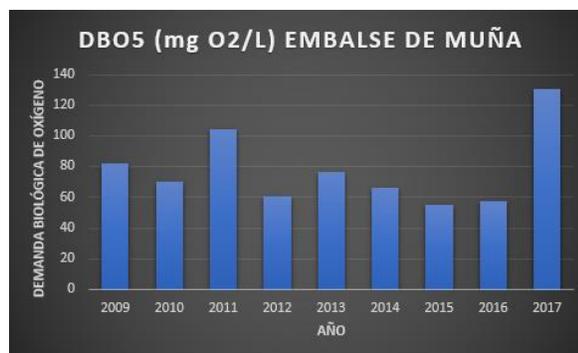
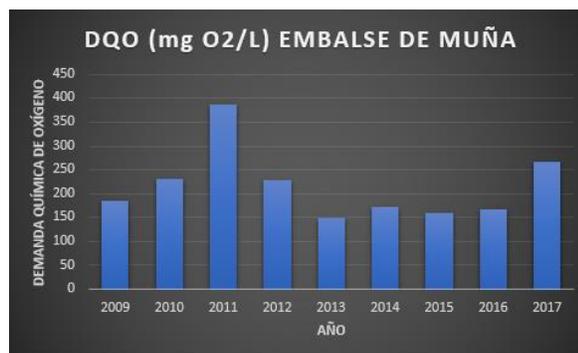


Tabla de demanda química de oxígeno a través de los años del embalse del Muña

Año	DQO
2009	186
2010	230
2011	387.7
2012	229.5
2013	150
2014	171.5
2015	159
2016	167

Gráfica de demanda química de oxígeno a través de los años del embalse del Muña



2017	266.67
------	--------

Tabla de nitratos a través de los años del embalse del Muña

Año	Nitratos
2009	0.7
2010	0.4
2011	0.3
2012	0.3
2013	0.6
2014	0.5
2015	1.8
2016	0.3
2017	2.4

Gráfica de nitratos a través de los años del embalse del Muña

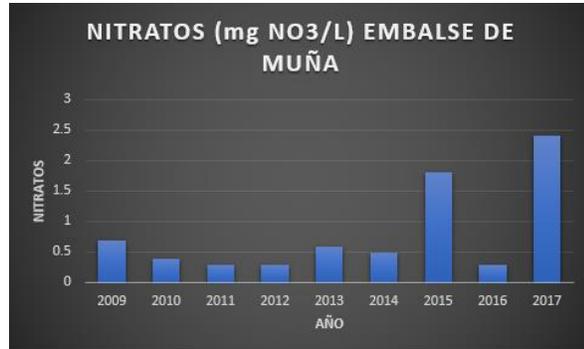


Tabla de oxígeno disuelto a través de los años del embalse del Muña

Año	OD
2009	0.01
2010	0.5
2011	2.7
2012	2.7
2013	0.01
2014	1
2015	0.3
2016	0.2
2017	1.23

Gráfica de oxígeno disuelto a través de los años del embalse del Muña

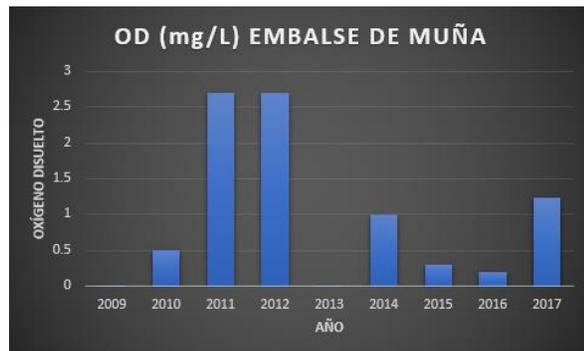


Tabla de pH a través de los años del embalse del Muña

Año	pH
2009	7.1
2010	7.3

Gráfica de pH a través de los años del embalse del Muña

2011	7.3
2012	7.3
2013	7.4
2014	7.3
2015	7.2
2016	7.5
2017	7.1

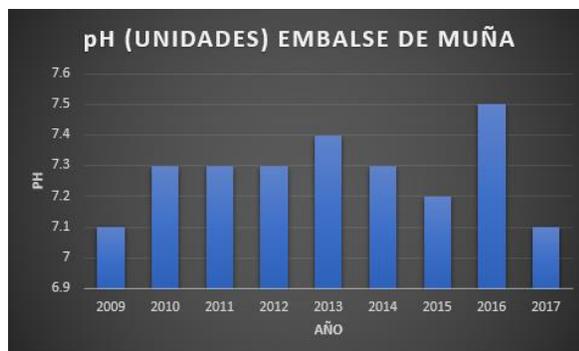


Tabla de sólidos totales a través de los años del embalse del Muña

Año	ST
2009	377
2010	404
2011	470.5
2012	470.5
2013	346
2014	422.5
2015	248
2017	264

Gráfica de sólidos totales a través de los años del embalse del Muña

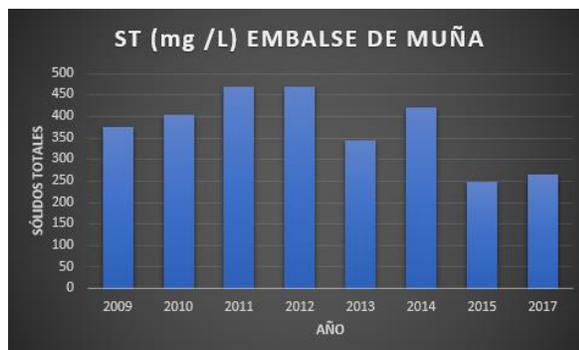
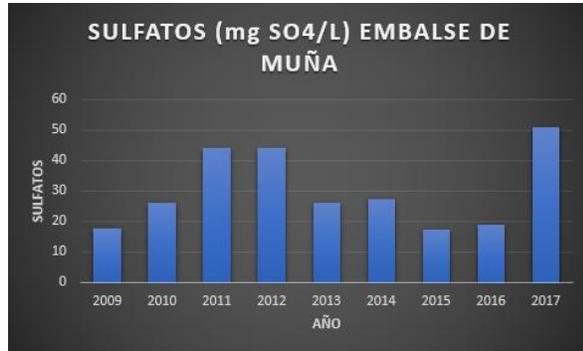


Tabla de sulfatos a través de los años del embalse del Muña

Año	Sulfatos
2009	17.8
2010	26.2
2011	44.1
2012	44.1
2013	26
2014	27.5

Gráfica de sulfatos a través de los años del embalse del Muña

2015	17.2
2016	19
2017	51



ANEXO 27.

Calidad de agua del embalse San Rafael.

Tabla de coliformes totales a través de los años del embalse San Rafael

Año	C. totales
2005	7000
2006	36000
2016	1800

Gráfico de coliformes totales a través de los años del embalse San Rafael

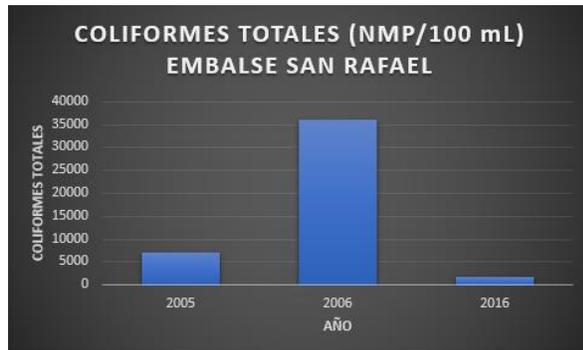


Tabla de oxígeno disuelto a través de los años del embalse San Rafael

Año	OD
2005	7.6
2006	4.7
2016	7.46

Gráfico de oxígeno disuelto a través de los años del embalse San Rafael

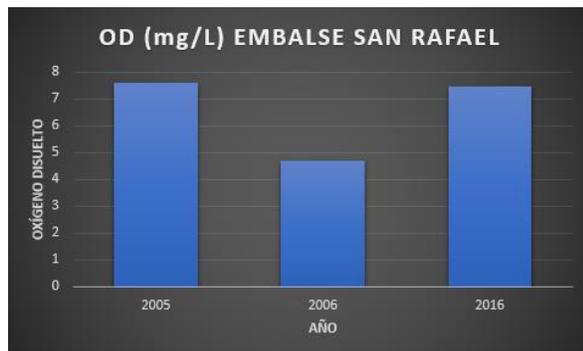


Tabla de pH a través de los años del embalse San Rafael

Año	pH
2005	7.2
2006	7.4
2012	6.64
2013	6.5
2016	6.62

Gráfico de pH a través de los años del embalse San Rafael

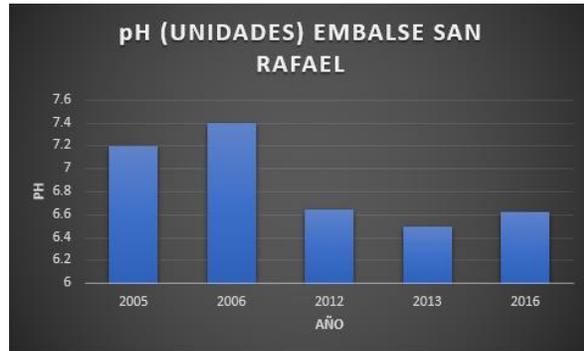


Tabla de conductividad a través de los años del embalse San Rafael

Año	Conductividad
2012	48
2013	67
2016	42

Gráfico de conductividad a través de los años del embalse San Rafael

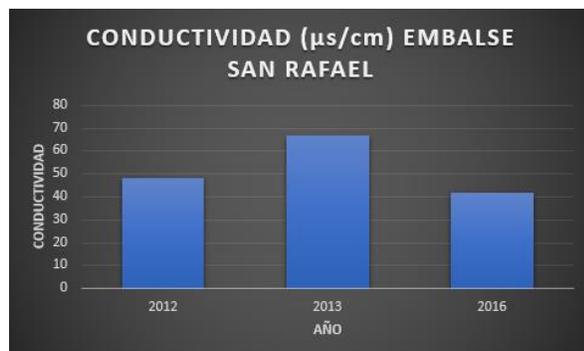


Tabla de hierro a través de los años del embalse San Rafael

Año	Hierro
2005	1.15
2006	1.47
2012	0.04
2013	0.09

Gráfico de hierro a través de los años del embalse San Rafael

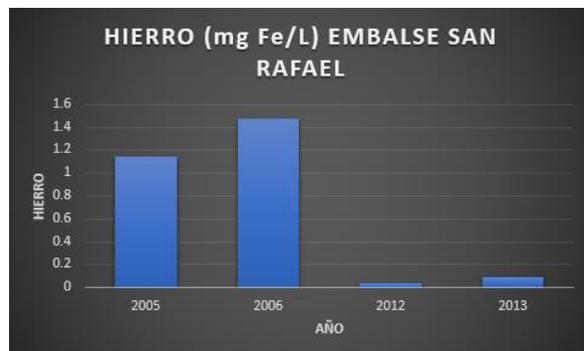


Tabla de turbiedad a través de los años del embalse San Rafael

Año	Turbiedad
2012	0.43
2013	0.72
2016	2.26

Gráfico de turbiedad a través de los años del embalse San Rafael

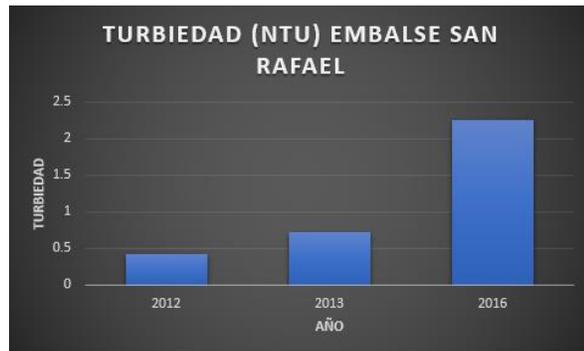
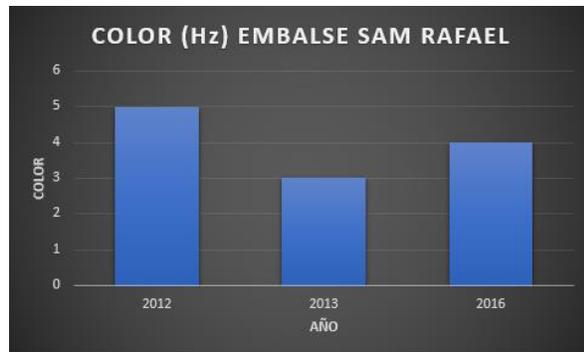


Tabla de color a través de los años del embalse San Rafael

Año	Color
2012	5
2013	3
2016	4

Gráfico de color a través de los años del embalse San Rafael



ANEXO 28.

- Matriz de conflicto embalse Tominé:
 - https://livejaverianaedu-my.sharepoint.com/:x:/g/personal/barriga_j_javeriana_edu_co/EQd8oHpo_gRDIMk-xxAtFfkB1Qc6hEskWt1tlclDQSinyQ?e=yGBc0e

ANEXO 29.

- Matriz de impacto embalse Guavio:
 - https://livejaverianaedu-my.sharepoint.com/:x:/g/personal/barriga_j_javeriana_edu_co/EbejJh1toddHrPFLCS6r5xUBi3MDf282e2mJWEGVy7jwwq?e=bAOwSD

ANEXO 30.

- Matriz de impacto embalse El Hato:
 - https://livejaverianaedu-my.sharepoint.com/:x:/g/personal/barriga_j_javeriana_edu_co/EQmuN5t2_HJD00LpVcP09P4Br9eOWMepE5Hdx59xl4soog?e=hNkbK2

ANEXO 31.

- Matriz de impacto embalse del Sisga.
 - https://livejaverianaedu-my.sharepoint.com/:x:/g/personal/barriga_j_javeriana_edu_co/EWL7aeB0qvVlpBwCwVhkStQBMK17331t9wl-VFjRxSpt_Q?e=68sdkg

ANEXO 32.

- Matriz de impacto embalse del Neusa.
 - https://livejaverianaedu-my.sharepoint.com/:x:/g/personal/barriga_j_javeriana_edu_co/ESTQgRyCcuZHu8dQvfWzudEB51y2eBPNwaTGeZlx5SahbQ?e=KFwoHP

ANEXO 33.

- Matriz de impacto embalse Chisacá-La Regadera.
 - https://livejaverianaedu-my.sharepoint.com/:x:/g/personal/barriga_j_javeriana_edu_co/EfBt3G3PfilJpyO2X4S78-oBliU9kbXto-laEOLdsEMJaA?e=b8p7my

ANEXO 34.

- Matriz de impacto embalse Chuza-Represa de Chingaza.
 - https://livejaverianaedu-my.sharepoint.com/:x:/g/personal/barriga_j_javeriana_edu_co/EW2rsbadZKRLoeQDSUOY_nEBT5JnTWzlwRwvlyMsg4C76w?e=1T250K

ANEXO 35.

- Matriz de impacto embalse del Muña.
 - https://livejaverianaedu-my.sharepoint.com/:x:/g/personal/barriga_j_javeriana_edu_co/EQzFIoFJ3rhPm0EvkXK5RrwBKw0uWFnQX1J86QQJquXLCQ?e=CeeYCy

ANEXO 36.

- Matriz de impacto embalse San Rafael.
 - https://livejaverianaedu-my.sharepoint.com/:x:/g/personal/barriga_j_javeriana_edu_co/Ea7oBzHCjdhEuMkEK9R9TF4BZlnRPYief7is6KdibPOvTA?e=3mck3n

ANEXO 37.

Tabla calidad de agua del embalse Tominé frente a la normativa.

EMBALSE DE TOMINÉ				
PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADO	AÑO DE REPORTE	NORMATIVA
TEMPERATURA	°C	18,4	2014	15

OXÍGENO DISUELTO	mg/L	6,53	2014	5
ALCALINIDAD	mgCaCO3/L	11,8	2014	200
CONDUCTIVIDAD	µs/cm	51,1	2014	1000
pH	Unidades	7,22	2014	6,5-8,5
CALCIO	mg/L	3,77	2010	60
SULFATOS	mg SO4/L	2,37	2014	250
NITRATOS	mg NO3/L	2,8	2014	10
NITRITOS	mg NO2/L	<0,01	2014	0,1
NITRÓGENO TOTAL	mg/L	0,56	2014	10
FÓSFORO TOTAL	mg/L	0,09	2014	0,025
DBO5	mg O2/L	4,81	2014	2
DQO	mg O2/L	21,7	2014	50
POTASIO	mg/L	0,886	2006	-
SST	mg/L	<3,6	2014	90
SÓLIDOS TOTALES	mg/L	42	2014	100
TURBIEDAD	NTU	5,98	2010	2
ORTOFOSFATOS	mg PO4/L	<0,03	2014	0,3
C. TOTALES	NMP 100/ml	2000	2014	1000
C.FECALES	NMP 100/ml	<1	2014	400
DUREZA TOTAL	mg CaCO3/L	14	2014	300
FOSFATOS	mg P-PO4-3/L	0,047	2010	0,5
CROMO TOTAL	mg/L	<0,06	2010	0,05
SODIO	mg/L	6,55	2010	-
ZINC	mg/L	<0,005	2010	0,05
CADMIO	mg/L	<0,005	2010	0,005
MAGNESIO	mg/L	1	2010	36
PLOMO	mg/L	<0,049	2010	0,05
ALUMINIO	mg/L	0,03	2010	0,2
MOLIBDENO TOTAL	mg MO/L	<0,010	2014	0,07
SDT	mg/L	37	2014	100
CARBONATOS	mg CaCO3/L	<3	2014	-
DIÓXIDO DE CARBONO	mg CO2/L	1,4	2014	-
GRASAS Y ACEITES	mg/L	2,5	2014	1
HIERRO TOTAL	mg Fe/L	0,79	2014	0,3

ANEXO 38.

Tabla calidad de agua del embalse Guavio frente a la normativa.

EMBALSE DEL GUAVIO				
PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADO	AÑO DE REPORTE	NORMATIVA
TEMPERATURA	°C	19,3	2015	15
pH	UNIDADES	12,8	2015	6,5-8,5
OXÍGENO DISUELTO	mg O2/L	8,9	2015	5
DBO5	mg O2/L	<2	2015	2
DQO	mg O2/L	23	2015	50
SST	mg/L	6,99	2015	90
SÓLIDOS TOTALES	mg/L	1,5	2015	100
TURBIEDAD	NTU	16,49	2009	2
CONDUCTIVIDAD	µs/cm	182,2	2009	1000
NITRITOS	mg NO2/L	0,06	2009	0.1
NITRATOS	mg NO3/L	1,3	2009	10
ORTOFOSFATOS	mg PO4/L	0,2	2009	0,3
FÓSFORO TOTAL	mg P/L	0,09	2009	0,025
C.TOTALES	NMP 100/ml	24000	2015	1000
C. FECALES	NMP 100/ml	2300	2015	400
GRASAS Y ACEITES	mg/L	<5	2015	1
SÓLIDOS SEDIMENTABLE	mg/L	2,7	2015	70

ANEXO 39.

Tabla calidad de agua del embalse El Hato frente a la normativa.

EMBALSE EL HATO				
PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADO	AÑO DE REPORTE	NORMATIVA
pH	UNIDADES	7,64	2014	6,5-8,5
CLORUROS	mg Cl/L	11,3	2002	250
SULFATOS	mg SO4/L	14,4	2002	250
C.TOTALES	NMP/100 ml	3400000	2002	1000
C.FECALES	NMP/100 ml	200000	2002	400
OXÍGENO DISUELTO	mg O2/L	6,37	2014	5
SST	mg/L	5,5	2002	90
% SATURACIÓN DE OXÍGENO	%	43,58	2006	70

FOSFATOS	mg P-PO4-3/L	0,25	2006	0,5
FÓSFORO TOTAL	mg P/L	0,082	2014	0,025
NITRATO	mg NO3/L	0,1	2014	10
NITRITO	mg NO2/L	0,06	2014	0,1
ALCALINIDAD	mg /L	67	2014	200
DBO5	mg O2/L	7,4	2014	2
SÓLIDOS SUSPENDIDOS	mg/L	8,7	2014	70
CONDUCTIVIDAD	µs/cm	68	2002	1000

ANEXO 40.

Tabla calidad de agua del embalse del Sisga frente a la normativa.

EMBALSE DEL SISGA				
PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADO	AÑO DE REPORTE	NORMATIVA
TEMPERATURA	°C	17	2004	15
OXÍGENO DISUELTO	mg O2/L	8,1	2005	5
ALCALINIDAD	mg CaCO3/L	11	2001	200
CONDUCTIVIDAD	µs/cm	22	2006	1000
pH	UNIDADES	7,34	2010	6,5-8,5
SÓLIDOS SEDIMENTABLES	mg/L	0,5	2006	70
AMONIO	ml N/L	0,11	2006	-
NITRATOS	mg NO3/L	0,01	2010	10
NITRITOS	mg NO2/L	0,688	2010	0,1
FÓSFORO	mg P/L	0,03	2006	0,025
C. TOTALES	NMP/100 ml	1600	2010	1000
C.FECALES	NMP/100 ml	2000	2006	400
DBO5	mg O2/L	<2	2006	2
NITRÓGENO AMONIACAL	mg Nh3/L	0,3	2006	5
SULFACTANTES	mg LAS/L	0,21	2005	-
HIERRO	mg Fe/L	1,28	2005	0,3
TURBIEDAD	NTU	27,6	2010	2
SST	mg/L	46	2006	90
SÓLIDOS TOTALES	mg/L	60	2006	90
DQO	mg O2/L	16	2006	50
GRASAS Y ACEITES	mg/L	<0,08	2010	1
SODIO	mg/L	6,05	2010	-

DUREZA TOTAL	mg CaCO3/L	14	2010	300
CALCIO	mg CaCO3/L	3,82	2010	60
ZINC	mg/L	0,01	2010	0,05
ALUMINIO	mg/L	0,26	2010	0,2
MAGNESIO	mg/L	1,15	2010	36
SULFATOS	mg/L	<0,5	2010	250
NITRÓGENO TOTAL	mg/L	<0,6	2010	10
CLORUROS	mg CL/L	5	2010	250

ANEXO 41.

Tabla calidad de agua del embalse del Neusa frente a la normativa.

EMBALSE DEL NEUSA				
PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADO	AÑO DE REPORTE	NORMATIVA
TEMPERATURA	°C	17,3	2011	15
CONDUCTIVIDAD	µs/cm	75	2016	1000
ALCALINIDAD	mg/L	9	2016	200
pH	UNIDADES	6,85	2016	6,5-8,5
CALCIO	mg/L	3,026	2001	60
SULFATOS	mg SO4/L	18	2016	250
NITRATOS	mg NO3/L	<1	2016	10
NITRITOS	mg NO2/L	<0,02	2016	0,1
OXÍGENO DISUELTO	mgO2/L	6,9	2015	5
DUREZA TOTAL	mg CaCO3/L	23	2016	300
TURBIEDAD	NTU	0,53	2016	2
ZINC	mg/L	<0,005	2011	0,05
CADMIO	mg/L	<0,005	2011	0,005
PLOMO	mg/L	<0,049	2011	0,05
ALUMINIO	mg/L	<10	2016	0,2
CROMO TOTAL	mg/L	0,02	2015	0,05
SST	mg/L	4	2015	90
NITRÓGENO AMONICAL	mg N-NH4/L	<0,6	2011	5
MAGNESIO	mg/L	<0,5	2016	36
CLORUROS	mg/L	26	2016	250
GRASAS Y ACEITES	mg/L	<0,08	2011	1
DBO5	mg O2/L	2	2015	2
DQO	mg O2/L	26	2011	50

FOSFATOS	mg P-PO4-3/L	<0,05	2016	0,5
C. TOTALES	NMP/100ml	73000	2015	1000
C.FECALES	NMP/100ml	5200	2015	400
COLOR	HZ	3,2	2016	15
FÓSFORO TOTAL	mg P/L	0,076	2015	0,025
HIERRO TOTAL	mg Fe/L	0,07	2016	0,3
AMONIO	mg/L	<0,05	2016	-

ANEXO 42.

Tabla calidad de agua del embalse Chisacá-La Regadera frente a la normativa.

EMBALSE CHISACÁ				
PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADO	AÑO DE REPORTE	NORMATIVA
COLOR	HZ	2	2014	15
TURBIEDAD	NTU	21	2016	2
SÓLIDOS DISUELTOS	mg/L	12	2012	90
SÓLIDOS SUSPENDIDOS	mg/L	3	2012	90
CONDUCTIVIDAD	µs/cm	45	2014	1000
pH	UNIDADES	7,33	2014	6,5-8,5
ALCALINIDAD	mg CaCO3/L	11	2016	200
DUREZA TOTAL	mg CaCO3/L	18	2014	300
OXÍGENO DISUELTO	mg O2/L	7,5	2016	5
DBO5	mg O2/L	2	2012	2
DQO	mg O2/L	23	2012	50
NITRÓGENO	mg N/L	2	2012	10
FÓSFORO TOTAL	mg P/L	0,03	2016	0,025
HIERRO TOTAL	mg Fe/L	1,02	2016	0,3
SULFATOS	mg SO4/L	1	2012	250
FOSFATOS	mg P-PO4-3/L	<0,2	2012	0,5
CLORUROS	mg Cl/L	8,05	2014	250

ANEXO 43.

Tabla calidad de agua del embalse Chuza-Represa de Chingaza frente a la normativa.

EMBALSE DE CHUZA				
PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADO	AÑO DE REPORTE	NORMATIVA
OXÍGENO DISUELTO	mg O2/L	7,5	2011	5
SATURACIÓN DE OXÍGENO	%	69,5	1988	70
TEMPERATURA	°C	11,2	2004	15
ACIDEZ	mg CaCO3/L	2	1988	-
CO2	mg CO2/L	0,88	1988	-
pH	UNIDADES	8,94	2008	6,5-8,5
DUREZA TOTAL	mg CaCO3/L	17,7	2004	300
CONDUCTIVIDAD	µs/cm	35	2011	1000
NITRÓGENO TOTAL	mg N/L	0,09	2011	10
FÓSFORO TOTAL	mg P/L	0,04	2011	0,025
NITRITOS	mg NO2/L	0,2	1988	0,1
AMONIO	mg/L	1,1	2008	-
CALCIO	mg Ca/L	4,75	2004	60
MAGNESIO	mg Mg/L	2,05	2004	36
HIERRO TOTAL	mg Fe/L	1,02	2011	0,3
CLORUROS	mg Cl/L	3,07	2004	250
SULFATOS	mg SO4/L	0,56	2004	250
ALCALINIDAD	mg CaCO3/L	11	2011	200
DBO5	mg O2/L	4	2008	2
DQO	mg O2/L	52	2008	50
SST	mg/L	14	2011	90
NIQUEL	mg/L	0,011	2008	0,4
ZINC	mg/L	0,2	2008	0,05
CADMIO	mg/L	0,0025	2008	0,005
TURBIEDAD	NTU	21	2011	2

ANEXO 44.

Tabla calidad de agua del embalse del Muña frente a la normativa.

EMBALSE DEL MUÑA				
PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADO	AÑO DE REPORTE	NORMATIVA
CLORUROS	mg Cl/L	56,73	2017	250
CONDUCTIVIDAD	µs/cm	574,5	2017	1000
DBO5	mg O2/L	130,56	2017	2
DQO	mg O2/L	266,67	2017	50

NITRATOS	mg NO3/L	2,4	2017	10
OXÍGENO DISUELTO	mg O2/L	1,23	2017	5
pH	UNIDADES	7,1	2017	6,5-8,5
SÓLIDOS TOTALES	mg/L	248	2015	90
SULFATOS	mg SO4/L	51	2017	250
TEMPERATURA	°C	15,75	2017	15
COLOR	HZ	836	2017	15
TURBIEDAD	NTU	36,37	2017	2
SST	mg/L	826	2017	90
SÓLIDOS SUSPENDIDOS	mg/L	264	2017	90
ACIDEZ	mg CaCO3/L	66	2017	-
ALCALINIDAD	mg CaCO3/L	224	2017	200
DUREZA TOTAL	mg CaCO3/L	850	2017	300
FOSFATOS	mg P-PO4-3/L	<0,05	2017	0,5
HIERRO TOTAL	mg Fe/L	1,62	2017	0,3

ANEXO 45.

Tabla calidad de agua del embalse San Rafael frente a la normativa.

EMBALSE SAN RAFAEL				
PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADO	AÑO DE REPORTE	NORMATIVA
C. TOTALES	NMP/ 100ml	1800	2016	1000
C. FECALES	NMP/ 100ml	4500	2006	400
DBO	mg O2/L	205	2006	2
NITRÓGENO AMONIAICAL	mg NH3/L	0,22	2006	5
NITRATO	mg NO3/L	0,7	2006	10
NITRITO	mg NO2/L	0,02	2006	0,1
OXÍGENO DISUELTO	mg O2/L	7,46	2016	5
pH	UNIDADES	6,65	2016	6,5-8,5
ALUMINIO	mgAl/L	0,13	2006	0,2
BORO	mg B/L	17,3	2005	0,5
CROMO TOTAL	mg Cr/L	0,04	2005	0,05
HIERRO TOTAL	mg Fe/L	0,09	2013	0,3
MANGANESO	mg Mn/L	0,05	2005	0,5
PLOMO	mg Pb/L	0,07	2005	0,05

TURBIEDAD	NTU	2,26	2016	2
COLOR	HZ	4	2016	15
CONDUCTIVIDAD	$\mu\text{s/cm}$	42	2016	1000
ALCALINIDAD	mg CaCO ₃ /L	9,1	2013	200
CLORUROS	mg Cl/L	8,37	2013	250