

GESTIÓN Y GOBERNANZA DEL AGUA EN LA CUENCA DEL RÍO BOGOTÁ
ANÁLISIS CON MINERÍA DE TEXTOS

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE MAGISTER EN GESTIÓN
DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS

PRESENTADO POR
YENNY ALEXANDRA DÍAZ GIL

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS
MAESTRÍA EN GESTIÓN DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS
BOGOTÁ, 2020

**GESTIÓN Y GOBERNANZA DEL AGUA EN LA CUENCA DEL RÍO BOGOTÁ.
ANÁLISIS CON MINERÍA DE TEXTOS**

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE MAGISTER EN GESTIÓN
DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS**

YENNY ALEXANDRA DÍAZ GIL

**Proyecto de investigación para optar por el título de
MAGÍSTER EN GESTIÓN DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS**

Director

YENNIFER GARCÍA MURCIA

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS
MAESTRÍA EN GESTIÓN DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS
BOGOTÁ, 2020

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Bogotá D.C. fecha (14, 09, 2020)

DEDICATORIA

La dedicatoria de esta investigación, comprende un sentimiento muy especial, la dedico a mi madre, quien lastimosamente no alcanzó a ser testigo físico de este trabajo, sin embargo, estoy segura de que, en nuestro plano espiritual, estuvo presente en la etapa final de este proyecto. A ella, dedico la fuerza que me acompañó en este proceso, ya que siempre desde el afecto, amor y ternura, me sembró amor por mis proyectos, esmero a la hora de ejecutarlos y profesionalismo con inteligencia en el momento de culminarlos.

Madre, en donde estés, siempre estaré orgullosa de ser tu hija. Gracias por tu forma de guiarme en nuestro trayecto de vida, lleno de sabiduría y de amor por todo y todos los que nos rodean.

Dedico este trabajo también, a mi tío, quien me acompañó en mi trayecto de vida, y quien da mi manera particular, me hacía conocer su orgullo por mis actitudes y manera de proyectar mi vida.

A Él, dedico también el amor por este proyecto, quien, en esta misma etapa, siguió la huella de mi madre, acompañándola también en 'el cielo'.

Dedicatoria también, para mi tía, quien, de una u otra forma, siembra en mí fortaleza, empeño y amor.

A ella, dedico, la fuerza entrañal, que día a día me transmite desde el amor.

Dedicatoria a mi pareja, por ser ese gran apoyo, y quien, con su expresión de amor particular, ha entregado su mejor sentimiento en mi proceso de seguir adelante y fortaleciéndome como persona.

Pascual, fuiste una mascota inigualable, dejaste una hermosa huella en mi existir, hoy, también acompañas al resto de mi familia en el cielo, por siempre serás amado y parte de nuestra familia "chiquita".

Dedico mi trabajo, hacia mi pequeña pero hermosa familia, que, aunque somos pocos, nuestros lazos son tan fuertes, que sostienen mi existencia.

AGRADECIMIENTOS

La actitud de agradecer, va mucho más allá de sentir gratitud hacia algo o alguien. Es por esto que quiero retribuir y reconocer a mi madre, a mi pequeña familia en general, ya que me apoyaron en gran manera en toda mi labor profesional y personal, y que hoy se ve reflejada de diferentes formas. Una de esas, es el compromiso con el presente trabajo, lo que permitió llegar a los resultados obtenidos.

A mi pareja, que me ha apoyado tanto momentos álgidos como insulsos de mi vida. Gratifico también a mi directora de tesis, quien, con su labor, compromiso y comprensión, me permitió llegar a este punto en el que hoy, puedo corresponder a este esmero y sentimiento de satisfacción, desencadenado así este sentimiento de gratitud, ya que el lazo creado, permitió mostrar facetas académicas, profesionales y personales.

TABLA DE CONTENIDO

LISTADO DE FIGURAS.....	14
Listado de tablas	15
ANEXOS	16
1. INTRODUCCIÓN.....	3
3. JUSTIFICACIÓN	2
4. OBJETIVOS	4
OBJETIVO GENERAL	4
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
4. MARCO TEÓRICO.....	4
4.1 ESTADO DEL ARTE	4
4.2 MARCO CONCEPTUAL.....	12
Recurso hídrico y Gobernanza del agua.....	12
Minería de textos y minería de datos.....	16
Minería de textos	16
Software para el análisis de minería de textos	19
4.3 MARCO LEGAL	26
6. METODOLOGÍA.....	32
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	32
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	49
Caracterización de la información generada en torno a la gestión del	
recurso hídrico de la cuenca del río Bogotá.....	49
- Obtención de información.....	51
Clasificación de la información	51
Limpieza del ruido.....	52
Dimensiones de la gobernanza del agua	55
Dimensión social:.....	56
Dimensión política:.....	60
Dimensión económica:.....	61
Calidad de agua en la cuenca del río Bogotá	67
Gestión del recurso y gobernanza de agua.....	79
Principios de Gobernanza del Agua aplicables para la cuenca del río	
Bogotá.....	84

8. CONCLUSIONES.....	90
BIBLIOGRAFÍA	95

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Gobernanza del Agua. Fuente: (OCDE, 2015) Water governance in OEDC, a multi – level approach, OECD.	13
Figura 2. Visión general de los principios de Gobernanza del Agua de la OCDE. 14	
Figura 3. Actividades que deben realizarse para una información eficiente basada en minería de textos. Tomada de OPEN MINING INFRASTRUCTURE, 2018, (Chang, et al., 2018).	18
Figura 4. Cuenca del río Bogotá. Tomada de own work, using VMAP0 SRTM3 USGS (2004), Shuttle Radar Topography Mission, 3 Arc Second, Filled Finished, University of Maryland (Global Land Cover Facility, www.landcover.org . (VMAP0 SRTM3 USGS , 2004)	33
Figura 5. Representación gráfica de los sectores de las cuencas alta, media y baja de la cuenca del río Bogotá. Tomado de (Barón, 2012) y (Programa CAR-BID. Corporación Autónoma Rgional de Cundinamrca, 2016)	34
Figura 6. Sectores que componen la cuenca hidrográfica del río Bogotá. Tomado de (CAR, 2006).	35
Figura 7. Vista del software Reduce PDF size, para reducir el tamaño de los documentos	39
Figura 8. Vista del software PDFsam 4.5, para dividir los documentos en tamaño de megas y/o gigas adecuado.....	39
Figura 9. Vista del diccionario personalizado desde Meaning Cloud	40
Figura 10. Documentos CSV generados para cada parte dividida de los documentos	42
Figura 11. Documento CSV creado de cada una de las partes divididas.....	44
Figura 12. Análisis porcentual dimensiones contempladas en la gestión del recurso hídrico.....	44
Figura 13. Valoración porcentual del análisis.	45
Figura 14. Definición principios de gobernanza del Agua aplicados a la cuenca del río Bogotá.....	48
Figura 15. Definición del consenso	49
.Figura 16. Información obtenida.....	51
Figura 17. Clasificación de la información	52
Figura 18. Información limpia para el análisis	53

Figura 19. Comportamiento de las temáticas principales, abordadas en las investigaciones sobre la cuenca del río Bogotá a lo largo del tiempo	55
Figura 20. Gráfica de valores para la información de Gobernanza del agua, en términos de dimensiones.....	56
Figura 21. Temáticas de mayor relevancia en la dimensión social	58
Figura 22. Otras temáticas de relevancia en la dimensión social.....	59
Figura 23. Temáticas de mayor relevancia en la dimensión política	61
Figura 24. Temáticas de mayor relevancia en la dimensión económica	62
Figura 25. Temáticas de mayor relevancia en la dimensión de sostenibilidad ambiental.....	65
Figura 26. Demás temáticas de relevancia en la dimensión de sostenibilidad ambiental.....	67
Figura 27. Variables Involucradas en el Cálculo del ICA. IDEAM - 2011	68
Figura 28. Descriptores de Calidad del ICA. Fuente, IDEAM – 2011.....	69
Figura 29. Distribución de resultados para la Cuenca Alta del río Bogotá	73
Figura 30. Distribución de resultados para la Cuenca Media del río Bogotá.....	74
Figura 31. Distribución de resultados para la Cuenca Baja del río Bogotá.....	75
Figura 32. Índices de calidad del agua analizados. Elaboración propia	77
Figura 33. Resultado del análisis de componentes principales, conexión entre sí.....	80
Figura 34. Resultado del análisis de componentes principales. Información sobre la cuenca del río Bogotá.....	80
Figura 35. Análisis de agrupamiento entre calidad y temáticas de gobernanza del agua. Distancia Euclidiana: coeficiente de correlación 0.92.....	84
Figura 36. Evaluación de los Principios de Gobernanza del Agua en la Cuenca del río Bogotá.....	85

Listado de tablas

Tabla 1. Relación de información del marco legal.....	27
Tabla 2. Vista del software creado para realizar el análisis desde Meaning Cloud.....	40
Tabla 3. Descriptores simplificados del ICA, valores obtenidos para los tres sectores de la Cuenca el río Bogotá	69
Tabla 4. Promedios para los descriptores simplificados del ICA, para cada uno de los años disponibles, cuenca Alta.	72
Tabla 5. Promedios para los descriptores simplificados del ICA, para cada uno de los años disponibles, cuenca Media.....	73
Tabla 6. Promedios para los descriptores simplificados del ICA, para cada uno de los años disponibles, cuenca Baja	74
Tabla 7. Síntesis de Tópicos más relevantes. Elaboración propia	79
Tabla 8. Tabulación de los resultados de la evaluación de cada principio	84

Tabla 9. Síntesis de la evaluación de los principios de gobernanza del agua aplicados a la cuenca del río Bogotá.....	86
---	----

ANEXOS

ANEXO 1

Información de las encuestas para definir la gobernanza del agua en la cuenca del río Bogotá (con base en OCDE, 2018).

ANEXO 1

Carta para la plataforma Meaning Cloud, solicitud de créditos ilimitados, con fines investigativos.

RESUMEN

La cuenca del río Bogotá es el eje de ordenamiento territorial del departamento de Cundinamarca, ha sido intervenida y afectada negativamente por años; es necesaria la implementación de acciones para la gestión integral del recurso hídrico, con el fin de asegurar su viabilidad hacia futuro. El presente artículo aborda el análisis de la información generada sobre la gestión del recurso hídrico durante los últimos diez años en la cuenca del río Bogotá a través de minería de textos, para articular con temas y fundamentos de gestión del agua. Durante los últimos años, se ha generado investigación sobre temas de interés relacionados con la gestión del agua en la cuenca del río Bogotá como la calidad de agua y monitoreo, riesgo por inundaciones entre otros, que sirva para dar solución a la problemática ambiental que por años ha sufrido, sin embargo, aún hay una escasa apropiación social de ese conocimiento por parte de la comunidad en general y de las entidades responsables de la toma de decisiones.

Palabras clave

Gestión del recurso hídrico, Cuenca del río Bogotá, Análisis de información, Minería de textos, Meaning Cloud, Minería de datos, Calidad del agua.

ABSTRACT

Bogotá river basin is the axis of territorial ordering of the department of Cundinamarca, it has been intervened and negatively affected for years. it is necessary to implement actions for the integral management of the water resource, in order to ensure its future viability. This article deals with the analysis of the information generated on the management of water resources during the last ten years in Bogotá river basin through text mining, to articulate with themes of water management. In recent years it has been generated research of interest related to water management in Bogotá river basin, such as water quality and monitoring, flood

risk, which serves to provide a solution to the environmental problem that for years has suffered, however, there is still a shortage social appropriation of this knowledge by the community in general and by the entities responsible for making decisions.

Key words

Water resource management, Bogota river basin, information analysis, text mining, Meaning Cloud, Data mining, Water quality.

1. INTRODUCCIÓN

La cuenca del río Bogotá está conformada por 46 municipios, incluido el Distrito Capital y es el eje de ordenamiento territorial del departamento de Cundinamarca, sin embargo, ha sido intervenida y afectada negativamente por años. Dentro de los planes del Gobierno regional y nacional, es considerada una de las más importantes del país; por lo tanto, es necesaria la implementación de acciones para la gestión integral del recurso hídrico, con el fin de asegurar su viabilidad hacia futuro.

De acuerdo con el IDEAM 2019 (MinAmbiente - OCGA, 2014), el consejo de estado como uno de los máximos tribunales del país, emitió la Sentencia sobre la descontaminación del río Bogotá en el 2014 , como resultado de la catástrofe ambiental, ecológica, económica y social en la cuenca, producto de la alta contaminación del recurso hídrico, producida por las malas prácticas industriales, agropecuarias, domésticas, el mal manejo de los residuos y las basuras. En dicha sentencia se ordenó la implementación de medidas para la descontaminación del río, con el fin de mejorar a futuro y proteger la cuenca; busca recuperarla por medio de una gestión integral, a través de acciones ambientales, sociales, económicas e institucionales, promoviendo la articulación y la coordinación interinstitucional y la profundización de los procesos educativos.

La gestión integral del recurso hídrico, está muy relacionada con la temática de gobernanza del agua que se fundamenta en la participación de la comunidad, de esta manera, articula los diferentes actores sociales, culturas, saberes, instrumentos normativos en contextos sociopolíticos, económicos y ecológicos para la toma de decisiones (IDEAM Y MADS, 2013). Según el Ministerio de ambiente y Desarrollo sostenible (2019), uno de los aspectos más importantes en la construcción de un diálogo de saberes, que en últimas es lo que propone la gobernanza del agua, es lograr definir como esta puede contribuir a la articulación de los diferentes actores (sociales, gubernamentales, académicos) para la gestión del territorio; teniendo el agua como eje central de articulación social y territorial.

En la presente investigación se presenta el análisis de la información generada sobre la gestión del recurso hídrico durante los últimos diez años en la cuenca del río Bogotá relacionada con las temáticas principios y fundamentos de gobernanza del agua; adicionalmente, se realizó un acercamiento con actores de la zona de interés para revisar los principios de gobernanza aplicables y detectar las principales falencias en estas temáticas. La evaluación de cada uno de los principios, evidenció que la zona de estudio, cuenta con la atención de las partes a las que le compete su cuidado, conservación y protección, pero de manera paralela, existen puntos en los que se requiere mayor atención, como, por ejemplo, un involucramiento de las partes interesadas más eficiente, fortalecimiento en la temática de capacitaciones entre otros aspectos.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La cuenca del río Bogotá, es el eje de ordenamiento del departamento de Cundinamarca, sin embargo, presenta una degradación importante en gran parte de sus componentes físicos y bióticos relacionados principalmente con la contaminación de sus aguas. Esta problemática ha sido causada entre otras razones, por los vertimientos de aguas residuales domésticas provenientes de la ciudad de Bogotá y municipios aledaños. Históricamente, el río Bogotá significó para los pobladores de la cuenca, un referente de integración social, económico y cultural, sin embargo, hoy en día la contaminación ha generado pérdida del sentido de pertenencia y desintegración social en las comunidades (Mayorga, 2014), ya que el estado actual de la cuenca, disminuye en los pobladores, la apropiación de los recursos físicos y biológicos que la componen, lo que implica, que su buen estado y conservación, sean la prioridad de la comunidad en general. Como cuenca priorizada por el Consejo de Estado, la zona cuenta con gran cantidad de estudios de tipo social, ambiental y productivo, aun así, la apropiación de ese conocimiento por parte de las comunidades que se desarrollan en torno al río, no se ha dado de manera efectiva. Teniendo en cuenta lo anterior, surge por parte de la Maestría en Gestión de Cuencas Hidrográficas, la iniciativa de crear en el año 2018, una plataforma de información ambiental administrada por la Universidad Santo Tomás, “el observatorio de la cuenca del río Bogotá OCRB” como herramienta tecnológica para promover la gobernanza del agua, funciona como un sistema de información pública de la cuenca, aportando a la difusión de conocimiento y a su apropiación social. Para el desarrollo de aquel proyecto, se construyó una base de datos con información de documentos de carácter académico (tesis de pregrado y posgrado), científico, del sector social (ONG’s) y el sector gubernamental que se han generado en torno a la cuenca durante los últimos diez años. Un análisis preliminar de la información recopilada, permitió definir que uno de los temas de mayor interés es la gestión integral del recurso hídrico, debido a que según la Política Nacional para la gestión integral del recurso hídrico (MADS, 2010), es un tema importante que

permite definir estrategias para el uso y aprovechamiento eficiente del agua, promover el manejo del recurso por parte de las autoridades y los usuarios, prevenir o disminuir la contaminación hídrica, considerando la armonización de los aspectos sociales, económicos y ambientales y, desarrollar instrumentos económicos y normativos, en últimas, promover la gobernanza del agua.

Con base en lo anterior, el presente proyecto de investigación, pretendía realizar un análisis de la información generada por distintos sectores académicos, sociales y gubernamentales durante los últimos diez años sobre la gestión del recurso hídrico y sobre la calidad de agua, usando la técnica de minería de textos, que permite extraer datos precisos y relevantes sobre un texto o estructura de datos textual, para generar nuevo conocimiento (Arias, et al C., 2016). Adicionalmente, establecer relaciones con los principios de gobernanza definidos por la (OCDE, 2015) y el uso del marco de indicadores desarrollado por esta organización en el año 2018, para evaluar la situación actual de los marcos de políticas, instituciones e instrumentos relacionados con la gobernanza del agua para la cuenca del río Bogotá.

Se plantean la siguiente pregunta de investigación

¿Cuál es la situación actual de la cuenca del río Bogotá en relación con los principios de gobernanza del agua?

3. JUSTIFICACIÓN

De acuerdo con (Colciencias, 2010), la apropiación social del conocimiento es un proceso intencionado de comprensión e intervención de las relaciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad, construida a través de la participación activa de los diversos grupos sociales que generan conocimiento. Está constituido por una red en la que participan grupos sociales, personas que trabajan en ciencia y tecnología y ciudadanos; para llevar a cabo este proceso, es necesario realizar mediaciones con el fin de establecer articulaciones entre los distintos actores; es un proceso importante pues promueve el empoderamiento social a partir del

conocimiento y tiene un impacto en cuanto a la realización de un trabajo colectivo a partir de intereses comunes. La Universidad de Antioquia (Vicerrectoría, 2013) explica que uno de los objetivos de la realización de investigaciones por parte de las instituciones de educación superior, es el intercambio sistemático de los investigadores con la sociedad, para enriquecer las decisiones sobre prioridades y pertinencia de la investigación, y por supuesto, para orientar y promover la difusión de los resultados. En la práctica, este proceso se queda corto al confundir la apropiación con la difusión, divulgación o diseminación; para lograr un verdadero avance en este tema, es necesario desentrañar las claves de un conocimiento para su uso práctico, en un contexto de ciencia, tecnología e innovación, para lo cual se requiere que la comunidad, en función de sus valores y necesidades ejerza la capacidad para apropiarse y aprovechar el conocimiento, tanto en lo tradicional, como en lo científico y tecnológico. En este sentido, la presente investigación, buscó realizar un análisis exhaustivo y riguroso de la información disponible sobre el recurso hídrico y sobre calidad de agua, para que la comunidad, pueda aprovechar este conocimiento, y usarlo de manera efectiva, Y así, generar un marco de indicadores para evaluar el avance en la temática de gobernanza del agua teniendo en cuenta las políticas que definen el marco regulatorio, las instituciones y demás actores involucrados y los instrumentos necesarios para su implementación, que se contemplen en los principios de gobernanza del agua definidos por la (OCDE, 2015). Bajo este contexto, la minería de textos se convierte en una herramienta útil para extraer la información más relevante oculta en un amplio volumen de información, ya que de acuerdo con (Arias, et al C., 2016), esta técnica sirve para la extracción información implícita, desconocida y potencialmente útil para análisis posteriores.

4. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Analizar la gestión y gobernanza del agua en la cuenca del río Bogotá.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Caracterizar el tipo de información que se ha generado en torno a la gestión del recurso hídrico de la cuenca del río Bogotá.
2. Establecer relaciones entre la información caracterizada y los principios de gobernanza del agua
3. Evaluar los principios de gobernanza del agua en la cuenca del río Bogotá.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 ESTADO DEL ARTE

Gobernanza del agua:

Para el tema de gobernanza del agua, se encontraron a nivel nacional, estudios de suma importancia, que permiten realizar un acercamiento de manera más precisa, sobre la gestión del agua en Colombia, los más relevantes se mencionan a continuación:

Según (Rodríguez, 2012), el enfoque integral para la gestión del agua que incluya la temática de gobernabilidad es aún incipiente; las presiones sobre la oferta hídrica en el país se derivan del uso, del aprovechamiento, de la administración y demandas por parte de las diferentes organizaciones gubernamentales y no gubernamentales, los sectores productivos y de servicios públicos, sociedad civil, organismos de cooperación internacional y demás agentes involucrados, los cuales se inclinan para actuar de acuerdo a sus propios intereses y convicciones; es por esto y por otras situaciones observadas en su investigación que plantea que aún después de los avances, hay una crisis de gobernabilidad sobre el agua, expresada

en términos del desconocimiento, de la experiencia y el contexto internacional, la descoordinación y la dispersión de la política del agua, el desconocimiento de las diversas formas locales de gobierno, la percepción errada sobre la abundancia y la riqueza hídrica que se tiene a nivel nacional y el desinterés al ignorar las diferentes presiones que se ciernen sobre la riqueza hídrica.

(Mesa y García, 2013), en su estudio sobre la gobernanza del agua en la sabana de Bogotá, describe el Programa de la era del agua, como proyecto estratégico, el cual viene contribuyendo de manera crítica, sensible y reflexiva, teniendo en cuenta las diferentes dimensiones, en la gestión integrada del agua, en donde se han multiplicado esfuerzos para la constitución de un modelo colaborativo intersectorial, con la participación de los diferentes actores de las cuencas, para crear alianzas entre los entes gubernamentales y territoriales, el sector productivo, la comunidad y la academia; con el fin de que se genere un ambiente óptimo para la creación de alternativas interdisciplinarias consensuadas y viables, para la construcción de una cultura sostenible del agua, del patrimonio natural y social, que fortalezca las instituciones y afiance a las comunidades, hacia mejores prácticas de gestión, ordenación y administración de las fuentes de agua, la gestión del riesgo, la salud pública y la calidad de vida de los habitantes de la sabana de Bogotá.

Según Gustavo Correa Assmus, (Correa A., 2015), el acceso al agua no es solamente un tema de redes de abastecimiento con énfasis urbano, sino también una problemática de tenencia del recurso con un mínimo de calidad, equidad y participación política en su gobernabilidad, que constituye un panorama de diálogo socioinstitucional, libre de preconcepciones sociales, económicas, ambientales y geográficas; que permite la construcción del desarrollo social en el interior de un marco de oportunidades viables para las personas y la sociedad, esto, partiendo de una investigación que buscó establecer el estado de la gobernanza nacional del agua basada en eventos que establecen estándares de evaluación en torno al desarrollo social.

Para el año 2016, en la Revista Republicana (Motta, et al, 2016), publica su investigación enfocada en el análisis del proceso social y jurídico que han desarrollado las comunidades ambientales de la ciudad de Bogotá, en el que han participado en el tema de la gobernanza del agua, con el intento de gestionar de manera integral las fuentes hídricas. En su investigación basada en la revisión documental descriptiva de estudios de participación ciudadana en Bogotá; habla particularmente de los Cabildos para la Gobernanza del Agua (CGA) y concluye, que estos, tienen como antecesores históricos, los movimientos sociales y cívicos que se originaron en los años noventa, con el fin de defender sus territorios, maltratados por la problemática ambiental, la expansión urbana, la invasión de la ronda de los ríos y el mal manejo de los desechos industriales y tóxicos. La política pública en Bogotá D.C. del 2012, de gobernanza del agua, ha tratado de incluir la participación ciudadana con los CGA, los cuales han tenido incidencia en el manejo y gestión de los sistemas hídricos sobre los que están asentadas las comunidades. Por ende, experiencias de algunos movimientos sociales, la instalación y desarrollo de CGA, no son suficientes, para lograr una plena gestión del recurso hídrico, por lo tanto, se hace necesaria una buena gobernanza del agua, con el fin de lograr principalmente el liderazgo de las comunidades y la búsqueda del consenso de todos los actores intervinientes, que permita generar políticas públicas con justicia social en la gestión del agua.

En términos de gobernanza del agua y de manera puntual (Gutierrez , 2018), realiza un modelo de gobernanza y gestión, para la cuenca del río Cuja, en el departamento de Cundinamarca, a partir de la caracterización de la misma, teniendo en cuenta sus aspectos sociales, ambientales, económicos e institucionales ya que son los pilares de la gestión Integrada del Recurso Hídrico y de Desarrollo Sostenible, abarcando así, estos temas en la zona entre los municipios de Arbeláez, Fusagasugá y Pasca, al suroccidente del departamento de Cundinamarca, que es donde se encuentra ubicado el río; en dicha caracterización, obtuvo que el 70% de la población se encuentra en la parte rural, inclinada por la vocación agrícola de los

municipios, una de las actividades económicas principales de la zona. Se plantearon una serie de estrategias para cada uno de los ejes siguiendo objetivos que garantizaran el desarrollo sostenible por medio del análisis de una matriz DOFA (Debilidades, oportunidades, Fortalezas y Amenazas), en donde se pudieron proponer 17 acciones que tuvieran como fin aprovechar los potenciales y desafíos, superar limitaciones y riesgos presentes en la cuenca. El autor menciona que la gobernanza y la gestión del agua, depende de tres ejes principales: La gestión de la demanda, la toma de decisiones concertada y efectiva y la autogestión y gobernanza local, además, resalta a la mujer como elemento clave para el desarrollo de cada uno de los ejes del modelo, y la necesidad de inversión en cada uno de estos ejes, como elemento central para su desarrollo, subrayando, una articulación desde lo local a lo nacional.

Por otro lado, (Bocarejo , 2018), en su debate de gobernanza del agua, a partir de una reflexión, afirma de manera explícita desde el relato del historiador Jaime Linton, que el agua es lo que hacemos de ella día a día, y determina que la gobernanza del agua acoge de manera amplia el tema de la formulación, el establecimiento y la implementación de políticas, legislación e instituciones asociadas a la gestión del agua, y a la clarificación de las funciones y responsabilidades del gobierno, la sociedad civil y el sector privado, teniendo en cuenta su relación con los recursos y servicios hídricos. Adicionalmente, menciona que la gobernanza del agua se construye sobre las premisas de diferentes tipos de abstracciones, incluyendo las articulaciones entre la sociedad civil y el estado, entre los sectores públicos y privados, o el lenguaje de los recursos y servicios; finalmente define la gobernanza del agua así: “esencialmente, quién recibe qué agua, cuándo y cómo, y quién tiene derecho al agua y servicios relacionados y sus beneficios”.

Aplicación de la minería de datos y textos:

En el año 2013 (González, 2013), precisó sobre los diferentes softwares disponibles a la hora de realizar minería de textos, con el fin de emplear diferentes técnicas de

clasificación, aplicadas a datos medioambientales obtenidos por el Centro de Andaluz (España); realizó una comparación detallada de las diferentes técnicas, inclinándose por el software WEKA, que usa diferentes clasificadores que arrojan resultados como medidas probabilísticas para muestras cuantitativas, clasificadores complejos compuestos, que se obtienen mediante de composición de clasificadores simples o que incluyen procesamiento de datos y árboles de decisión, que permiten visualizar la clasificación de un conjunto de datos, entre otros.

A su vez, (Contreras, 2014) menciona diferentes aplicaciones de la minería de textos, tal es el caso de Max Haeussier, investigador de la Universidad de California, que utilizó documentos científicos de las bases de datos de Elsevier para extraer información sobre el ADN de cerca de tres millones de artículos para realizar el mapa del genoma humano; aplicaciones en el área de la biomedicina para el reconocimiento de compuestos químicos y medicamentos, extracción de drogas y sus efectos; determinación de reacciones enzimáticas, clasificación de mutaciones y proteínas asociadas con el cáncer. Hasta su aplicación en agencias de gobierno y de seguridad, para reconstruir las advertencias terroristas y otras amenazas de seguridad, el monitoreo de redes sociales, inteligencia de negocios, entre otros. Teniendo este estudio en conocimiento, sin dudas, se puede indicar, que la minería de textos, es una herramienta que no encasilla temáticas ni investigaciones puntuales, si no que se adapta al interés de los investigadores y de los requerimientos de cualquier proyecto.

(Corrales, et al., 2015.), en su trabajo, *Towards Detecting Crop and Pest by Supervised Learning*, menciona los nuevos esfuerzos de investigación enfocados a la predicción de plagas y enfermedades en cultivos como el arroz, el maíz, el café, el mango, el maní y el tomate, haciendo uso de algoritmos de aprendizaje supervisado, que arrojen un mejor rendimiento para la agricultura, como por ejemplo, las condiciones climáticas como el mínimo y el máximo de T° , los niveles de T° , la humedad, los días de lluvia; que pueden ayudar a estimar el comportamiento y momento de la cosecha para los cultivos. Todo esto utilizando

conjuntos de datos y asignando atributos, usando la técnica de minería de datos. Esta técnica, clasifica los datos, de acuerdo con los atributos asignados. Además, proponen combinar clasificadores para detección de enfermedades y plagas en los cultivos colombianos, con el fin de aumentar la precisión de los resultados por medio del uso de técnicas de métodos en conjunto.

En el estudio realizado por (CONSULTORÍA AMBIENTAL, EVALUACIÓN Y VIGILANCIA AMBIENTAL, I+D AMBIENTAL., 2016), se habla de manera específica sobre los grandes volúmenes de información o “*Big Data*”, información que puede ser estudiada a través del uso de parámetros, medición y control de la evolución de dicha información, diseño de redes y el desarrollo de nuevas herramientas como el *data mining* o minería de datos, que permite extraer a partir de grandes volúmenes de datos e información, conclusiones sencillas y confiables. En el estudio se menciona que el objetivo de esta técnica, es la obtención de conocimientos prácticos, a través de la ejecución de un análisis sencillo en tiempo real, que permite detectar patrones de comportamiento, así como la generación de predicciones, dándole importancia no tanto a la cantidad de datos sino a la gestión, análisis y estudio de dicha información. Se menciona, además, sobre la implementación de la minería de datos, para el análisis de información de carácter ambiental en sectores como el control de la calidad del aire, que ha permitido estudiar evoluciones, realizar previsiones, analizar escenarios o detectar fuentes cercanas de emisión; análisis de datos meteorológicos o de control de tráfico, prevención y detección de incendios forestales, entre otros usos. Adicionalmente, señalan, los usos potenciales en temas de interés como la gestión del ciclo del agua, aplicable en potabilización y consumo, gestión de vertimientos y tratamientos, adaptado a las necesidades puntuales de una zona o lugar.

En el año 2016, (Moreno, 2016), realiza un estudio basado en un análisis de minería de datos, para la extracción de conocimiento por medio de bases de datos, enfocado en el sector de la economía, y la posible aplicación de estos métodos, para

encontrar patrones matemáticos que permitan generar nuevas estrategias de mercadeo.

(Torre, 2017), en su investigación basada en Nuevas técnicas de minería de textos, menciona diferentes técnicas aplicables al mundo real, tales como la web semántica, redes sociales, filtrado de emails, personalización de perfiles web, publicaciones digitales, minería de redes sociales para aplicar teorías sociales, detecciones de comunidades web, aplicaciones dirigidas a sitios como twitter, análisis de redes sociales como sentimientos u opiniones, encuestas de opinión, detección de puntos calientes en foros y realización de pronósticos, detección automática de comportamiento antisocial en textos, métodos de síntesis y de organización, extracción de ideas útiles, minería sobre “*Thesarus*”, fuentes de código abierto para realizar minería sobre Wikipedia, entre otras, lo que hace el análisis de minería de textos único y diferente. Con gran acogida en el mundo empresarial y científico por su capacidad para encontrar información, relaciones y patrones, que pueden ser utilizados para diferentes fines.

(López, et al., 2017), presentan la evaluación de la calidad ambiental en la Cuenca del río Negro en Cundinamarca y tributarios del río Bogotá, integrando variables de calidad del agua y precipitación, usando la técnica de minería de datos, estableciendo funciones y descripción de variables analizadas, con el fin de realizar acciones de intervención a corto plazo en la cuenca. Usaron un método combinando de observación real, el conocimiento de una situación empírica, compleja y el razonamiento inductivo, para luego derivar dicho conocimiento a partir de fenómenos particulares y conocimientos ya obtenidos y así establecer propuestas a partir de casos reales. Los datos fueron tomados de las estaciones climatológicas de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR); obtuvieron resultados que mostraron que la minería de datos aplicada al análisis de las variables de calidad del agua y precipitación en la cuenca, puede ayudar en la comprensión de patrones de comportamiento, extraer atributos, describir datos significativos, con los cuales se pueden identificar acciones en los cuerpos de aguas

especialmente en las cuencas media y baja, debido a la presión antrópica y a la evidente alteración en la calidad ambiental en el río, y estableciendo una estrategia de optimización de los sistemas de tratamientos de aguas residuales relacionados con aspectos de sensibilidad y adaptabilidad a la tecnología a implementar.

(Martín, 2018), propone una estrecha relación entre la *Big Data*, Inteligencia Artificial (AI) y las temáticas relacionadas con el medio ambiente; haciendo uso de nuevas herramientas, en temas como el cambio climático, la escasez de agua, el uso indebido de la energía, entre muchos más; menciona el caso del Dr. Jhon Snow en 1845, quien usó grandes cantidades de información (actualmente conocido como *Big Data*) e información de posición geográfica, para ubicar brotes de cólera por pozos de agua contaminada; por medio de datos de pozos, fosas sépticas y direcciones de personas afectadas y no afectadas. En términos generales, muchos problemas ambientales implican la obtención de gran cantidad de datos e información, que pueden ser analizados a través de minería de textos ya que la técnica permite procesar grandes volúmenes de información.

Para (Valenzuela, 2018), el conjunto de datos que se obtienen día a día por medio de dispositivos electrónicos como móviles, computadoras, geolocalizadores, sensores, entre otros, proporciona una gran oportunidad para a partir de toda esta información, buscar, diseñar o generar soluciones a los crecientes problemas medioambientales; generando un gran potencial de uso de la minería de datos y textos en el sector ambiental. El autor menciona iniciativas como el *Global Forest Watch*, que se está implementando en Papúa, Nueva Guinea, en donde a través del análisis de *Big Data* y la minería de datos y textos, se vigila la deforestación de los bosques, la tala ilegal, los incendios provocados, organización de distribución de tierras, planificación de su uso, entre otras aplicaciones.

4.2 MARCO CONCEPTUAL

Recurso hídrico y Gobernanza del agua

La Organización para la cooperación y el desarrollo económico (OCDE, 2015), menciona varias razones por las cuales es necesario dar importancia al sector hídrico. Vale la pena citar por ejemplo, la relación de lugares y personas que comparten fronteras hidrológicas; el agua como sector que requiere mayor atención e inversión, como agente de gran importancia en los sectores como la salud, el medio ambiente, la agricultura y la energía, por lo que implica grandes desafíos en cuanto a quien debe gestionarlo, qué se debe hacer, a qué nivel de gobierno y qué estrategias implementar para un uso más consciente de este recurso (OCDE, 2015). En este sentido, es necesario incluir en la temática de la gestión, la gobernanza del agua (Ver Figura 1) como estrategia para mejorar dicha gestión.

En la gobernanza del agua, se hace referencia a un conjunto de sistemas políticos, legales, sociales, económicos, institucionales y administrativos, que están enfocados en el seguimiento del desarrollo y la gestión integral de los recursos hídricos, que tiene como fin, propender por el bien común, por lo tanto, indicar un significado puntal y preciso, quedaría corto. En este sentido, el tema de gobernanza del agua, busca integrar de manera activa, la participación social, la articulación y la organización de diferentes culturas y actores (IDEAM Y MADRS, 2013).

Según el Observatorio Colombia de Gobernanza del agua, (PNUD, 2006), al incluir la dimensión social, se pretende generar igualdad en cuanto a la distribución y el acceso al agua; teniendo en cuenta la cantidad de agua de la que se dispone, su calidad en los aspectos vinculados a la salud y las oportunidades de sustento de las actividades socioeconómicas en el contexto urbano y rural. De acuerdo con el (PNUD, 2006), 1.100 millones de pobladores padecen de insuficiencia en cuanto al acceso de agua potable y constante y 2.600 millones de pobladores no cuentan con saneamiento básico, por otro lado, es bien sabido que gran parte del agua es utilizada en la industria de alimentos, lo cual beneficia a las grandes empresas

agrícolas, estando así, en desventaja los pequeños agricultores que no son poseedores de terreno. Dado todo lo anterior, con la gobernanza del agua se busca equilibrar dicho acceso, para que el recurso hídrico beneficie a muchos más pobladores de manera equitativa y, por tanto, mejorar el bienestar a todos los pobladores.

Marco de Gobernanza Multinivel: Mind the Gaps, Bridge the Gaps



Figura 1. Gobernanza del Agua. Fuente: (OCDE, 2015) Water governance in OEDC, a multi – level approach, OECD.

En este marco de gobernanza, la efectividad, la eficiencia, la confianza y participación, son las bases para la creación de políticas públicas tangibles y orientadas a la obtención de resultados, de donde se desprenderán estrategias que las refuerza y complementa, ya que no hay una solución universal para los desafíos que se presentan alrededor del manejo adecuado del recurso hídrico, sino que por el contrario, se tienen una serie de normas ajustadas a los sistemas legales de cada país, lo que hace que la gobernanza del agua, sea adaptada para cada situación y lugar (OCDE, 2015).

Bajo el principio de efectividad es necesario tener en cuenta unos roles y responsabilidades claros, la definición de escalas apropiadas enmarcadas en el sistema de una cuenca hidrográfica y una coherencia con la definición de políticas

públicas claras. Bajo el principio de eficiencia es necesario contar con datos e información actualizada, una buena capacidad de financiación para el desarrollo de las actividades de gestión, y muy relacionado con este, unos marcos regulatorios claros y precisos. Finalmente, bajo el principio de confianza y participación, es necesario llevar a cabo un monitoreo del estado de la cuenca que permita su evaluación, involucrar a todas las partes interesadas para fomentar la integridad y la transparencia en la gestión (OCDE, 2015). Figura 2.



Figura 2. Visión general de los principios de Gobernanza del Agua de la OCDE.

Para Colombia, el concepto de gobernanza del agua se toma como parte de la autoridad política, económica y administrativa, en las que se deben gestionar los asuntos del país referentes al recurso hídrico. Para esto, se tiene en cuenta la participación y los intereses de los ciudadanos, en donde se busca que se ejerzan sus derechos y se cumplan sus obligaciones (Correa A., 2015). La gestión pública como encargada de llevar a cabo la gobernabilidad, en ocasiones se ve afectada cuando la confianza entre gobernantes y gobernados se debilita, y esto sucede cuando se califica de ilegítimo dicho papel, por lo que es necesaria la recuperación

de esta confianza entre instituciones y gobernados, para generar una intervención de ambas partes de manera eficiente y democrática, siendo así, la participación ciudadana en la gestión hídrica, un facilitador en torno a la sustentabilidad de la gestión del agua. Teniendo esto en cuenta lo anterior, en Colombia, la gobernabilidad hídrica se enfoca en lograr que la disponibilidad de agua, sea suficiente y de buena calidad; también, pretende gestionar la racionalidad económica en oferta y en demanda, basados en la participación ciudadana, lo que facilita un manejo sostenible en cuanto al uso del recurso a nivel local, regional y nacional (Correa A., 2015).

En términos de manejo del agua en el país, y de búsqueda de solucionar problemáticas frente al recurso hídrico que den paso a la concientización de su uso eficiente, preservativo y de cuidado como riqueza natural de todos, se busca que tanto a nivel nacional como local, se conciba a este recurso, como bien natural, que aunque sea de todos, es administrado por el estado, de la mano con las corporaciones autónomas regionales, las de desarrollo sostenible y las autoridades ambientales urbanas, es por esto, que se implementa la Política Nacional del recurso Hídrico del 2010, la cual resulta ser transversal y de gran importancia, para todos los ámbitos de acción política y para todos los usuarios a nivel país, (Ministerio de ambiente, 2010), esto, de la mano y en conjunto con las estrategias de conservación, conocimiento y utilización sostenible de los recursos naturales y de la biodiversidad del país.

Por esto, y luego de un análisis detallado, se emplean esfuerzos que se centren en Conservar los ecosistemas y los procesos hidrológicos de los que depende la oferta de agua del país, caracterizar, cuantificar y optimizar la demanda del agua, gestionar de manera integral los riesgos asociados a la disponibilidad de agua, mejorar la calidad y minimizar la contaminación del recurso, consolidar la gobernanza para la gestión del recurso (MADS, 2018).

Minería de textos y minería de datos

La minería de textos y datos es un concepto amplio que usa como término genérico para abarcar diversas técnicas usadas para interpretar el contenido de datos sin procesar, por ejemplo, datos de sensores, texto, imágenes, hasta contenido procesado como tablas, referencias y metadatos, mediante la identificación de patrones (Eskevich y Bosch, 2016). Potencialmente, puede ser aplicada a cualquier tipo de investigación sobre cualquier tipo de contenido (González Otero, 2019).

Una diferencia fundamental entre la minería de textos y la minería de datos, es la naturaleza de la información de partida; los datos tienen una estructura explícita y contienen conocimiento de forma implícita; mientras que el texto contiene un conocimiento explícito (que depende del contexto del documento), y una estructura que se puede entender. De esta forma, el texto contiene una base de conocimiento completa que incorpora hechos, relaciones de diversos tipos, expresados en un lenguaje de representación (el lenguaje natural), (De Latorre, 2017).

Minería de textos

Con la minería de textos se pretende extraer la información más útil y de mayor importancia tomada de documentos diversos, de esta manera se puede agrupar información de páginas web, medios de comunicación, artículos y documentos públicos, identificando patrones de interés mediante el uso de palabras clave y estructuras sintácticas. Con frecuencia, se habla de minería de textos y datos (TDM) como un conjunto relacionado, ya que la minería de textos hace parte de la minería de datos. En la actualidad, hablar de minería de textos, se hace común, ya que tiene diversas aplicaciones tanto en tecnología como en innovación, por ser un método eficiente para la actualización, seguimiento y generación de información (Arias, et al C., 2016). Surge por la necesidad de darle valor adicional a la información documental que se acumula en diferentes entidades; la información proviene de

diversas fuentes, de naturaleza heterogénea y ampliamente distribuidas, que alimenta los repositorios y que no se están aprovechando en toda su dimensión (De Latorre, 2017).

Constituye un área de investigación del procesamiento automático de la información, encargada del descubrimiento de patrones y nuevos conocimientos en una colección de textos, que no existen de manera explícita en ningún texto, pero que surge de relacionar el contenido de varios de ellos (Contreras, 2014).

Utiliza diversos métodos y tecnologías como la recuperación de la información, métodos estadísticos y matemáticos, procesamiento de lenguaje natural, métodos de clasificación y agrupamiento de datos, entre otros (Contreras, 2014).

La utilización de esta técnica, permite reducir el tiempo y mejorar la búsqueda y comprensión lectora de los documentos citados; por esta razón, la variedad de usuarios que actualmente utiliza la minería de textos es extremadamente amplia. Para la ciencia y la investigación, la comunicación por medio de publicaciones científicas es trascendente, pero esto implica que cada vez, con el aumento de dichas publicaciones en revistas, la influencia de páginas web, informes organizacionales públicos, actas, libros y demás, la búsqueda, seguimiento y actualización de datos sea una ardua tarea. Partiendo de éste gran argumento, podría decirse que la minería de texto como base de una herramienta de búsqueda, ayuda a solventar dichos inconvenientes (Chang, et al., 2018).

Para un análisis basado en minería de textos es necesario tener en cuenta cinco etapas o actividades para un desarrollo eficiente (Figura 3).

Text Mining

Text mining involves a series of activities to be performed in order to efficiently mine the information. These activities are:

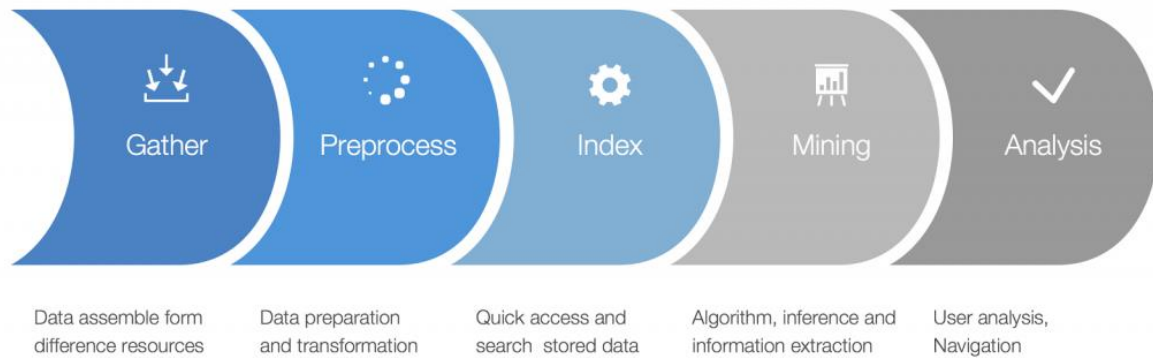


Figura 3. Actividades que deben realizarse para una información eficiente basada en minería de textos.

Tomada de OPEN MINING INFRASTRUCTURE, 2018, (*Chang, et al., 2018*).

Según la información de la figura anterior, debe contemplarse:

1. Recolección de información, datos, de diferentes fuentes.
2. Análisis de la información.
3. Limpieza de la información innecesaria o no deseada.
4. Filtración de la información o identificación de entidades.
5. Selección de atributos o caracterización.

El primer paso, es determinar el propósito de estudio, luego se realiza la recolección, identificación y validación de la información recolectada. Posteriormente, se realiza el procesamiento del texto para eliminar la información irrelevante. Finalmente, se realiza la extracción y el análisis de clases, relaciones, asociaciones, secuencias, con el fin de encontrar evidencias de conceptos y de estructuras existente (Contreras, 2014).

El texto completo de cada documento a analizar, se somete a un análisis denominado *corpus*; para el tratamiento, el *corpus* se segmenta en palabras o expresiones que se consideran indivisibles (formas gráficas – palabra escrita), y se eliminan las formas gráficas que se consideran irrelevantes (porque aparecen pocas veces en el texto). Adicionalmente, se pueden sustituir o integrar algunas palabras o expresiones equivalentes. Las formas graficas constituyen posteriormente, una variable léxica con la cual se construyen tablas de contingencia particulares (tablas léxicas particulares y agregadas). Finalmente, para realizar el análisis y la extracción de la información de interés, puede usarse la aplicación específica de algunos métodos de estadística descriptiva multivariada, como el análisis de correspondencias o análisis de clasificación (Pardo, et al, 2012).

Software para el análisis de minería de textos

Para el desarrollo de la presente investigación, se evaluaron diferentes softwares, que son amigables para este tipo de análisis. Las opciones contempladas fueron: *RapidMiner*, *Weka*, *Meaning Cloud* y *Orange*. Dadas las características de los documentos y del tipo de información recopilada, diferentes estudios y argumentos, se decidió utilizar los programas *MEANING CLOUD* y *PAST*, que se describen a continuación:

Meaning Cloud: este, es un software que permite analizar diferentes tipos de texto y procesarlos en sistemas o aplicaciones diferentes (Análisis de textos), extrayendo así el significado de todo tipo de contenido estructurado o no como conversaciones, artículos, textos, expedientes, interacciones en redes sociales, entre muchos otros. La herramienta desarrolla un tipo de análisis que se adapta a diferentes necesidades, permitiendo así, que se desarrolle la consulta y se obtenga el resultado por medio de una hoja de Excel personal, o por medio del manejo directo de las APIS controladas desde la nube, incorporando capacidades de análisis semántico. (Cloud, Tutorial: create your own deep categorization model, 2019)

Las herramientas que ofrece *Meaning Cloud* de analítica de textos son variados y con diferentes propiedades como (Cloud, Tutorial: create your own deep categorization model, 2019):

- Analítica de textos: Recibe diferente cantidad y tipo de información de diferentes fuentes, la cual puede estar sin estructurar. Es una gran manera de explotar y aprovechar la información, ya que usa tecnologías diferentes, de donde se pueden extraer elementos de esta información que son útiles para la toma de decisiones. En este análisis se extraen menciones, personas, organizaciones empresas conceptos, términos genéricos, opiniones, hechos, relaciones entre todos los anteriores y más.
- Funciones de la analítica de textos: Extrae nombres de tareas, reconoce entidades con nombre y categorizaciones.
- Escenarios de aplicaciones: Se pueden analizar medios sociales, redes, blogs y más, con el fin de monitorear una marca, ver reputaciones de lugares, comentarios, relaciones entre productos y empresas, señales de compras, de abandono, detectar intenciones de compra, gestión de contenidos, temas de interés, moderar comentarios hasta evitar terrorismo. Se puede aplicar también análisis de la voz o experiencia del cliente con comentarios, sin arreglar o dispersos, se pueden analizar partidos políticos, sentimientos ciudadanos, gobiernos, servicios públicos, administraciones, detección del ciclo de vida de emergencias y muchos más.
- A nivel de empresa, se puede analizar la opinión del empleado, con el fin de comprender su comportamiento.
- Se consigue analizar textos de contenidos inteligentes, orientados a medios de comunicaciones editoriales, medios de contenidos, y etiqueta, contenidos generados con el fin de entenderlos mejor, relacionarlos, reutilizar contenidos anteriores y generar contenidos de mayor valor.
- Otra área es *E-discovery*, y cumplimiento normativo, esto para el mundo del derecho, para la búsqueda de evidencias en procesos judiciales.

Funciones de la analítica de textos (Cloud, <https://www.meaningcloud.com/developer/apis>, 2018 - 2020):

- Conjunto de APIS que hacen analítica de textos, incluyendo la herramienta desde Excel.

1. *Deep categorization*:

La categorización profunda es la solución de *MeaningCloud* para una categorización intensa basada en reglas. *Meaning Cloud*, asigna una o más categorías a un texto, usando un lenguaje basado en condiciones o reglas muy detallado que le permite identificar escenarios y patrones muy específicos, usando una combinación de morfologías, semánticas y textos. La flexibilidad de este lenguaje de reglas permite crear modelos para escenarios donde la precisión no solo es necesaria sino clave para un buen análisis. Dos de estos escenarios son la voz del cliente y la voz del empleado. Ambos se caracterizan por la necesidad de analizar el texto libre, escrito por el cliente o empleado en el que él o ella puede abordar una serie de temas de varias maneras, y el hecho de que algunas de estas menciones pueden no aparecer con mucha frecuencia, las hace no menos importante (que sería un problema con las soluciones de aprendizaje automático).

2. *Topics Extraction*:

La extracción de temas es la solución de *Meaning Cloud* para extraer los diferentes elementos presentes en las fuentes de información. Este proceso de detección se lleva a cabo, combinando varias técnicas complejas de procesamiento del lenguaje natural que permiten obtener análisis morfológicos, sintácticos y semánticos de un texto, y utilizarlos para identificar diferentes tipos de elementos significativos.

Los elementos identificados se clasifican según categorías predefinidas:

Entidades: personas, organizaciones, lugares, URI, números de teléfono, etc.

Conceptos: palabras clave significativas en el texto

Expresiones de tiempo

Expresiones de dinero

Expresiones de cantidad [beta]

Otras expresiones: patrones alfanuméricos

Citas

Relaciones

La alta configurabilidad proporcionada por la API permite ajustar su comportamiento a escenarios operativos muy diversos, no solo para obtener exactamente el tipo de información relevante para el usuario, sino también para cubrir diferentes formatos de origen, idiomas e incluso registros de idiomas.

Los idiomas admitidos actualmente son español, inglés, francés, italiano, portugués, catalán y con cobertura parcial danés, sueco, noruego, finlandés, árabe, chino y ruso. Así como recibe los formatos de origen en diferentes idiomas, también se puede configurar un diccionario personalizado, el cual se puede crear basado en las necesidades del resultado de la clasificación, el cual se puede incluir o no, en el procesamiento de la información.

3. *Text Classification:*

La Clasificación de texto, asigna una o más clases a un documento de acuerdo con su contenido. Las clases se seleccionan de una taxonomía previamente establecida (una jerarquía de categorías o clases). La API de clasificación de texto se encarga de todas las tareas de preprocesamiento (extracción de texto, tokenización, eliminación de palabras vacías y lematización), necesarias para la clasificación

automática. Con esta, se admite una variedad de escenarios de clasificación de texto como:

Clasificación binaria como filtro de spam (HAM, SPAM) o análisis de sentimientos simples (POSITIVO, NEGATIVO).

Clasificación de clase múltiple, como seleccionar una categoría entre varias alternativas: clasificación de género de película (suspense, terror, romántico, etc.).

Categorización de múltiples etiquetas: asignación de todas las categorías que se aplican a un solo documento.

Categorización de taxonomía compleja: asignación de categorías organizadas en una taxonomía multinivel.

El algoritmo, combina la clasificación de documentos estadísticos con el filtrado basado en reglas, lo que permite obtener un alto grado de precisión en una amplia gama de entornos. Los clasificadores estadísticos proporcionan un medio para utilizar documentos de ejemplo para definir cada categoría. A su vez, los clasificadores basados en reglas, pueden ayudar a ajustar la clasificación y corregir la salida de los clasificadores estadísticos. Este lenguaje de clasificación, también es útil para iniciar una categorización cuando no hay ejemplos disponibles. *Meaning Cloud* proporciona una serie de modelos listos para usar, que clasifican los documentos en taxonomías estándar, pero también puede usar su propia taxonomía.

4. *Text Clustering*:

Esta es la recomendación de *Meaning Cloud* para la agrupación automática de documentos, es decir, la tarea de agrupar un conjunto de textos de tal manera que los textos en el mismo grupo, sean más similares entre sí que con los de otros grupos.

El algoritmo recibe un conjunto de textos y devuelve la lista de grupos detectados. A cada grupo se le asigna un nombre descriptivo, un valor de relevancia (que indica la importancia relativa del grupo con respecto a todos los grupos), su tamaño y la lista de elementos que se incluyen en el grupo. Cada documento puede asignarse a uno o varios grupos. La agrupación de texto puede utilizarse para diferentes tareas, como agrupar documentos similares (noticias, *tweets*, etc.) y el análisis de comentarios de clientes y/o empleados, descubriendo temas implícitos significativos en todos los documentos.

5. *Summarization*:

Esta es la solución de *Meaning Cloud* para extraer un resumen de un documento determinado, seleccionando las oraciones más relevantes para tratar de resumir de qué se trata.

Este proceso no tiene en cuenta el idioma cuando evalúa la importancia de una oración, lo que significa que es independiente del idioma y se puede aplicar a los documentos en cualquier idioma.

6. *Document Structure Analysis*:

Este servicio extrae diferentes secciones de un documento determinado con contenido marcado (que incluye documentos como archivos en formato PDF o *Word*), incluidos el título, encabezados, resumen y partes de un correo electrónico.

Este proceso, aunque tiene en cuenta algunos marcadores de idioma, se basa principalmente en el marcado del documento, por lo que puede aplicarse a los documentos en cualquier idioma.

El uso de la API desde la herramienta de EXCEL, logra ser una función amigable y sencilla de manejo, ya que esta se puede realizar desde la información contenida en las celdas del documento, para posteriormente correr el análisis. Desde un

documento excel, se pueden realizar diferentes análisis como los mencionados anteriormente, teniendo en cuenta:

Extracción de *topics* o información: Palabras que encierra muchos tipos.

Ontología aplicada: En donde extrae información accionable de cualquier texto.

Resultados en Varios Menús: Teniendo en cuenta entidades, conceptos, otros tópicos, eventos, clasificaciones, sentimientos. También relaciona los sitios web con algunas entidades. Detecta conceptos, expresiones multipalabra, expresiones de tiempo de dinero o cantidad. Sirve, para detectar apariciones de conceptos, extraer palabras clave, semántica de conceptos e identidades, etiquetar libros, expedientes, emails, perfilados de usuarios, etc. Puede realizar un text cassification, en donde toma un documento y lo clasifica en un tema, ya que parte de una taxonomía predefinida. También, puede hacer IAB: Enfocada a noticias. EuroVoc: Administración pública. *Business Reputation*: Reputación corporativa, Social Media: Conversaciones sociales. (Cloud, <https://www.meaningcloud.com/developer/apis>, 2018 - 2020)

Dado esto, la herramienta se convierte en un analizador de datos amigable, ya que es potente (recibe diferentes tipos y extensiones de documentos, combina diferentes tecnologías como análisis de sentimientos orientado a aspectos, procesamiento de lenguaje de los medios sócales), es personalizable (proporciona interfaces donde el usuario puede personalizar el sistema por medio de diccionarios propios), es fácil de usar (se puede utilizar desde la integración con Excel por medio de *plugins*, o utilizar desde las apis, ya que es una plataforma abierta) y sin compromisos (no tiene cláusulas de permanencia, ni software instalador, ni infraestructuras para desplegar y su prueba es gratis).

Por lo tanto, se decidió implementar el análisis para la documentación de esta investigación, por medio de la API de *Topics Extraction*. Para ello, se creó una cuenta personal, vinculada a una dirección electrónica, para así poder dar inicio a diferentes pruebas, las cuales llevaron a la decisión de analizar por medio de *Topics Extraction*. Cada cuenta en *Meaning Cloud*, cuenta con un número de créditos, los

cuales se van utilizando a medida que se realiza el análisis, en donde cada documento analizado, consume cierta cantidad de créditos, lo cual va ligado al tamaño del documento.

Past: *Past* es un software gratuito para el análisis de datos científicos, con funciones para la manipulación de datos, trazado, estadísticas univariadas y multivariadas, análisis ecológico, series de tiempo y análisis espacial, morfometría y estratigrafía. Este software, viene actualizado constantemente dado su importante de uso a la hora de analizar datos, tanto así, que, en el año 2020, se lanzó la versión 4 con soporte de 64 bits. En este programa se encuentran múltiples herramientas para analizar datos con un potencial de almacenamiento y organización muy eficaz. Dentro de sus funciones se encuentra la realización de estadísticas partiendo de los datos ingresados, trazado y modelado hasta de formas en 3D con los datos. En este conjunto se puede encontrar que los gráficos presentados pueden tener diversas formas y agregar nuevas si se desea, ya que esto, puede darle mayor originalidad a la estructura del estudio implementando distintos tipos de análisis como: series de tiempo, espectral, geométrico, estimación de la densidad del núcleo, distribución de puntos, parsimonia, modelos de abundancia, multivariante, etc. (Johnson & Bhattacharyya, 1986).

Con *Past*, se generaron los gráficos que muestran la información de manera clara y detallada.

4.3 MARCO LEGAL

La recuperación de la cuenca del río Bogotá, se intenta por medio de la gestión integral del recurso hídrico, en donde se involucren naturalezas ambientales, sociales, económicas e institucionales, como medida de apropiación social, lo cual busca el mejoramiento ambiental y sostenible para todo el ecosistema, (MinAmbiente - OCGA, 2014). Para llevar a cabo una buena política de la Gestión Integral del Recurso Hídrico, se hace necesario llevar a cabo dicho desarrollo a

partir de varios lineamientos y directrices (tabla 1). Es importante trabajar bajo una estructura para la planificación de cuencas hidrográficas, de acuerdo con el decreto 1604 del 2012 en el cual se contempla la planificación, ordenación y manejo de cuencas hidrográficas y acuíferos del país. Para esto, es necesario tener en cuenta, por ejemplo, las normativas de la “Guía Técnica para la Formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas – POMCAS Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible” (MinAmbiente - OCGA, 2014); la cual establece los criterios, procedimientos y metodologías que sirvan de orientación a las Corporaciones Autónomas Regionales en el proceso de Ordenación y manejo de las cuencas, según las necesidades de la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico (MinAmbiente, 2014). En el buen desarrollo de dicho ordenamiento, se estructuraron tres capítulos, en los cuales se detallan apartes como; Propósito y alcance de la Guía, Marco Normativo, Política Nacional de Gestión Integral de Recurso Hídrico, Participación y Gestión del Riesgo y el Marco Metodológico para cada una de las fases contempladas en el Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca. (MinAmbiente, 2014).

Tabla 1. Relación de información del marco legal.

Nombre ley o decreto	Año	Descripción breve
Uso Eficiente y Ahorro del Agua Ley 373 de 1997	1997 (Decreto modificado en el 2018)	Se entiende por desarrollo sostenible que conduzca al crecimiento económico, a la elevación de la calidad de la vida y al bienestar social, sin agotar la base de recursos naturales renovables en que se sustenta, ni deteriorar el medio ambiente o el derecho de las generaciones futuras a utilizarlo para la satisfacción de sus propias necesidades.
Consejo Nacional de Política Económica y Social República de Colombia Departamento Nacional de Planeación – CONPES, 3320	2004	Estrategia para el manejo ambiental del río Bogotá, el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, el cual somete a consideración del Consejo Nacional de Política Económica y Social - CONPES – un conjunto de medidas orientadas a optimizar el manejo ambiental del Río Bogotá, con el propósito de asegurar el cubrimiento de la demanda de bienes y servicios del río de manera sostenible. En particular se presenta: un diagnóstico general de la situación actual del Río Bogotá; (ii) una propuesta de estrategia acompañada de un plan de acción para lograr el mejoramiento ambiental del río; y, recomendaciones institucionales que faciliten la aplicación del plan de acción.

Plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica del río Bogotá – POMCA	2006	El Decreto 1729 de 2002, establece los lineamientos y fases para la ordenación de cuencas hidrográficas y define que el proceso de ordenación de una cuenca tiene por objeto principal el planeamiento del uso y manejo sostenible de sus recursos naturales renovables, de manera que se consiga mantener o restablecer un adecuado equilibrio entre el aprovechamiento económico de tales recursos y la conservación de la estructura físico – biótica de la cuenca y particularmente, de sus recursos hídricos. La ordenación así concebida, constituye el marco para planificar el uso sostenible de la cuenca y la ejecución de programas y proyectos específicos dirigidos a conservar, preservar, proteger y prevenir el deterioro y/o restaurar la cuenca hidrográfica.
Acuerdo por el cual se establecen los objetivos de calidad del agua para la cuenca del río Bogotá a lograr en el año 2020	2006	En uso de sus facultades legales y estatutarias, especialmente las contenidas en la Ley 99 de 1993, los Decretos 3100 de 2003 y 3440 de 2004 y el numeral 20 del artículo 24 de la Resolución 703 del 25 de junio de 2003 por la cual el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial aprueba los estatutos de la Corporación.
Resolución 3194 de 2006 Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR	2006	Aprueba el Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del río Bogotá en lo que respecta al Estudio del Diagnóstico, Prospectiva y Formulación. Señala que la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR, adoptará las medidas de conservación y protección de los recursos naturales renovables, en desarrollo de lo cual podrá restringir o modificar las prácticas de su aprovechamiento, así mismo, podrá establecer controles o límites a las actividades que se realicen en la cuenca hidrográfica del río Bogotá. Establece que el plan de ordenación y manejo aprobado, constituye norma de superior jerarquía y determinante de los planes de ordenamiento territorial, los cuales deberán ser ajustados por los municipios según las directrices y parámetros del POMCA aprobado.
Ley 1151 de 2007 Nivel Nacional	2007	Prioriza a nivel nacional el ordenamiento y la intervención de las cuencas hidrográficas, entre ellas a del Río Bogotá, con el fin que las autoridades ambientales competentes inicien su proceso de ordenación y manejo y que las entidades territoriales adopten las medidas necesarias para prevenir y mitigar los factores de riesgo. Dispone que las entidades territoriales con jurisdicción en las cuencas referidas, deberán adoptar las acciones necesarias para prevenir y mitigar los factores de riesgo asociados a las cuencas.
Ley 1151 de 2007 Nivel Nacional	2007	Expide el Plan Nacional de Desarrollo 2006-2010. El Artículo 102 de la ley 1151 de 2007, establece la forma de obtener recursos para ser destinados exclusivamente a la financiación y/o cofinanciación del megaproyecto denominado río Bogotá, sobre el área de influencia de la cuenca y señala que la inversión debe estar encaminada a mitigar los impactos negativos de las aguas residuales sobre la misma y prioritariamente a la cuenca media del río Bogotá.

Acuerdo 17 de 2009, zona de ronda de protección del río Bogotá	2009	Por medio del cual se determina la zona de ronda de protección del río Bogotá.
Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico	2010	Este documento contiene la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico (PNGIRH) que establece los objetivos, estrategias, metas, indicadores y líneas de acción estratégica para el manejo del recurso hídrico en el país, en un horizonte de 12 años. La Política fue sometida a consideración del Consejo Nacional Ambiental, en sesión número realizada el 14 de diciembre de 2009, en la cual se recomendó su adopción.
Decreto 3930 del 2010	2010	Documento en donde se encuentra estipulado los conceptos básicos y necesarios para imponer un orden en el desarrollo de la cuenca y de esta manera generar una oportunidad de preservación y recuperación del recurso.
Ley 1450 de 2011 Nivel Nacional	2011	Expede el Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014, ¿Prosperidad para Todos ¿Establece que para el caso de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, el 50% de los recursos que, conforme a lo señalado por el artículo 44 de la Ley 99 de 1993, sean producto del recaudo del porcentaje o de la sobretasa ambiental al impuesto predial y de otros gravámenes sobre la propiedad inmueble de Bogotá, D.C., se destinarán para la financiación de los proyectos de adecuación hidráulica, ampliación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Salitre y construcción de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Canoas, cualquiera sea el área de la cuenca media del río Bogotá en la cual se realicen las inversiones (art. 131).
Decreto 1640 de 2012, por medio del cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos, y se dictan otras disposiciones	2012	Se decreta y reglamenta: "Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines". Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados
Ley 1523 del 2012. En donde se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.	2012	Este documento es de tipo Leyes y pertenece a la Normatividad del Marco Legal de la gestión del riesgo de desastres. La gestión del riesgo de desastres, en adelante la gestión del riesgo, es un proceso social orientado a la formulación, ejecución, seguimiento y evaluación de políticas, estrategias, planes, programas, regulaciones, instrumentos, medidas y acciones permanentes para el conocimiento y la reducción del riesgo y para el manejo de desastres, con el propósito explícito de contribuir a la seguridad, el bienestar, la calidad de vida de las personas y al desarrollo sostenible.
Sentencia Consejo de estado para la descontaminación del río Bogotá. 28 de Marzo 2014	2014	El documento acoge la protección de derechos colectivos de los habitantes de la cuenca hidrográfica del río Bogotá y sus afluentes. acción popular sobre protección de derechos colectivos de los habitantes de la cuenca hidrográfica del río

		Bogotá y sus afluentes, tomó cerca de 80 decisiones que ordenan y están orientadas hacia la recuperación del río Bogotá; entre otras medidas, el consejo de estado ordena: la presentación de un proyecto de ley para crear la gerencia de la cuenca hidrográfica del río Bogotá y del fondo común de cofinanciamiento, la modificación y actualización del plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica del río Bogotá, la realización, revisión y/o ajuste de los planes de saneamiento y manejo de vertimientos, así como los planes de gestión integrada de residuos sólidos, todas las órdenes tienen un plazo de cumplimiento perentorio.
Guía técnica para la Formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas	2014	El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible a través de la presente guía técnica establece los criterios, procedimientos y metodologías para orientar a las Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible en la formulación de planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas. Responde a la necesidad de incorporar los lineamientos y directrices de la Política Nacional para la Gestión Integral de Recurso Hídrico (PNGIRH) (2010) en relación con la estructura de planificación de cuencas hidrográficas y a lo establecido en el Decreto 1640 de agosto de 2012. Contiene insumos técnicos proporcionados por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales -IDEAM los demás institutos adscritos y vinculados al Ministerio y las Autoridades Ambientales.
Zonificación y Codificación de Cuencas Hidrográficas	2015	El documento que se desarrolla en esta oportunidad presenta la zonificación de unidades hidrográficas y la zonificación de unidades hidrogeológica de Colombia a escala 1:500.000. La zonificación de unidades hidrográficas de Colombia parte de una división mayor en áreas hidrográficas que se asocian a grandes vertientes separando la cuenca Magdalena Cauca de la vertiente Caribe por su importancia política y socioeconómica. Estas a su vez se dividen en unidades de menor jerarquía, zonas y subzonas, que permiten implementar las directrices de gestión y planificación ambiental del territorio. Tiene como base y ajusta las delimitaciones y codificación que se realizaron desde el HIMAT y que son objeto de la Resolución 0337 de 1978 (HIMAT, 1978). Posteriormente en el año 2010 se realiza en convenio con el IGAC, la zonificación hidrográfica de Colombia que se dispone a los usuarios como referente para la planificación y ordenación del territorio. Este producto, en los siguientes años se ajusta con base en las observaciones del Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible (MAVDT, 2010) y de las autoridades ambientales. La nueva versión constituye una cobertura temática que se superpone a la estructuración de la red hidrográfica que produce el IGAC con herramientas de modelamiento espacial para generar la cartografía básica oficial del país.
Ley 1753 de 2015 Nivel Nacional	2015	Adopta el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 "Todos por un nuevo país". Para el caso de la Corporación

		Autónoma Regional de Cundinamarca -CAR, el 50% de los recursos que, conforme a lo señalado por el artículo 44 de la Ley 99 de 1993, sean producto del recaudo del porcentaje o de la sobretasa ambiental al impuesto predial y de otros gravámenes sobre la propiedad inmueble de Bogotá, D. C., incluidos sus intereses y sanciones, se destinarán para la financiación de los proyectos de adecuación hidráulica, ampliación, construcción y optimización de plantas de tratamiento de aguas residuales u otros proyectos de saneamiento ambiental a desarrollar en cualquiera de las cuencas integrantes del río Bogotá, en jurisdicción de la Car Cundinamarca. (Artículo 266).
Ficha de Estadística Básica de Inversión Distrital EBI-D	2015	A partir del proyecto: Control ambiental a los recursos hídrico y del suelo en el Distrito Capital, Conservación y manejo ambiental, del eje estratégico. Un territorio que enfrenta el cambio climático y se ordena alrededor del agua: Recuperación, rehabilitación y restauración de la estructura ecológica principal y de los espacios del agua. La gestión que desarrolla la Secretaría Distrital de Ambiente frente al control de actividades contaminantes y de manera particular frente al recurso hídrico ha contado con la participación de la ciudadanía en cuanto de manera abundante y permanente se reciben quejas y denuncias de actividades y procesos contaminantes que afectan el recurso. Este tipo de alertas que recibe la Secretaría Distrital de Ambiente - SDA, permiten optimizar y puntualizar las acciones de control sobre actividades objeto de control. Las actividades de evaluación, control y seguimiento a la contaminación hídrica desde la entidad se han visto complementadas con este tipo de participación ciudadana.
Acuerdo 667 de 2017 Concejo de Bogotá D.C.	2017	Declara el 12 de mayo de cada año como el Día del Río Bogotá en el Distrito Capital como un espacio de reflexión, movilización, concientización ambiental, información, educación y compromiso entre la población sobre la importancia estratégica del Río Bogotá y sus afluentes, la responsabilidad de todas y todos en la preservación, recuperación, conservación y protección del sistema hídrico y la necesidad de generar hábitos en el uso adecuado del agua y de los ecosistemas. Para tal efecto, establece competencias a las entidades distritales, así como la presentación de informes sobre la gestión adelantada en torno al Río.
Socialización POMCA río Bogotá complementario	2018	La Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR, invita a los actores interesados en participar de la Presentación resultados "Actualización POMCA río Bogotá" y jornada de auditorías visibles, desde la Contraloría General de la República.
Seguimiento a la Sentencia del río Bogotá- Informe	2018	Las obligaciones oficiales y enmarcadas dentro de la Sentencia para la descontaminación del río Bogotá del 2014, son de vital ejercicio a la hora de conservar la vitalidad del río Bogotá, por lo tanto, deber ejecutarse a un periodo de tiempo siendo este periodo, fechas de vencimiento para llevar a cabo cada una de las actividades. Por lo tanto, se

		hace necesario un seguimiento para cada una de estas obligaciones, y así estar al tanto de la ejecución de las mismas.
Plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica del río Bogotá – POMCA	2019	A partir de documentos, oficios, consultas, socializaciones y observaciones y según el decreto 1640 del 2012, establecen los lineamientos y fases para la ordenación de cuencas hidrográficas y define que el proceso de ordenación de una cuenca tiene por objeto principal el planeamiento del uso y manejo sostenible de sus recursos naturales renovables, de manera que se consiga mantener o restablecer un adecuado equilibrio entre el aprovechamiento económico de tales recursos y la conservación de la estructura físico – biótica de la cuenca y particularmente de sus recursos hídricos. La ordenación así concebida constituye el marco para planificar el uso sostenible de la cuenca y la ejecución de programas y proyectos específicos dirigidos a conservar, preservar, proteger y prevenir el deterioro y/o restaurar la cuenca hidrográfica.

6. METODOLOGÍA

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La cuenca hidrográfica del río Bogotá se encuentra localizada en el Departamento de Cundinamarca, está conformada por 46 municipios, incluido el Distrito Capital, con una extensión de 308 kilómetros aproximadamente (SDP, 2014).

La fuente hídrica principal que recorre dicha cuenca, está determinada por la corriente del río Bogotá, la cual tiene su nacimiento a los 3300 msnm en el páramo de Guacheneque, municipio de Villapinzón, hasta su desembocadura en el río Magdalena, a los 208 msnm en el Municipio de Girardot. (SDP, 2014) (Figura 4). Esta se encuentra delimitada por tres sectores, denominados cuenca alta, cuenca media y cuenca baja y sus tributarios correspondientes, descritas de acuerdo a los términos de la CAR, más adelante.

Según datos de la CAR, en la cuenca del río Bogotá, la precipitación varía entre 70mm en la cuenca alta, hasta aproximadamente 170mm en la cuenca baja; el gradiente de evaporación va inverso con la altura y varía a una tasa de 24 mm por cada 100 metros de altura (CAR, 2017). En cuanto a la temperatura de la zona, teniendo en cuenta todas las estaciones del IDEAM, se observa un gradiente que

disminuye a una tasa de $0.6\text{ }^{\circ}\text{C}$ por cada 100 m de altura (CAR, 2017). En general, para las cuencas media y alta, se observan los tipos climáticos de páramo húmedo y páramo bajo semi-húmedo, para las cotas 2500 y 2700 m., se presenta un clima semi-húmedo y frío semi-árido. Para la cuenca baja, se presenta un clima templado semi-húmedo y cálido semi-árido y árido (CAR, 2017).

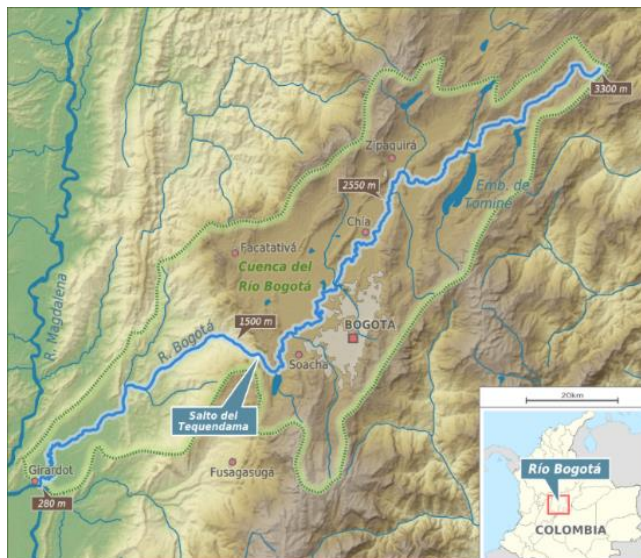


Figura 4. Cuenca del río Bogotá. Tomada de own work, using VMAP0 SRTM3 USGS (2004), Shuttle Radar Topography Mission, 3 Arc Second, Filled Finished, University of Maryland (Global Land Cover Facility, www.landcover.org). (VMAP0 SRTM3 USGS , 2004)

La CAR, por medio del Acuerdo 58 de 1987, delimitó la cuenca alta, media y baja de la siguiente manera: La cuenca alta está sectorizada desde el nacimiento del río Bogotá en Villapinzón hasta el puente conocido como el puente de la Virgen (municipio de Cota). La zona de la cuenca media esta conformada por el tramo desde el puente de la Virgen hasta antes del embalse del Muña en Alicachín, y la cuenca baja desde el embalse del Muña hasta la desembocadura del río Magdalena, Figura 5.



Figura 5. Representación gráfica de los sectores de las cuencas alta, media y baja de la cuenca del río Bogotá. Tomado de (Barón, 2012) y (Programa CAR-BID. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, 2016)

En la cuenca alta se encuentran dos embalses que regulan el caudal del río; el Embalse de Tominé y el Embalse del Sisga; el caudal del río registrado en la estación de la Virgen es de $13.5 \text{ m}^3/\text{s}$, donde sus aguas son utilizadas para potabilización y suministro para el consumo de la población bogotana en la Planta de tratamiento de Tibitoc (SECRETARÍA DE HACIENDA, 2018).

En la cuenca media, la estructura hídrica recibe las aguas residuales de los drenajes del sector urbano de la ciudad de Bogotá y su periferia. Las cuencas de drenaje urbano de Bogotá están constituidas por los principales drenajes que atraviesan la ciudad como el río Juan Amarillo o Salitre, río Fucha y río Tunjuelo; su caudal está registrado en $37 \text{ m}^3/\text{s}$ y su uso es principalmente para riego (SECRETARÍA DE HACIENDA, 2018).

Para la cuenca baja, se tiene una delimitación que va desde el embalse del Muña hasta la desembocadura del río Magdalena, con una longitud del río de 120 km, en donde se encuentran los sectores de San Antonio del Tequendama, Tena, La Mesa, El Colegio, Anapoima, Apulo, Tocaima, Agua de Dios, Ricaurte, Girardot, Zipacón,

Anolaima, Cachipay y Viotá. El caudal medio del río en la zona de su desembocadura registra un orden de 50 m³/s; en donde el caudal registrado para el río Magdalena, es mucho mayor, generando una disolución del caudal de aproximadamente 1:10 cuando el río Bogotá vierte sus aguas en él. El uso del recurso en este sector, está dado principalmente para la generación de energía en dos cadenas paralelas de generación. (SECRETARÍA DE HACIENDA, 2018). Los sectores que componen la cuenca del río Bogotá se ven representados en la Figura 6.

Subcuenca	Área (ha)	%
Rio Bogotá (Sector Tibitoc - Soacha)	71,284	12%
Río Balsillas	62,442	11%
Río Bajo Bogotá	54,431	9%
Río Apulo	48,505	8%
Río Neusa	44,735	8%
Río Tunjuelito	41,535	7%
Embalse Tominé	37,248	6%
Río Teusacá	35,818	6%
Río Medio Bogotá (Sector Salto-Apulo)	21,650	4%
Río Alto Bogotá	27,615	5%
Río Calandaima	26,840	5%
Río Bogotá (Sector Sisga - Tibitoc)	25,397	4%
Río Frío	20,160	3%
Embalse Sisga	15,526	3%
Río Chicú	14,189	2%
Embalse de Muña	13,422	2%
Río Bogotá (Sector Soacha -Salto)	10,725	2%
Río Soacha	4,052	1%
Río Negro	3,390	1%
Total	578,964	100%

Figura 6. Sectores que componen la cuenca hidrográfica del río Bogotá. Tomado de (CAR, 2006).

La metodología que se implementó, en el análisis de la información a través de la minería de textos se realizó con el fin de formalizar una caracterización apropiada con la información que se ha generado en torno a la gestión del recurso hídrico de la cuenca del río Bogotá.

Para esto, fue necesario:

Para la fase I:

Se realizó una identificación detallada tanto de la base de datos existente de los documentos adquiridos en año 2018, por el programa de Maestría en Gestión de Cuencas Hidrográficas de la Universidad Santo Tomás. Para esto, se tuvo en cuenta la información generada de la cuenca respecto a la gestión del recurso hídrico, en donde se incluyó información de tres sectores: La información académica, gubernamental y de las ONG's. Para el caso de la información académica, esta se obtuvo de los repositorios institucionales de las entidades de educación superior registradas en el Ministerio de Educación, situadas en la ciudad de Bogotá.

La información de las organizaciones no gubernamentales (ONG's), se adquirió del directorio de actores ambientales para las ONG's de la plataforma del Observatorio Regional Ambiental y de Desarrollo Sostenible del Río Bogotá, ORARBO, en donde se seleccionaron las organizaciones que a la fecha están activas y reconocidas a nivel internacional. Para el sector gubernamental, se tomó la información teniendo en cuenta las principales entidades con injerencia en la cuenca objeto de estudio. Adicionalmente, con el fin de seguir alimentando la base de datos existente, se consultaron plataformas académicas como *Google Scholar*, *Science Direct* y consultas públicas como columnas, notas periodísticas, entre otros.

La documentación de la base de datos incluye información académica de trabajos grado a nivel de pregrados y posgrados (especializaciones y maestrías), boletines y revistas de la Universidad Santo Tomás sede Bogotá, Universidad de Los Andes, Universidad Pedagógica de Colombia, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Pontificia Universidad Javeriana, Universidad de La Salle, Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, Universidad Libre de Colombia, Universidad del Bosque, Universidad Jorge Tadeo Lozano, Universidad Manuela Beltrán, Universidad Pedagógica de Colombia, Universidad del Rosario y la Universidad Nacional de Colombia.

La información gubernamental incluye documentos técnicos, normativos, boletines, columnas e informativos de entidades como la Alcaldía Mayor de Bogotá, Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá EAAB-ESP, Estudios y proyectos ambientales y mecánicos, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Gobernación de Cundinamarca, Secretaría Distrital de Ambiente, Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR, Alcaldías de municipios como La Calera, Alcaldía de Viotá – Cundinamarca, Dirección de Gestión de Recurso Hídrico, Alcaldía de Anolaima – Cundinamarca. Por su parte del sector no gubernamental se incluyen documentos de Consejo Estratégico de la Cuenca Hidrográfica del Río Bogotá, la Asociación Bogotá de Ornitología-ABO, Asociación Centro Nacional, Salud, Ambiente y Trabajo, CENSAT Agua Viva y la Asociación Centro Nacional, Salud, Ambiente y Trabajo Agua Viva.

Para la fase II:

Corresponde al análisis de minería de textos de la presente investigación.

Uso del software *Meaning Cloud*: Se decidió implementar el análisis para la documentación, por medio de la API de *Topics Extraction*. Para ello, se creó una cuenta personal, vinculada a una dirección electrónica; cada cuenta en *Meaning Cloud*, cuenta con un número de créditos, los cuales se van utilizando a medida que se realiza el análisis, de esta forma cada documento analizado, consume cierta cantidad de créditos, lo cual va ligado al tamaño del documento.

Para lograr mayor efectividad en el uso del software, se usaron dos herramientas adicionales:

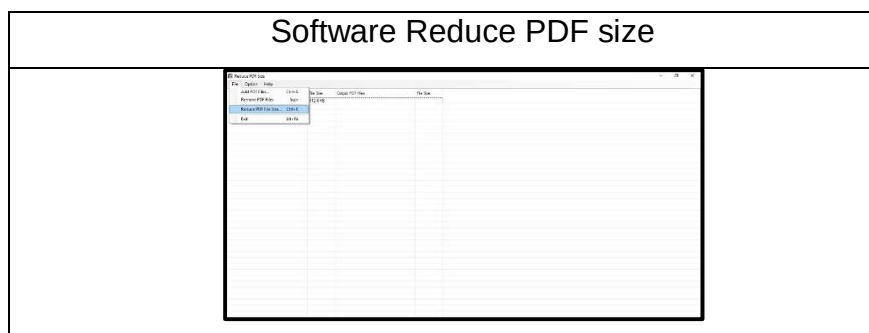
1. *Reduce PDF Size* (Figura 7), que reduce el tamaño (en gigas o en megas) de los documentos, disponible en *Freeware* (<http://reducepdfsize.com/index.html>).
2. *pdfsam-4.0.5-windows*, que divide los documentos de acuerdo con el tamaño requerido, el cual trabaja bajo una Licencia Pública General de GNU– General

Public License. Esto, teniendo en cuenta que el *Meaning Cloud* sólo recibe documentos inferiores a 1.8 Mb (Figura 8).

Posteriormente, se realizaron pruebas de concepto en el sitio web de *Meaning Cloud*, consumiendo las diferentes opciones de análisis (APIS), con el fin de verificar que el tipo de resultados obtenidos desde la plataforma, satisfagan las necesidades para el desarrollo de los objetivos propuestos en el proyecto. Luego, con base en estas pruebas se crea un algoritmo en el lenguaje de programación Java, ya que los resultados obtenidos directamente en la plataforma web, no facilitan el análisis de estos. Este algoritmo, fue desarrollado por medio del IDE, *Integrated Development Environment*, ECLIPSE, que es una plataforma compuesta por un conjunto de herramientas de programación de código abierto.

Este software se crea, con el fin de obtener la información de cada análisis de forma detallada y precisa en formato JSON (JavaScript Object Notation, notación de objeto de JavaScrip), la cual posteriormente se transforma en formato CSV (valores separados por comas) por el mismo software. Este desarrollo se generó de forma personalizada para el uso de *Meaning Cloud* y especialmente para este proyecto, por un profesional desarrollador Java de competencia de alto nivel.

Teniendo en cuenta los requisitos del software *Meaning Cloud*, para los documentos que tuvieran un tamaño superior a 1.8 Mb, se procedió a realizar una reducción de tamaño con el software *Reduce PDF size*, en donde para algunos se logró obtener el tamaño ideal, y para los demás, se hizo la división correspondiente en el software *PDFsam* 4.5, y así poder procesar toda la información



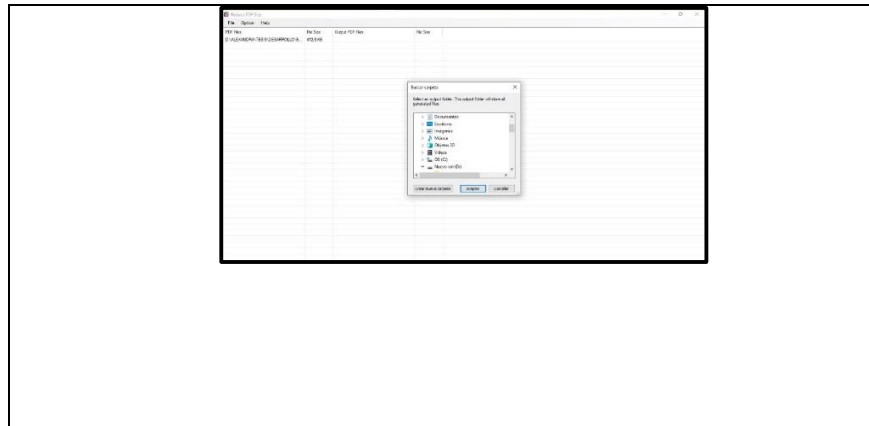


Figura 7. Vista del software Reduce PDF size, para reducir el tamaño de los documentos

Software PDFsam 4.5,

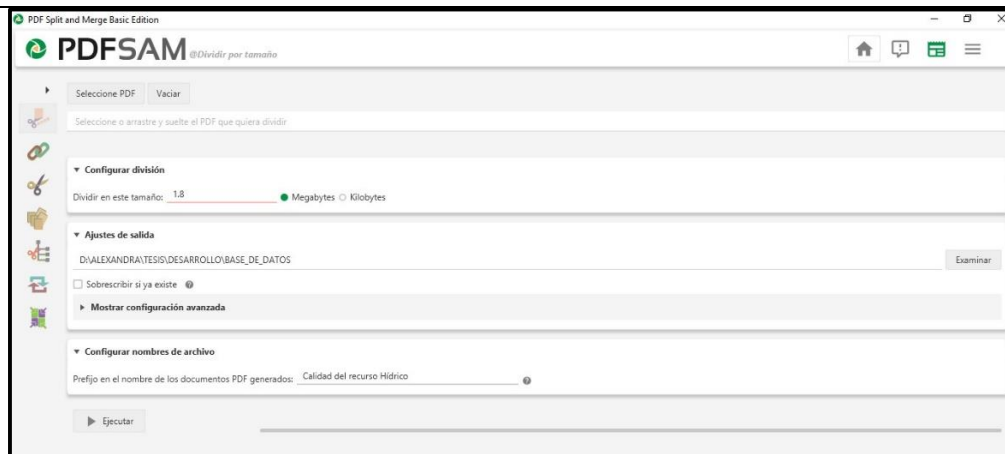
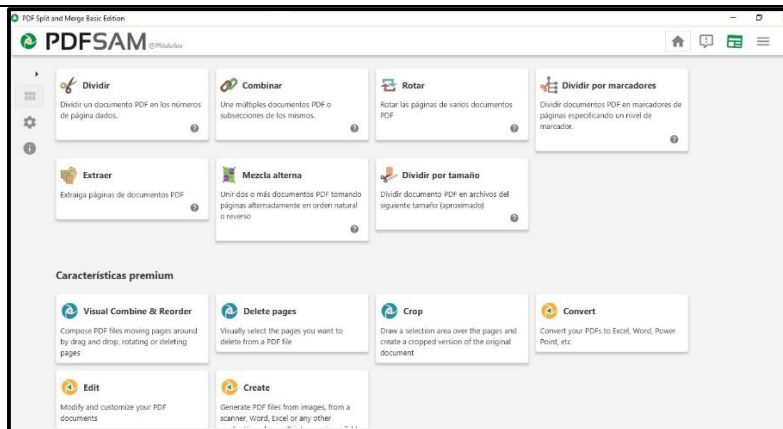


Figura 8. Vista del software PDFsam 4.5, para dividir los documentos en tamaño de megas y/o gigas adecuado

Para la definición de los conceptos a utilizar en el análisis, se tuvo en cuenta el diccionario propio de la plataforma de *Meaning Cloud*, y adicionalmente, se creó un diccionario propio, generado de manera manual desde la opción de personalización de la plataforma para la cuenca del río Bogotá (Figura 9).

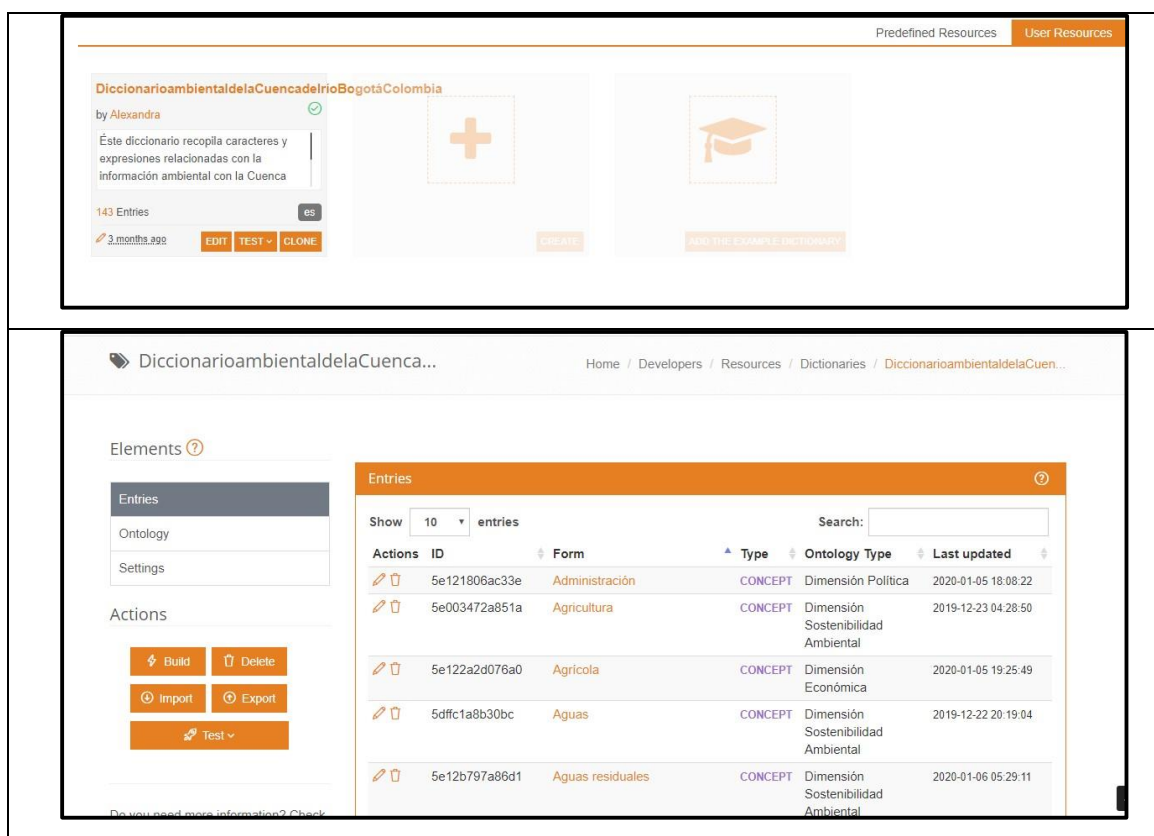
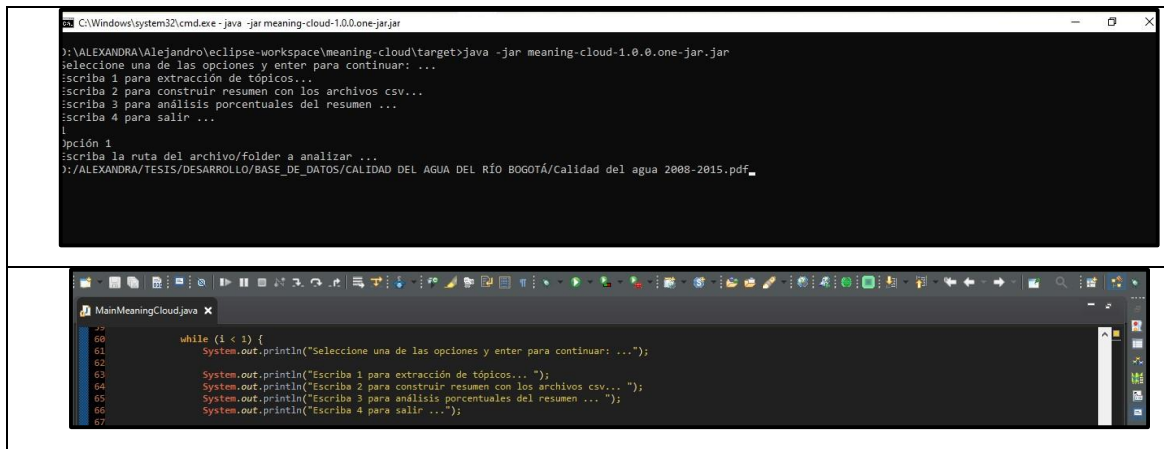


Figura 9. Vista del diccionario personalizado desde Meaning Cloud

El programa que se desarrolló para el análisis de los documentos desde *Meaning Cloud*, ejecuta tres procesos principales (Tabla 2):

Tabla 2. Vista del software creado para realizar el análisis desde Meaning Cloud

Pasos del software para comenzar el análisis
--



The top screenshot shows a terminal window with the command `C:\Windows\system32\cmd.exe - java -jar meaning-cloud-1.0.0-one-jar.jar`. The output shows a menu with four options: 1 for topic extraction, 2 for building a summary from CSV files, 3 for percentage analysis of the summary, and 4 for exiting. Option 1 is selected, and the file path `./ALEXANDRA/TESIS/DESARROLLO/BASE_DE_DATOS/CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO BOGOTÁ/Calidad del agua 2008-2015.pdf` is entered.

The bottom screenshot shows the source code of `MainMeaningCloud.java` in an IDE. The code is a Java program that implements the menu logic shown in the terminal. It uses a `while` loop to repeatedly show the menu until option 4 is selected. The menu options are printed using `System.out.println`.

1. Extracción de tópicos

a. La extracción de tópicos se carga el documento o el folder con varios documentos del equipo local y se envían al *Meaning Cloud*, esto depende de la cantidad de particiones del pdf.

b. Posteriormente se envían todos y cada uno de los documentos al *Meaning* obteniendo la respuesta de análisis en formato JSON. Una vez obtenido este formato, se escribe el resultado en un archivo CSV de cada uno de los documentos enviados, lo cual realiza el software, con los siguientes datos:

- Código de respuesta
- Créditos usados y créditos restantes
- Número de entidades (palabras del diccionario propio de *Meaning Cloud*) y
- Número de conceptos (palabras del diccionario propio de *Meaning Cloud* y del creado)

El detalle de estas que contiene:

- *Entry type* (entidad o concepto)
- Relevancia
- Forma (palabra) y
- Tipo o clasificación.

El archivo generado se almacena en la misma ruta de origen.



The screenshot shows the Eclipse IDE with the file `MainMeaningCloud.java` open. The code defines a static key and a method `executeProcess` that handles command-line options for processing documents. Below the code, a table displays the generated CSV documents.

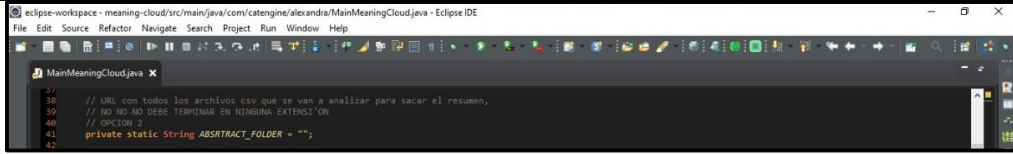
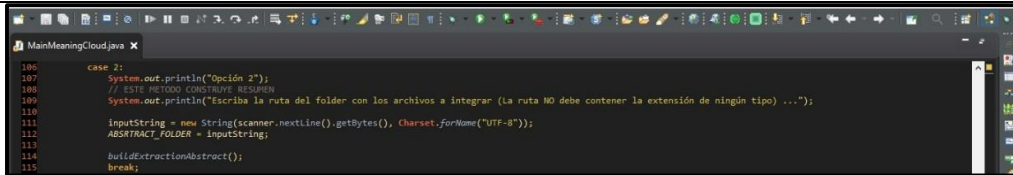
Nombre	Fecha de modificación	Tipo
ART-02.pdf	15/12/2019 10:14 p. m.	Chrome HTML Do...
ART-02_1-14.csv	7/01/2020 12:06 a. m.	Archivo de valores...
ART-02_1-14.pdf	7/01/2020 12:04 a. m.	Chrome HTML Do...
ART-02_1-14.xlsx	7/01/2020 12:07 a. m.	Hoja de cálculo d...
ART-02_15-20.csv	7/01/2020 12:11 a. m.	Archivo de valores...
ART-02_15-20.pdf	7/01/2020 12:10 a. m.	Chrome HTML Do...
ART-02_15-20.xlsx	7/01/2020 12:11 a. m.	Hoja de cálculo d...
ART-02_21-28.csv	7/01/2020 12:12 a. m.	Archivo de valores...
ART-02_21-28.pdf	7/01/2020 12:10 a. m.	Chrome HTML Do...
ART-02_21-28.xlsx	7/01/2020 12:13 a. m.	Hoja de cálculo d...

Documentos CSV generados para cada parte dividida de los documentos

Figura 10. Documentos CSV generados para cada parte dividida de los documentos

2. Construcción del resumen de resultados (Figura 10 y Figura 11)
 - a. Básicamente es la construcción de la recopilación de los resultados del punto anterior, en donde se realiza la unión de todas las entidades y conceptos obtenidos en el punto 1.b, de cada carpeta (tema).
 - b. Luego, se construye el archivo CSV con el siguiente contenido
 - *Entry type*
 - Sumatoria de la relevancia (va de 0-100),

- Concepto
- Repeticiones
- Limpieza de los resultados en donde se escogen de forma manual los conceptos que sirven para el análisis.

	A	B	C	D	E	F
1	Entry type	Relevance	Form	Type	Repeticiones	
2	Concept	3407	Río	Dimensión S	53	
3	Concept	2830	Río Bogotá	Dimensión S	50	
4	Entity	2583	Bogotá	Adm2	73	
5	Concept	2530	Calidad del a	Dimensión S	39	
6	Concept	1959	Ambiental	Dimensión S	49	
7	Concept	1827	clase	Organization	72	
8	Concept	1665	Cuenca	Dimensión P	47	
9	Entity	1367	Colombia	Country	38	
10	Concept	1286	valor	Person	42	
11	Concept	1282	Cuerpo de a	Dimensión S	28	
12	Entity	1154	Corporación	Organization	26	
13	Concept	1031	objetivo de c	Top	20	
14	Concept	999	Monitoreo	Dimensión S	30	
15	Concept	996	condición	Top	70	
16	Concept	857	oxígeno	ChemicalEle	35	
17	Concept	794	Aguas residu	Dimensión S	25	
18	Concept	760	decámetro c	SpaceUnit	38	
19	Concept	757	área	Location	38	
20	Concept	752	miligramo	WeightUnit	30	
21	Concept	748	corriente	WaterForm	64	
22	Concept	736	Recurso híd	Dimensión S	24	
23	Concept	717	Aguas	Dimensión S	37	

Documento CSV creado de cada una de las partes divididas

Figura 11. Documento CSV creado de cada una de las partes divididas

3. Análisis porcentual dimensiones contempladas en la gestión del recurso hídrico (sostenibilidad ambiental, social, política, económica) (Figura 12): En este análisis, es en donde se lee el archivo del punto 2.b agrupando el contenido del archivo, teniendo en cuenta las dimensiones tanto del diccionario personalizado, como de las asignadas manualmente, en donde se obtienen los porcentajes y valores numéricos totales de cada uno de los conceptos obtenidos, por cada dimensión y así visualizar de manera puntual y exacta el valor correspondiente para cada dimensión.

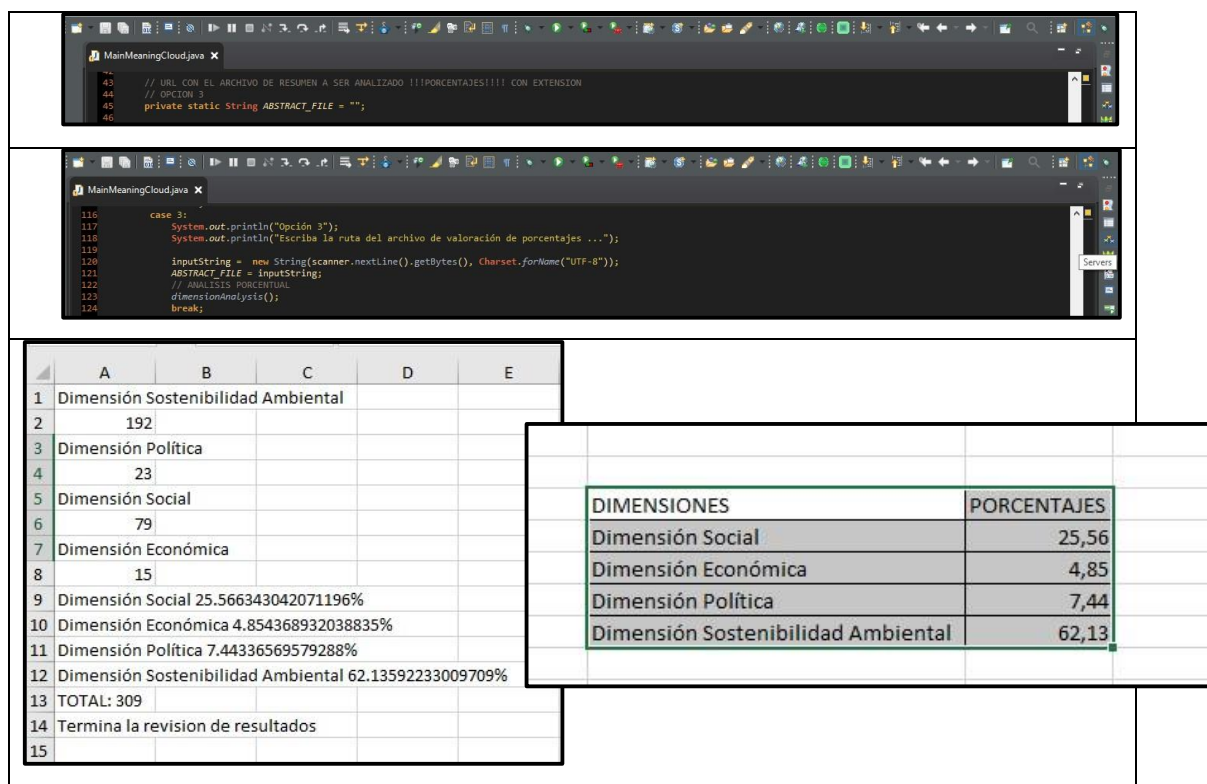


Figura 12. Análisis porcentual dimensiones contempladas en la gestión del recurso hídrico

A partir de esta información en formato CSV, se procede a transformar a formato XLSX (Excel), con el fin de poder procesar la información en términos estadísticos y la obtención de gráficas para el análisis, (Figura 13).

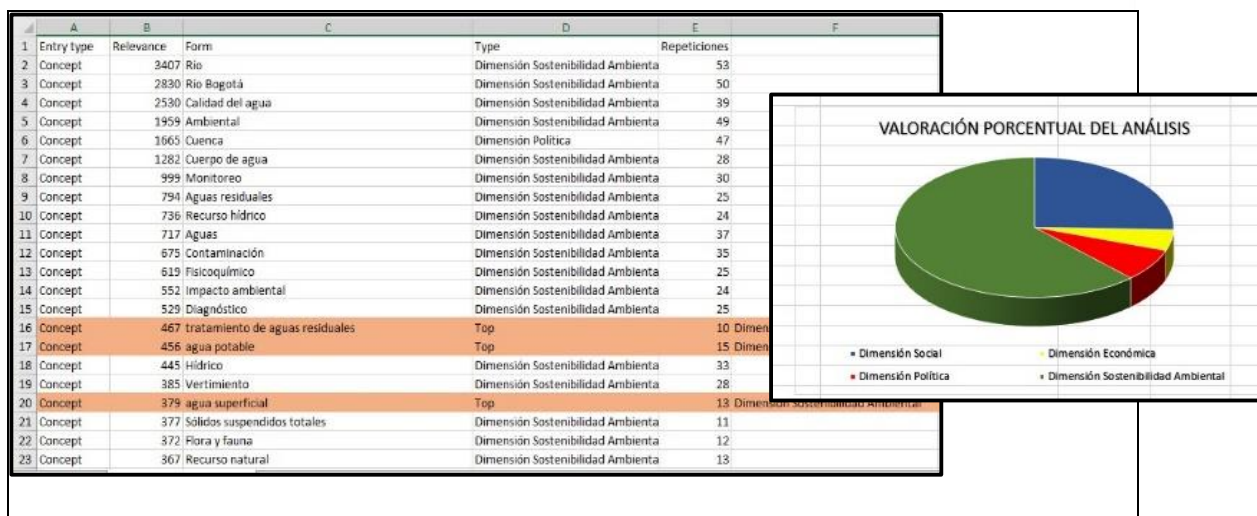


Figura 13. Valoración porcentual del análisis.

Adicionalmente, se realizó una compilación de la información disponible por la CAR, basada en los índices de calidad del agua del río Bogotá (6 años), con el fin de evaluar el comportamiento de la misma debido a que, como se verá más adelante, la calidad del agua es una variable importante para la toma de decisiones, por tanto, para la gestión del recurso

Para la fase III:

Para obtener los principios de gobernanza del agua aplicables a la cuenca del río Bogotá; se realizó una comparativa entre la información obtenida y los principios definidos por la OCDE 2015. Dichos principios se agrupan en tres dimensiones principales, las cuales son: La efectividad de la gobernanza del agua, que se refiere a la contribución de la gobernanza en definir metas y objetivos sostenibles y claros de las políticas del agua en los diferentes órdenes de gobierno, (OCDE, 2015), La eficiencia, que se refiere a la contribución de la gobernanza en maximizar los beneficios de la gestión sostenible del agua y el bienestar al menor costo, (OCDE, 2015), y la confianza y participación, que se refiere a la contribución de la gobernanza en la creación de la confianza entre la población, y en garantizar la inclusión de los actores por medio de legitimidad, democracia y equidad, (OCDE,

2015). Ver Figura 2, por medio de la aplicación de encuestas a diferentes actores que han tenido injerencia en los planes y proyectos del río Bogotá, relacionados con el cumplimiento de la sentencia, en donde se incluyó el autor de esta investigación, ya que desde su figura en investigación y al frente del conocimiento externo, tiene una visión que puede dar a conocer la perspectiva externa que se tiene de la cuenca y la docente directora del trabajo de investigación; para determinar el grado de acercamiento y cumplimiento entre la información y el conocimiento que se tiene sobre la gestión del recurso hídrico en la cuenca del río Bogotá (derivado de la presente investigación y el conocimiento propio de los actores seleccionados). Para llevar a cabo una tabulación precisa de las encuestas, se pretendió realizarlas desde el conocimiento de los actores que han influido directamente sobre la gestión de la cuenca, en donde se contemplan perfiles diversos de actores como: Actores sociales en la participación y planificación, teniendo en cuenta actores públicos, privados y comunitarios, ya que estos mismos son los que demandan unas necesidades de recurso hídrico, los que le dan un uso al agua y en últimas, los que generan conflictos por uso (Marín y Castillo, 2018). Actores institucionales como Gobernación, CAR y Alcaldías, Actores económicos como los Gremios de producción y Actores como las asaciones de acueductos y usuarios del recurso Hídrico.

Debido a la emergencia sanitaria que se vive a nivel mundial generada por el virus SARS – CoV-2, COVID – 19, no fue posible llevar a cabo la implementación de las encuestas teniendo en cuenta a todos los actores propuestos, sin embargo, se logró realizar el estudio, con seis actores clave. Los actores que participaron en dichas encuestas, agruparon perfiles de carácter crítico, técnico y personal en términos del conocimiento de los temas de importancia en esta investigación para la cuenca del río Bogotá. Sus perfiles, están enmarcados dentro de:

Actor 1: Funciones en la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos – UAESP con el apoyo de los procesos de seguimiento de las ordenes de la sentencia, para el distrito capital. PGIRS.

Actor 2: Involucrado en el tema de uso eficiente y ahorro del agua con distintos actores y administraciones municipales, en lo relacionado con educación ambiental y en proyectos sobre cultura del agua.

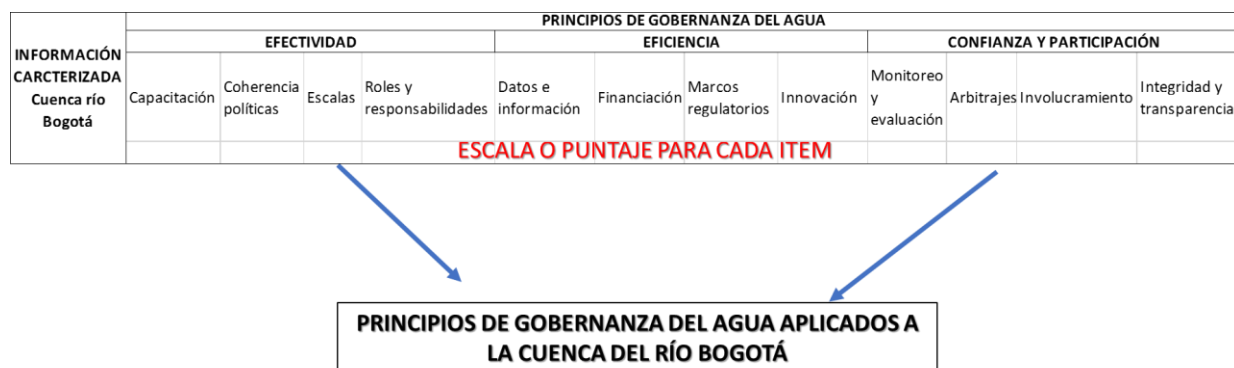
Actor 3: De la secretaría de Planeación de Funza en el equipo de trabajo PBOT.

Actor 4: Hace parte del equipo de gestión del sistema hídrico del distrito capital en relación con las actividades del POMCA del río Bogotá.

Actor 5: Docente USTA y creación del observatorio ambiental de la cuenca del río Bogotá OCRB.

Actor 6: Autor de la presente investigación.

Dichas encuestas, tuvieron en cuenta los 12 principios que conforman los tres grupos relevantes que encierran el concepto de Gobernanza del agua; se evaluaron con los criterios propios de cada actor, valorándolos posteriormente con un puntaje de 0 (No es aplicable) a 5 (existe y funciona), teniendo en cuenta el marco de indicadores de gobernanza del agua (OCED, 2018). Se establece un semáforo con objetivos específicos como la existencia y nivel de implementación de las condiciones marco del sistema de gobernanza del agua, los cambios previstos en el sistema de gobernanza del agua a lo largo del tiempo y el nivel de consenso entre las partes interesadas sobre la evaluación realizada y los resultados de las encuestas implementadas (OCDE, 2018) (Figura 14).



Punto de partida del semáforo					
Existe y funciona	Existe, parcialmente implementado	Existe, no está implementado	El marco está siendo desarrollado	No existe	No es aplicable

Figura 14. Definición principios de gobernanza del Agua aplicados a la cuenca del río Bogotá

Dentro de los tres (3) grupos mencionados, que enmarcan la gobernanza del agua ‘Efectividad, Eficiencia y Confianza y Participación’, se tienen en cuenta los doce (12) principios de gobernanza del agua, como lo son: Roles y responsabilidades claros, Escalas apropiadas dentro de los sistemas de cuenca, Coherencia de políticas, Capacitación, Datos e información, Financiación, Marcos regulatorios, Gobernanza innovadora, Integridad y transparencia, Participación de las partes interesadas, Arbitrajes entre usuarios del agua, áreas rurales y urbanas, y generaciones, Monitoreo y evaluación.

Se definen evaluando los siguientes criterios:

Existe y funciona: La dimensión de la gobernanza que se analiza está completa y es pertinente a todos los efectos; no se han observado problemas importantes.

Existe, parcialmente implementado: La dimensión de la gobernanza que se analiza existe, pero no se ha implementado por completo. Puede haber partes que claramente falten para poder tener un marco completo. Esto puede deberse a varios motivos, como financiación insuficiente, cargas regulatorias, procesos burocráticos demasiado extensos, etc.

Existe, no está implementado: La dimensión de la gobernanza que se analiza existe, pero no se ha implementado. Por ejemplo, puede no estar en funcionamiento o las actividades no son lo suficientemente relevantes para tener un papel real en un posible avance.

El marco está siendo desarrollado: La dimensión de la gobernanza que se analiza no existe aún, pero el marco está siendo desarrollado:

No existe: La dimensión de la gobernanza que se analiza no existe y no hay ningún plan o acciones en marcha para desarrollarla.

No es aplicable: La dimensión de la gobernanza que se analiza no es aplicable en el contexto en el que se realiza la autoevaluación, (OCED, 2018).

En términos de gobernanza del agua, se evalúa también un aspecto de gran importancia, y de gran utilidad en este estudio, que se define en términos de consenso. El nivel de consenso se representa visualmente por un número creciente de gotas, de una a tres, que indican un consenso débil, aceptable y amplio, respectivamente. El objetivo es tener en cuenta las diferentes opiniones expresadas de los actores encuestados (Figura 15), (OCED, 2018).

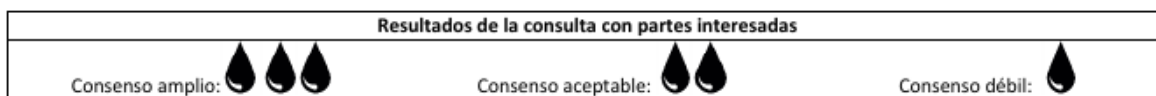


Figura 15. Definición del consenso

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización de la información generada en torno a la gestión del recurso hídrico de la cuenca del río Bogotá

Se realizó el análisis de trescientos siete (307) documentos clasificados en artículos científicos, informes técnicos, algunos correspondientes a normatividad, trabajos de grado de nivel pregrado y posgrado. El análisis de minería de textos, contempla la extracción de los temas más *relevantes* de cada uno de los documentos analizados, teniendo en cuenta la frecuencia de aparición de cada uno de esos temas en el texto, el cual le confiere una relevancia de los conceptos, que se calcula directamente de los datos adquiridos de la frecuencia (ligada a la cantidad de

apariciones de los conceptos de texto enviado), dado esto, la relevancia más alta, es la que está determinada con un valor de 100, en donde el resto de los elementos obtienen una relevancia menor y relativa respecto al número de apariciones del concepto. Esto, constituye la base para los análisis que se presentan a continuación. El análisis de la información se realizó considerando dos aspectos, por un lado, la información fue organizada y categorizada teniendo en cuenta cuatro temáticas principales: gestión del recurso hídrico, gobernanza del agua, calidad del agua y otros temas transversales como la gestión del riesgo y el fortalecimiento económico. Adicionalmente, de estas categorías principales generadas previamente, se extrajeron las temáticas de mayor relevancia teniendo en cuenta las dimensiones para el tema de la gobernanza del agua (dimensión social, política, económica y de sostenibilidad ambiental) (PNUD, 2006).

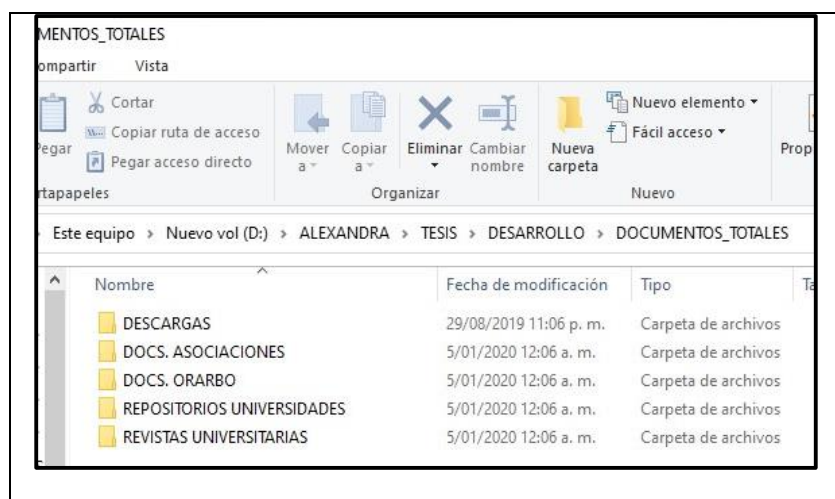
A partir de esto, se obtuvo una caracterización precisa de la información correspondiente a la gestión del recurso hídrico generada durante los últimos diez años en la cuenca del río Bogotá a través de la técnica minería de textos; teniendo en cuenta los principios de gobernanza del agua. Adicionalmente, se pudo complementar la información relacionada con calidad del agua en la cuenca, ya que no solo se obtuvieron resultados con la técnica de minería de textos, sino que también los boletines de calidad del agua para toda la cuenca, que proporcionaron información confiable y detallada de la zona; teniendo en cuenta que uno de los componentes más importantes sobre la temática de gobernanza del agua es el de monitoreo y evaluación; enmarcado en el principio de confianza y participación.

Este estudio sirve como base para la definición de principios de gobernanza del agua en un contexto regional, para lograr la aplicación real de dichos principios en la cuenca, priorizada por el consejo de estado, ya que, con los resultados obtenidos, que pudo conocer un acercamiento real, de la situación de la cuenca, para cada uno de los principios; y a futuro, en otras cuencas del país, en donde se haya generado la suficiente cantidad de información en los últimos años.

El primer análisis de la información, en donde se clasificaron, todos y cada uno de los documentos obtenidos, dio como resultado cinco (5) grupos de información que se clasificación como:

- Obtención de información

1. Documentos descargados con el fin de alimentar la base de datos existente.
2. Documentos de asociaciones.
3. Documentos ORARBO.
4. Documentos de los repositorios de universidades.
5. Documentos correspondientes a revistas y boletines universitarios.



.Figura 16. Información obtenida

Clasificación de la información

Esta información se reorganizó en cinco (5) grupos de documentos denominados de forma tal, que las categorías se acercaran a una forma de nueva clasificación más sencilla, así:

1. Artículos científicos.
2. Informes técnicos ambientales.
3. Normatividad.

4. Otros tipos.

5. Trabajos de grado.

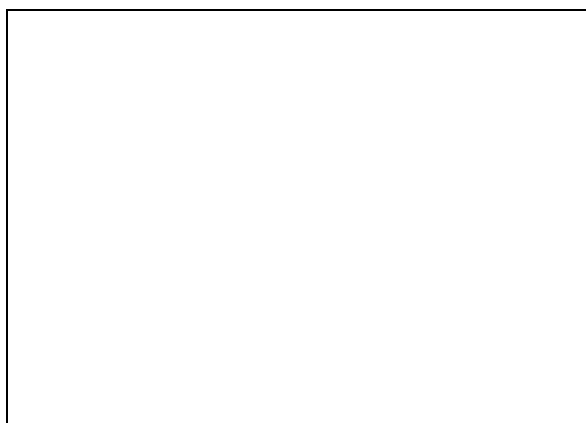


Figura 17. Clasificación de la información

Limpieza del ruido

Luego de depurar esta información, se obtuvieron cinco (5) nuevas categorías de clasificación final, con la cual se realizó el análisis completo, en donde se analizaron utilizando los diferentes software y herramientas, mencionadas anteriormente. Estos nuevos grupos de documentos, quedaron reorganizados de la siguiente forma:

1. Gestión Integral del recurso Hídrico
2. Gobernanza del agua
3. Transversales
4. Sentencia de descontaminación del río Bogotá
5. Calidad del Agua



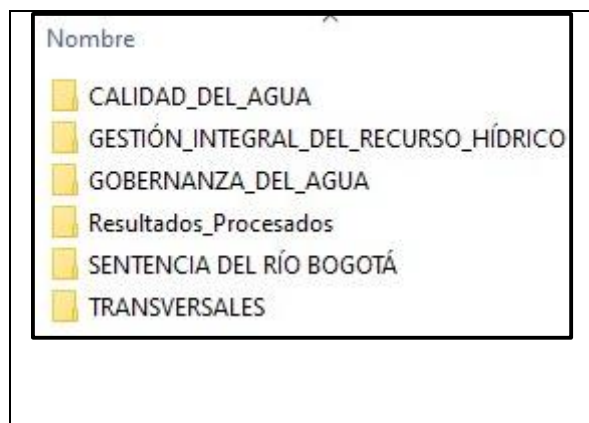


Figura 18. Información limpia para el análisis

En términos generales, las investigaciones relacionadas con la gestión del recurso hídrico cubren varios temas como contaminación y calidad del agua del río Bogotá y las subcuencas asociadas (río Tunjuelo, Salitre, Fucha, entre otros); a través del análisis de condiciones físicas o químicas como, las cargas contaminantes o del componente biológico por medio del análisis de calidades tróficas, la evaluación de la estructura y dinámica de comunidades planctónicas, de macroinvertebrados, perifiton, fitoplancton, entre otras.

Otros temas relevantes son el saneamiento y recuperación de sistemas hídricos, desarrollados por medio del análisis de necesidades de la ciudad y la comunidad; actividades de educación ambiental para la apropiación social del territorio, de recuperación y conservación de componentes florísticos y faunísticos; actividades de zonificación del territorio, con el establecimiento de áreas de conservación, áreas de amortiguación, áreas de conectividad física o biótica (implementación de corredores biológicos). Se tienen, además propuestas para la optimización de la calidad de redes hídricas y calidad de agua pensadas en el mejoramiento de tiempos, espacio y gastos económicos necesarios en actividades como el monitoreo.

Gestión ambiental y manejo sostenible es otro tema de especial interés en el análisis del recurso hídrico, en los estudios recopilados se presentan propuestas para el

manejo sostenible de recursos naturales, establecimiento de ejes estratégicos y planes para la gestión de los humedales de la ciudad capital.

En menor proporción se encontraron estudios relacionados con temas de salud pública, análisis desde el punto de vista hidrológico, temas específicos como estudios hidrogeológicos, determinación de huella hídrica, concepto asociado al contenido de agua oculta en cualquier bien o servicio consumido por un individuo o grupo de individuos de un área específica, análogo al concepto de huella ecológica, que permite analizar el impacto de los hábitos de vida y consumo de la población bajo escenarios de recursos naturales finitos (GSI-LAC S.AS., 2017). También, es importante mencionar algunos estudios sobre la descontaminación del río o sus afluentes, a través de bio o fitorremediación que se ha convertido en una alternativa atractiva y prometedora frente a las técnicas físico-químicas tradicionales, para la remediación de los compuestos que contaminan el agua y el ambiente.

La Figura 19, muestra el comportamiento de las temáticas principales, abordadas en las investigaciones sobre la cuenca del río Bogotá, expresadas en términos de porcentaje (con respecto al número total de documentos consultados). Temáticas como la calidad del agua, modelación hidrológica, ordenamiento territorial, paisajismo y urbanismo son las de mayor interés, que se han abordado de manera constante durante los últimos diez años; en menor proporción se han abordado temas relacionados con la gestión y el manejo; gobernanza en donde se mencionan temáticas como la inclusión social, dinámica cultural, metabolismo social, bienestar y calidad de vida; descontaminación, salud pública y saneamiento básico, impactos ambientales y biodiversidad, esta última relacionada con la diversidad de especies asociadas a los ecosistemas y ambientes acuáticos de la cuenca.

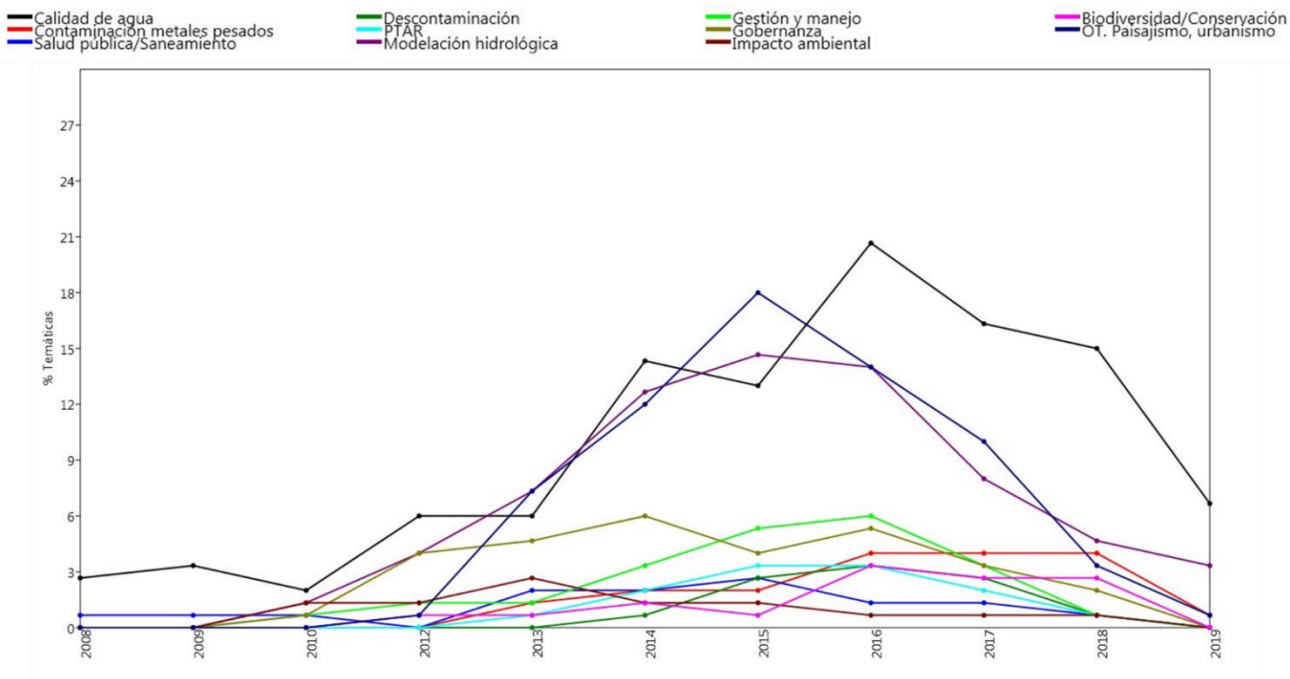


Figura 19. Comportamiento de las temáticas principales, abordadas en las investigaciones sobre la cuenca del río Bogotá a lo largo del tiempo

Dimensiones de la gobernanza del agua

El (PNUD, 2006), contempla el análisis de gobernanza del agua teniendo en cuenta cuatro dimensiones: sostenibilidad ambiental, social, política y económica. Los estudios realizados durante los últimos diez años en la cuenca del río Bogotá, se centran en la dimensión ambiental con un 62%, seguido de la dimensión social (26%), las dimensiones política y económica se abordan en menor grado con un porcentaje de 7% y 5% respectivamente (Figura 20).

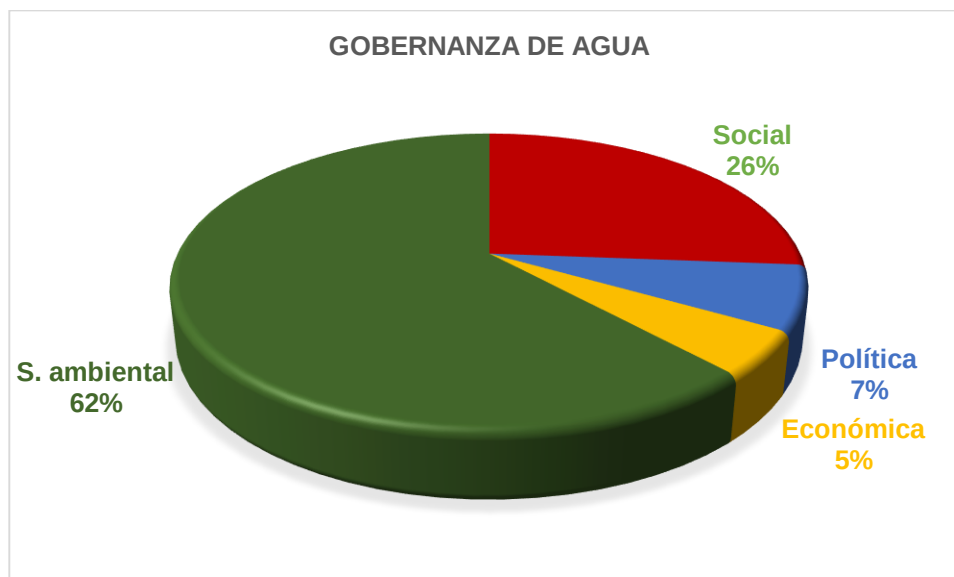


Figura 20. Gráfica de valores para la información de Gobernanza del agua, en términos de dimensiones.

Dimensión social:

Hace referencia a la distribución desigual del acceso al agua, relacionada con la cantidad de agua disponible y la calidad de la misma, que son aspectos vinculados con la salud y las oportunidades de sustento de los seres humanos que varían según la clase socioeconómica y según habite en sector urbano o rural, (PNUD, 2006). Los términos de mayor relevancia en esta dimensión están relacionados como es de esperarse con la comunidad y la sociedad, población y habitantes; en temáticas como el consumo, la gestión y el territorio, agua potable y salud, educación y calidad de vida (Figura 21). Dentro de los contextos sociales, se contemplan aspectos como la geopolítica, buscando realizar integraciones poblacionales, que buscan la igualdad para mejorar las situaciones de desarrollo, economía y política; en este sentido, podría decirse, que la vida humana, ha cambiado en términos positivos. No obstante, las administraciones (Alcaldías y Gobernaciones) trabajan de manera continua en la mejora global de estos aspectos, ya que, a la actualidad, los resultados, no han sido lo más favorables ni los esperados, (PNUD, 2016). Situaciones como las de más de 370 millones de personas de 70 países, se identifican como indígenas, las cuales, sufren algún tipo

de discriminación y exclusión, en términos de educación en su propio idioma, por ejemplo, acceso a la tierra y al agua potable, situaciones que no son ajenas a este territorio. Sin embargo, el enfoque de desarrollo humano, ofrece una forma sistemática de articular propuestas, a favor de mejorar dichas situaciones, y encontrar la forma de llegar a "0" en términos de vulnerabilidad social. Las interacciones entre factores incluyentes, que tengan en cuenta a la sociedad, mejoran de manera visible, la intervención de la comunidad en diferentes contextos. Las personas y entidades responsables en esta materia apoyan y potencian el desarrollo. Estas perspectivas no solo van más allá de las pretensiones mínimas del desarrollo humano, sino que pueden ser también una poderosa herramienta para obtener factores de inclusión comunitaria (PNUD, 2016). Para la zona de interés, se han evaluado diferentes propuestas que contemplan temas Manejo y Protección Ambiental como por ejemplo, el papel de los ecotonos urbanos en la planificación de las corredores ecológicos de ronda caso de estudio río Fucha Bogotá D.C, el plan de recuperación de los humedales de Bogotá Caso Humedal Juan Amarillo, Técnica de reducción de escala estadística basada en la teoría del caos: aplicación y desempeño en la Cuenca del Río Bogotá, entre muchos más, por medio de vinculación de los ciudadanos, involucrándolos en temas de cuidado de la biodiversidad, uso adecuado del agua, recuperación de fuentes hídricas, generación de espacios de adaptación para momentos extremos como sequía y/o lluvias intensas, crecimiento poblacional, entre muchos otros, sin dejar de lado las necesidades poblacionales en términos locales y metropolitanos. Las investigaciones realizadas por instituciones académicas y gubernamentales evidencian situaciones como el crecimiento poblacional de la zona, que ha generado baja calidad de vida y oportunidades de crecimiento escasas, es por eso, que, a nivel administrativo, se ha pensado en un territorio que armonice tanto los ecosistemas como las zonas urbanas, implementando acciones de recuperación ambiental, desarrollo de infraestructura y desarrollo socioeconómico y cultural, (Barrueto y Calderón, 2017). Se encontraron también, temas como la promoción de

senderos ecológicos, que aporten de manera positiva en cambios culturales y tejido social para la vida, por medio de acciones en conjunto, que permitan la participación de la comunidad, enfocadas en el arte, la cultura, la recreación el deporte, con el fin de que se promueva la apropiación del espacio público y del cuidado del medio ambiente, todo esto inmerso dentro de proyectos de conectividad hídrica y de participación social. Todos estos conceptos, se han evaluado con el fin de devolverle la vitalidad y verdadera importancia que la zona necesita, toda esta información, obtenida de manera detallada por medio de la herramienta del análisis de textos con meanin cloud, que extrae los tópicos más relevantes para concluir esta clasificación. Figura 21.

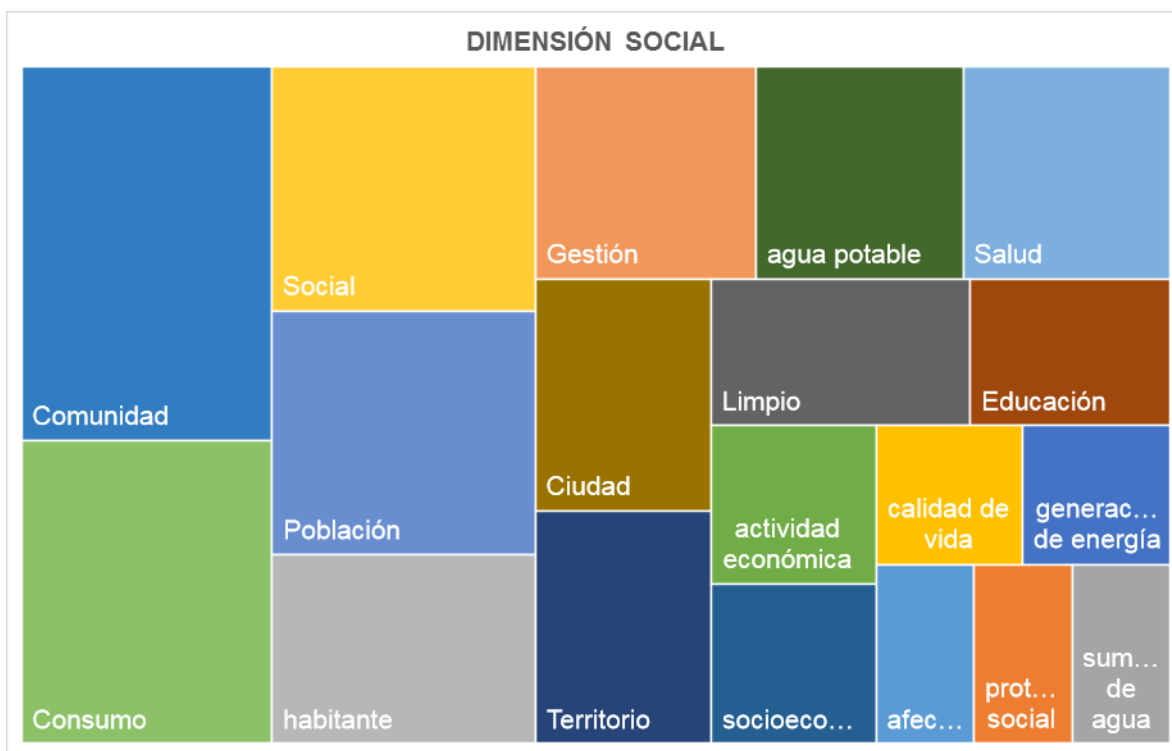


Figura 21. Temáticas de mayor relevancia en la dimensión social

En menor proporción se encuentran temáticas relacionadas con el abastecimiento de agua, en donde no sólo un gran porcentaje de la población no goza de un sistema de suministro de agua potable, también, temas como son el uso desmedido del agua, o la falta de culturización de los ciudadanos a la hora de entender que un

sistema de agua potable, requiere de costos y que no solo se debe pensar en términos de que el agua es de todos, sino también que en términos holísticos, las administraciones cumplen con medidas necesarias para así llegar a más pobladores cada día, pero es responsabilidad de la ciudadanía lograr un uso razonable del recurso (Camacho et.al, 2017). Temas como el tratamiento de aguas, el control, los sistemas y red de calidad de agua, la gestión del riesgo, las medidas de mitigación a los impactos (Sandoval, 2016), son contenidos que requieren de atención inmediata, ya que de una u otra manera se han dejado de lado. Propuestas innovadoras, que involucren sistemas propios de la región, proyectos que permitan repensar el sentido de desarrollo de la cuenca, dirigidos hacia un agotamiento inmediato de los recursos. Las investigaciones destacan la necesidad de involucrar a las entidades gubernamentales y académicas, con la dimensión social, que den paso al control del uso del sistema fluvial, o el fortalecimiento de temas como la movilidad, por ejemplo, teniendo en cuenta las condiciones económicas, físicas, ambientales e institucionales, para fomentar estrategias de implementación de nuevos sistemas, entre otros aspectos sin embargo; en esta dimensión se presentan vacíos, como por ejemplo en la caracterización de conocimientos, percepciones y aportes sociales de una forma más integral (Figura 22).

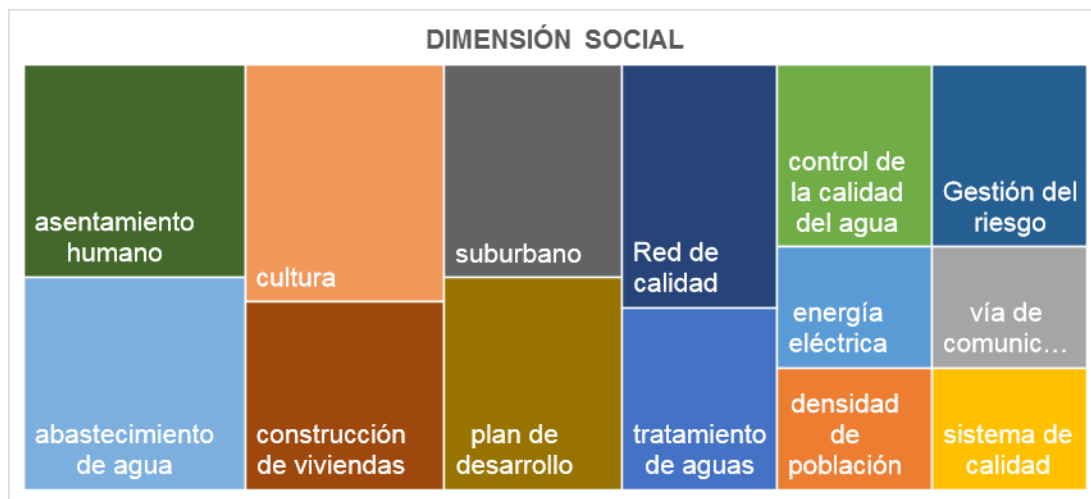


Figura 22. Otras temáticas de relevancia en la dimensión social

Dimensión política:

Está relacionada con el fortalecimiento de las capacidades de enfrentar los temas de gobernanza del agua y las instituciones involucradas directamente en la administración de la cuenca, en donde se ha visto reflejado el interés de instituciones como la CAR, como portavoz de la comunidad, con el fin de promover sus intereses relacionados con el agua. Debido a que, en la mayoría de los casos, estos grupos sociales no tienen una incidencia real y efectiva en los procesos políticos sobre la gestión del agua que los afectan de forma directa (PNUD, 2006). Las temáticas de mayor relevancia en esta dimensión se relacionan con la infraestructura, enfocada hacia el fortalecimiento; aspectos teóricos de administración, manejo y ordenación de cuencas hidrográficas, los planes de ordenamiento territorial -POT's y la política ambiental nacional, regional y municipal. Incluyen también el fortalecimiento de la apropiación en términos de ecosistemas enlazados con la cultura, por medio de un enfoque sistémico y de aportes comunitarios e institucionales, y prestación de servicios (Rodríguez y Jeangros, 2013). Se ha propuesto el diseño de lineamientos de gestión ambiental pedagógica, en donde se vea compromiso político, ligado a estrategias y líneas de programas que promuevan métodos de cultura sostenible del agua, encontrándose, el Acueducto de Bogotá, como uno de los principales actores involucrados (Figura 23).

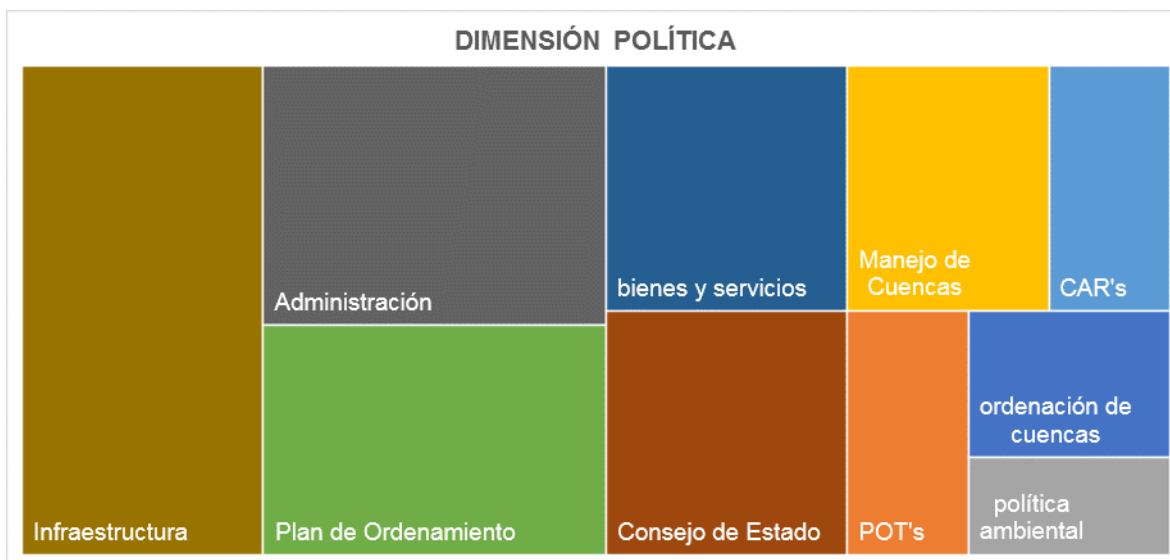


Figura 23. Temáticas de mayor relevancia en la dimensión política

Dimensión económica:

Tiene que ver con el uso eficiente de los recursos hídricos y el papel del agua en el crecimiento económico global; está estrechamente vinculada con la reducción de la pobreza y el crecimiento económico, pues estos últimos dependen del agua y de otros recursos naturales (PNUD, 2006). En la cuenca del río Bogotá, se contemplan aspectos como la financiación y la asignación de recursos, provenientes del sistema general de regalías y el presupuesto general de la nación, inversiones ambientales y públicas, contribución y crisis financiera (Niño, 2016), (Figura 24).

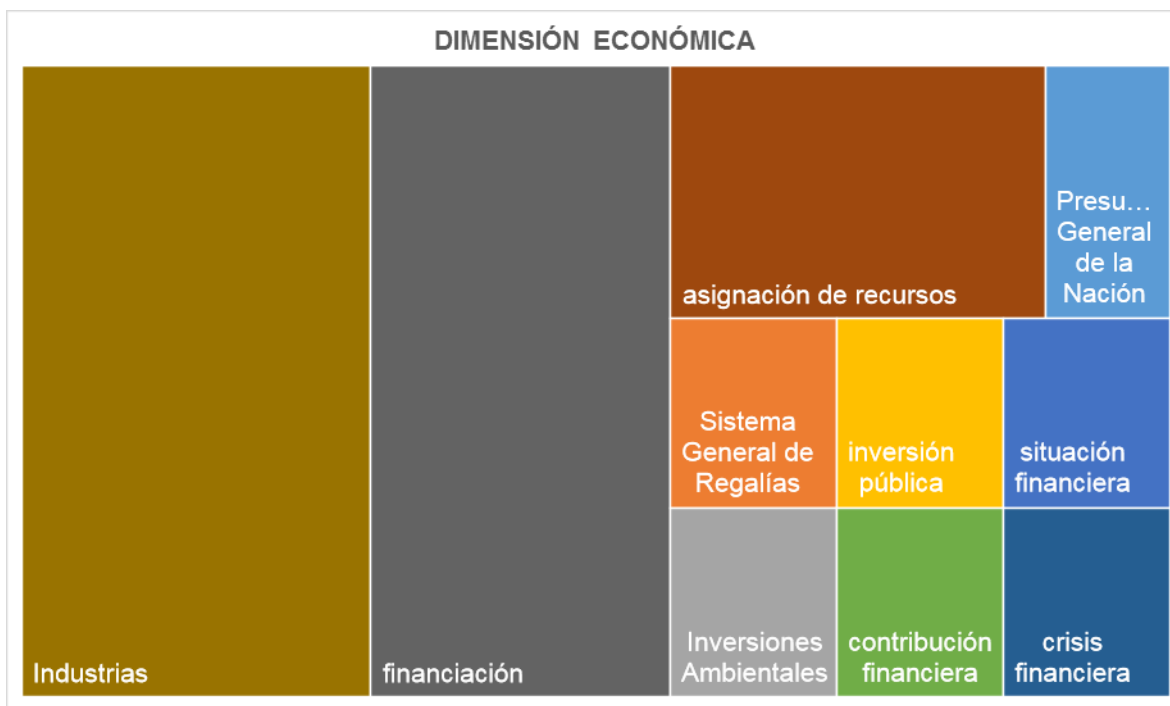


Figura 24. Temáticas de mayor relevancia en la dimensión económica

Por su parte la dimensión de sostenibilidad ambiental, (Figura 25), busca que la gestión del agua se vincule tanto con la sostenibilidad del recurso hídrico, como con la integridad del ecosistema; en este sentido, se contemplan aspectos como el flujo del agua de calidad, pues este desempeña un papel fundamental en el adecuado funcionamiento del ecosistema. Plantea en últimas la importancia del recurso hídrico en la conservación del ambiente (PNUD, 2006).

En la cuenca del río Bogotá, los aspectos de mayor interés en esta dimensión están relacionados con la calidad del agua por esta razón, gran parte de los estudios analizados, se enfocan en el monitoreo y diagnóstico de la calidad del agua, con el desarrollo de la medición y el análisis de variables fisicoquímicas, como pH, sólidos disueltos totales, conductividad eléctrica; se incluyen además, estudios sobre la distribución de comunidades biológicas que sirven como indicadoras de la calidad del agua; aunque hay algunos que se desarrollan a lo largo del río, la mayoría de estos se centran en los humedales urbanos de la cuenca media; ya que constituyen ecosistemas importantes porque permiten el control de las inundaciones, regulan la

calidad del agua y son fundamentales para la biodiversidad (ENA, 2018). En términos generales, los estudios registran condiciones eutróficas de los humedales, con gran cantidad de carga orgánica, relacionado con aguas contaminadas, como el caso del Humedal Meandro del Say, ubicado en la localidad de Fontibón (Arias, et al P., 2015), uno de los que poseen mayores tensiones por la intervención antrópica. El humedal de Jaboque, también sometido a vertimientos, conexiones erradas, fragmentación, entre otros tensionantes (Guzmán y Murillo , 2015). El Humedal Santa María del Lago, ambiente caracterizado por el estancamiento de las aguas y presencia de vegetación abundante, (PARDO, 2017), estos tres, como principales afectados de acuerdo con lo mencionado en las investigaciones citadas. Teniendo en cuenta los avances significativos en términos de ciencia y tecnología, se han ofrecido diversas herramientas con las que se pueden lograr análisis profundos y precisos en el estudio del recurso hídrico. A nivel departamental, se ha buscado inmiscuir la problemática de contaminación del recurso hídrico, en donde por medio de herramientas tecnológicas precisas, como los sistemas de información geográfica, se realicen monitoreos constantes, para la mejora de la calidad hídrica y un buen aprovechamiento y reaprovechamiento del recurso, como la guía metodológica desarrollada por el (IDEAM Y MADS, 2013), que tiene como objetivo "suministrar a los funcionarios de las entidades del Distrito Capital, los elementos metodológicos comunes para el estudio regional del agua de la región Bogotá-Cundinamarca". Vale la pena mencionar también el estudio realizado por (Castro, et al, 2015), en donde realizaron un análisis de la calidad del agua del río Bogotá, usando la técnica de minería de datos, estudio al que se hará referencia más adelante. Adicionalmente, se menciona el empleo de herramientas tecnológicas para el manejo de soluciones residuales, recuperación de aguas, materiales y sistemas, control del deterioro de la biodiversidad, mejora de los servicios ecosistémicos, reducción y mitigación de daños, y demás, se realizan en conjunto, con el fin de mejorar el sistema hídrico de la cuenca, en la búsqueda de la recuperación del recurso hídrico del río Bogotá (Figura 24).

Otra temática de especial relevancia es la asociada a impactos ambientales, si bien en la actualidad se cuentan con medidas y estrategias que mitigan el impacto ambiental asociado con el mal uso y manejo de nuestros recursos, en la zona se cuenta con situaciones puntuales, que están asociadas a impactos ambientales, los cuales son puntos de vulnerabilidad conocidos administrativamente, y que por ende, a la actualidad se buscan medidas de evaluación ambiental que permitan una zonificación exacta, con el fin de que se regulen y empleen medidas de protección, conservación, mitigación y manejo de estos impactos. Las huellas a las que mayor se hace referencia en la cuenca del río Bogotá, son las relacionadas con la operación del relleno sanitario Doña Juana, de la ciudad capital, a través de la evaluación del comportamiento de la descarga del lixiviado del relleno sanitario, generado por la descomposición de los residuos sólidos y las afectaciones por contaminación del recurso hídrico y el suelo, afectaciones por los residuos y vertimientos de las curtiembres que impactan desde la partes alta de la cuenca, y en la subcuenca del río Tunjuelo, donde se localiza el relleno (Madrigal y Lizcano , 2013); diagnósticos del componente hidrológico, atmosférico, biótico y social; y el cumplimiento de los planes de manejo ambiental de acuerdo con informes presentados por la CAR, en donde es posible observar que los componentes más afectados se relacionan con los componentes hidrológico y social y el no cumplimiento de los planes de manejo (Bucheli y Vera , 2014).

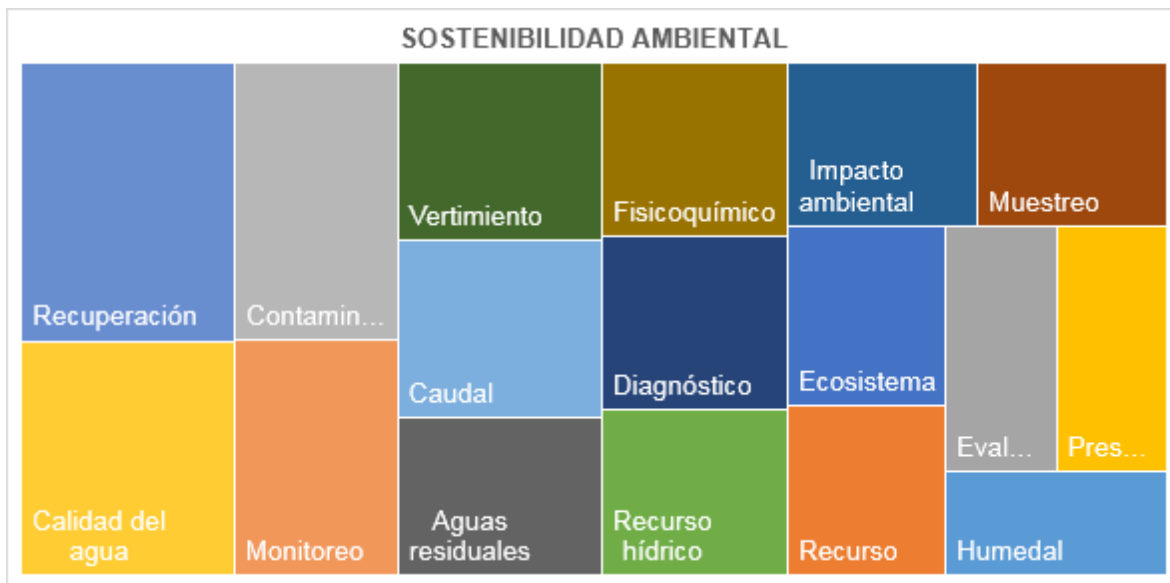


Figura 25. Temáticas de mayor relevancia en la dimensión de sostenibilidad ambiental.

Temáticas de menor interés están relacionadas con la hidrología y la hidráulica, en donde se han desarrollado modelaciones de la calidad de agua y calidad hidrodinámica, como el trabajo desarrollado por (Barbosa , 2013), que realizó el ejercicio para la represa del Muña, evidenciando la influencia del viento sobre la hidrodinámica; además, encontró que la represa es capaz de asimilar una alta fracción de carga contaminante. (Rodríguez y Jeangros, 2014), presenta un ejercicio de modelación a las alturas de las subcuencas de los ríos Fucha y Tunjuelo; en donde desde años atrás se ha propuesto la implementación de sistemas de tratamiento, para aliviar las cargas contaminantes a la altura de la cuenca media del río Bogotá, pero que a la fecha no se ha logrado su implementación; el estudio contempla dos escenarios de modelación de la calidad de agua en los ríos mencionados, encontrando que el modelo logra predecir los caudales de estos ríos y la calidad de agua de los mismos.

Modelaciones relacionadas con los fenómenos de inundaciones, la temática es de especial interés debido a las afectaciones que ha sufrido la ciudad de Bogotá en reiteradas ocasiones por épocas de invierno, por lo que los estudios se centran en las subcuencas urbanas de la ciudad; los estudios se han realizado particularmente en la subcuenca del río Salitre, en donde se ha evaluado la respuesta hidrológica

de la subcuenca, teniendo en cuenta variables hidrológicas, para la evaluación de periodos de retorno, intensidad máxima del caudal, evaluar la respuesta de las redes de alcantarillado; los estudios tienen en cuenta parámetros como el número de eventos de inundación en relación con el periodo de retorno y la frecuencia hidráulica, detectando una probabilidad de inundación de alrededor del 20% de la red de alcantarillado de la subcuenca, a lo largo del periodo de lluvias, (Santos y Ariza, 2014). Por otro lado, en términos de conservación, se han logrado llevar a cabo actividades de mantenimiento de estructura biológica natural, a pesar de las múltiples amenazas que afectan diferentes zonas, situaciones como la pérdida de cobertura, la invasión de predios, la minería ilegal, la cacería, la presencia de especies ferales, entre otras, son situaciones que han recibido atención con el fin de conservar sus remanentes en ecosistemas naturales como patrimonio y calidad de vida de los habitantes (Jiménez, et al, 2017). Obras de culturización y educación ciudadana que mitiguen, por ejemplo, focos de contaminación por el mal manejo y disposición de basuras, son las que también centran la atención de entidades a cargo de dicho avance, según (CAR, 2018), con el fin de garantizar la protección de recursos, como árboles y espejos de agua. A partir de modelos hidrológicos y socioeconómicos, y teniendo en cuenta que en la cuenca se cuenta con una gran riqueza ecosistémica, que, entre muchas otras, sirve también como abastecimiento para riego de los cultivos y consumo de animales, se ha podido tener claridad en las afectaciones que han tenido por los cambios de uso de suelos, los monocultivos, contaminación, manejo de aguas residuales, agricultura, sistemas de riego y la extensiva ganadería. Con base en estas evidencias se realizan obras como el diseño de un esquema de PSE (pago por servicios ecosistémicos), incentivando la conservación con cambios voluntarios en patrones habituales en el manejo de los suelos desde la comunidad, o bien sea, estimando costos de oportunidades para determinar valores a pagar a los propietarios, dejando así, los terrenos libres, con el fin de evitar la pérdida de bienes naturales y servicios de ecosistemas, fomentando así la restauración (Martínez y Moreno, 2015) (Figura 25)

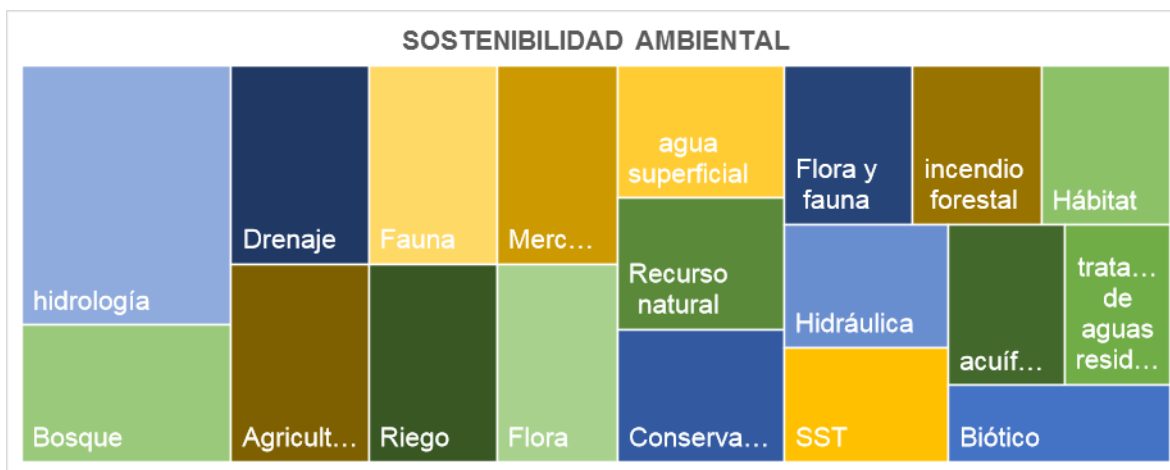


Figura 26. Demás temáticas de relevancia en la dimensión de sostenibilidad ambiental.

Calidad de agua en la cuenca del río Bogotá

La calidad de agua hace referencia a la aptitud de esta para su uso como bebida, para el soporte de una vida sana, para el riego y mantenimiento de cultivos, servicios de recreación entre otros (Roldan y Ramirez, 2008) por esta razón, su estudio es relevante a la hora de planear las actividades de gestión integral del recurso hídrico, entre otros aspectos porque la información sobre la calidad de agua, constituye la información técnica de soporte para la toma de decisiones necesaria en las actividades de gestión.

El rápido crecimiento urbano que se dio a partir de la década de los 50 en la cuenca del río Bogotá, ha ocasionado pérdida de la calidad de agua, debido a la canalización de los ríos, la destrucción de los humedales, el crecimiento de barrios de invasión en zonas propensas a inundaciones (Mundial, 2012); por esta razón, los temas de estudio de mayor interés o relevancia se relacionan con la calidad del agua y contaminación.

Es un tema de gran importancia también, para la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, la cual ha venido prestando gran interés en actividades que ayudan a mejorar el estado y la calidad del agua de río Bogotá. A partir de los

resultados obtenidos para el cálculo del Índice de Calidad del Agua en corrientes superficiales (ICA) durante los últimos seis años por la entidad, se realizó un análisis global, en donde se integraron todos los valores de dichos índices anuales, determinado valores promedio para definir como ha sido el comportamiento de la calidad del agua en la cuenca en ese periodo de tiempo. El índice de calidad del agua, es el valor numérico que mide y califica, la calidad del agua de una corriente superficial, teniendo en cuenta siete variables Figura 27, lo que permite conocer las condiciones de calidad fisicoquímicas del cuerpo de agua en estudio, determinado por problemas de contaminación en un punto determinado, (IDEAM, 2011), índices de calidad que se conservan y que se siguen tomando como referencia para la medida de la calidad del agua.

La Figura 28 muestra las categorías de los valores para expresar la calificación de la calidad del agua, que se puede expresar en cinco categorías (muy mala, mala, regular, aceptable y buena) (IDEAM, 2011), (CAR; Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca , 2019).

Variable	Expresada como	Peso de Importancia
Oxígeno Disuelto (OD)	% Saturación	0.16
Sólidos en Suspensión	mg/l	0.14
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/l	0.14
Conductividad Eléctrica	$\mu\text{S}/\text{cm}$	0.14
Relación N total/ P total	(mg/l)/(mg/l)	0.14
pH	Unidades de pH	0.14
Coliformes Fecales	NMP/100ml	0.14

Figura 27. Variables Involucradas en el Cálculo del ICA. IDEAM - 2011

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

Figura 28. Descriptores de Calidad del ICA. Fuente, IDEAM – 2011

A continuación, se muestran los resultados que se obtuvieron del Índice de Calidad del Agua del río Bogotá desde la CAR, en aguas de corrientes superficiales ICA, para los años disponibles públicamente: 2019, 2018, 2017, 2016, 2015 y 2014, a partir de la metodología propuesta por el IDEAM en las fichas metodológicas a nivel nacional.

Tabla 3. Descriptores simplificados del ICA, valores obtenidos para los tres sectores de la Cuenca el río Bogotá

CUENCA ALTA		Muy Mala	Mala	Regular	Aceptable	Buena
	2019-II	*	0,44	0,61	0,80	*
CUENCA ALTA		Muy Mala	Mala	Regular	Aceptable	Buena
	2019-I	*	0,37	0,60	0,77	0,90
2019	PROMEDIO	*	0,41	0,61	0,79	0,90

CUENCA ALTA		Muy Mala	Mala	Regular	Aceptable	Buena
	2018-II	*	0,42	0,58	0,79	*
CUENCA ALTA		Muy Mala	Mala	Regular	Aceptable	Buena
	2018-I	*	0,40	0,62	0,76	0,91
2018	PROMEDIO	*	0,41	0,60	0,78	0,91

CUENCA ALTA		Muy Mala	Mala	Regular	Aceptable	Buena
	2017-II	*	0,41	0,64	0,83	0,93
CUENCA ALTA		Muy Mala	Mala	Regular	Aceptable	Buena
	2017-I	*	0,40	0,63	0,83	0,91



2017	PROMEDIO	*	0,41	0,63	0,83	0,92
------	----------	---	------	------	------	------

CUENCA ALTA		Muy Mala	Mala	Regular	Aceptable	Buena
	2016-II	*	0,47	0,60	0,79	0,92
CUENCA ALTA		Muy Mala	Mala	Regular	Aceptable	Buena
	2016-I	*	0,37	0,59	0,77	0,91
2016	PROMEDIO	*	0,42	0,60	0,78	0,92

CUENCA ALTA		Muy Mala	Mala	Regular	Aceptable	Buena
	2015-II	*	0,36	0,61	0,77	0,90
CUENCA ALTA		Muy Mala	Mala	Regular	Aceptable	Buena
	2015-I	*	0,40	0,61	0,78	0,92
2015	PROMEDIO	*	0,38	0,61	0,77	0,91

CUENCA ALTA		Muy Mala	Mala	Regular	Aceptable	Buena
2014-II	2014	*	0,38	0,61	0,81	0,91

CUENCA MEDIA		Muy Mala	Mala	Regular	Aceptable	Buena
	2019-II	0,24	0,37	0,56	0,83	*
CUENCA MEDIA		Muy Mala	Mala	Regular	Aceptable	Buena
	2019-I	0,22	0,38	0,59	0,75	*
2019	PROMEDIO	0,23	0,37	0,58	0,79	*

CUENCA MEDIA		Muy Mala	Mala	Regular	Aceptable	Buena
	2018-II	*	0,39	0,52	0,79	0,91
CUENCA MEDIA		Muy Mala	Mala	Regular	Aceptable	Buena
	2018-I	0,23	0,39	0,59	0,82	0,92
2018	PROMEDIO	0,23	0,39	0,56	0,81	0,92

CUENCA MEDIA		Muy Mala	Mala	Regular	Aceptable	Buena
	2017-II	0,25	0,37	0,57	0,84	0,93
CUENCA MEDIA		Muy Mala	Mala	Regular	Aceptable	Buena
	2017-I	*	0,38	0,61	0,82	*
2017	PROMEDIO	0,25	0,38	0,59	0,83	0,93



CUENCA MEDIA		Muy Mala	Mala	Regular	Aceptable	Buena
	2016-II	*	0,38	0,56	0,78	*
CUENCA MEDIA		Muy Mala	Mala	Regular	Aceptable	Buena
	2016-I	0,24	0,38	0,60	0,73	*
2016	PROMEDIO	0,24	0,38	0,58	0,76	*

CUENCA MEDIA		Muy Mala	Mala	Regular	Aceptable	Buena
	2015-II	0,24	0,35	0,52	*	*
CUENCA MEDIA		Muy Mala	Mala	Regular	Aceptable	Buena
	2015-I	0,22	0,36	0,69	*	*
2015	PROMEDIO	0,23	0,36	0,61	*	*

CUENCA MEDIA		Muy Mala	Mala	Regular	Aceptable	Buena
2014-II	2014	0,23	0,33	0,59	*	*

CUENCA BAJA		Muy Mala	Mala	Regular	Aceptable	Buena
	2019-I	*	0,36	0,57	*	*
CUENCA BAJA		Muy Mala	Mala	Regular	Aceptable	Buena
	2019-II	*	0,43	0,69	0,76	*
2019	PROMEDIO	*	0,39	0,63	0,76	*

CUENCA BAJA		Muy Mala	Mala	Regular	Aceptable	Buena
	2018-I	*	0,38	0,55	*	*
CUENCA BAJA		Muy Mala	Mala	Regular	Aceptable	Buena
	2018-II	*	0,40	0,67	*	*
2018	PROMEDIO	*	0,39	0,61	*	*

CUENCA BAJA		Muy Mala	Mala	Regular	Aceptable	Buena
	2017-I	*	0,33	0,56	*	*
CUENCA BAJA		Muy Mala	Mala	Regular	Aceptable	Buena
	2017-II	*	0,39	*	0,76	*
2017	PROMEDIO	*	0,36	0,56	0,76	*

CUENCA BAJA		Muy Mala	Mala	Regular	Aceptable	Buena
-------------	--	----------	------	---------	-----------	-------

	2016-I	0,21	0,38	0,62	*	*
CUENCA BAJA		Muy Mala	Mala	Regular	Aceptable	Buena
	2016-II	*	0,42	0,56	*	*
2016	PROMEDIO	0,21	0,40	0,59	*	*

CUENCA BAJA		Muy Mala	Mala	Regular	Aceptable	Buena
	2015-I	*	0,37	0,65	*	*
CUENCA BAJA		Muy Mala	Mala	Regular	Aceptable	Buena
	2015-II	*	0,36	0,58	*	*
2015	PROMEDIO	*	0,36	0,61	*	*

CUENCA BAJA		Muy Mala	Mala	Regular	Aceptable	Buena
2014-II	2014	0,23	0,40	0,56	*	*

Tabla 4. Promedios para los descriptores simplificados del ICA, para cada uno de los años disponibles, cuenca Alta.

		Muy Mala	Mala	Regular	Aceptable	Buena
2019	*		0,41	0,61	0,79	0,90
2018	*		0,41	0,60	0,78	0,91
2017	*		0,41	0,63	0,83	0,92
2016	*		0,42	0,60	0,78	0,92
2015	*		0,38	0,61	0,77	0,91
2014	*		0,38	0,61	0,81	0,91

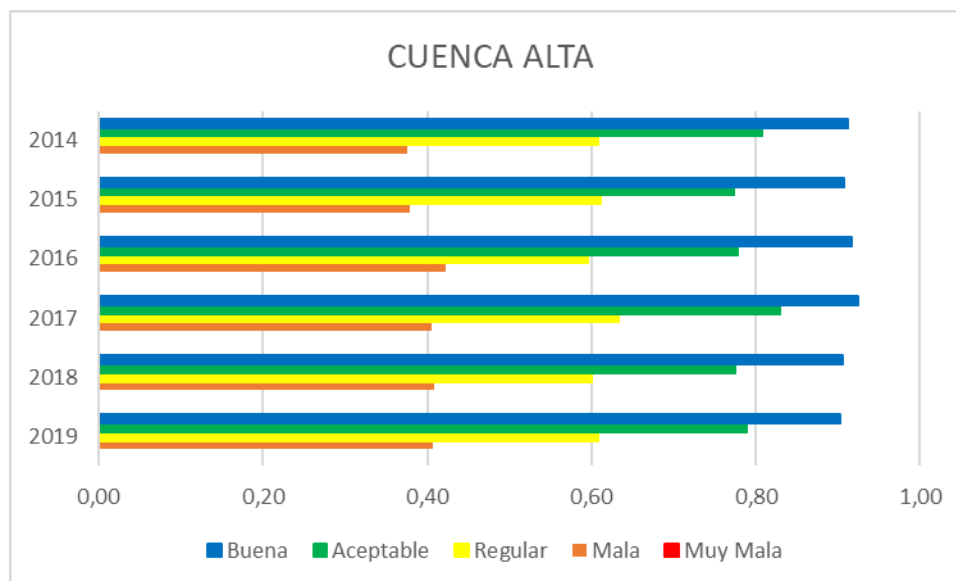


Figura 29. Distribución de resultados para la Cuenca Alta del río Bogotá

Tabla 5. Promedios para los descriptores simplificados del ICA, para cada uno de los años disponibles, cuenca Media.

	Muy Mala	Mala	Regular	Aceptable	Buena
2019	0,23	0,37	0,58	0,79	*
2018	0,23	0,39	0,56	0,81	0,92
2017	0,25	0,38	0,59	0,83	0,93
2016	0,24	0,38	0,58	0,76	*
2015	0,23	0,36	0,61	0,00	*
2014	0,23	0,33	0,59	*	*

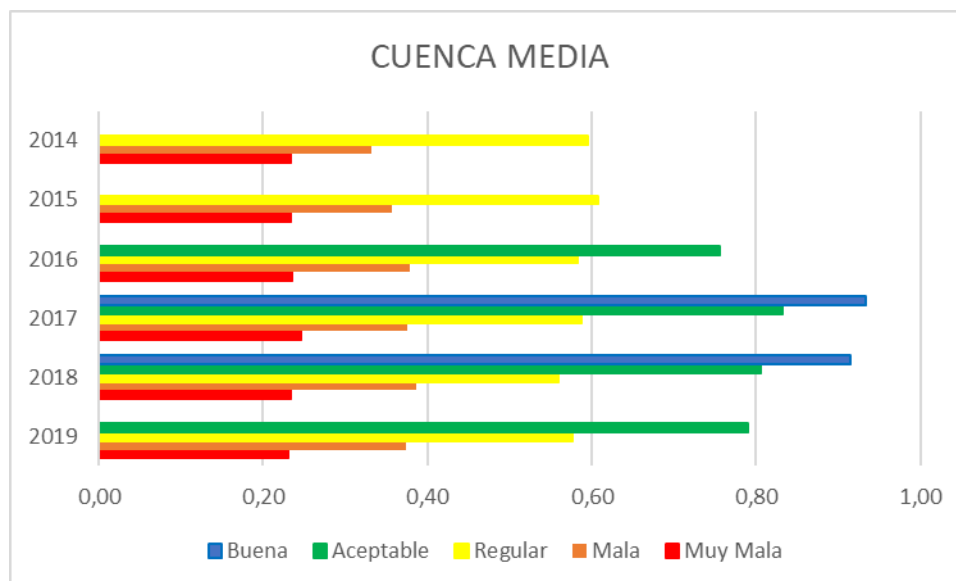


Figura 30. Distribución de resultados para la Cuenca Media del río Bogotá

Tabla 6. Promedios para los descriptores simplificados del ICA, para cada uno de los años disponibles, cuenca Baja

	Muy Mala	Mala	Regular	Aceptable	Buena
2019	*	0,39	0,63	0,38	*
2018	*	0,39	0,61	*	*
2017	*	0,36	0,28	0,76	*
2016	0,21	0,40	0,59	*	*
2015	*	0,36	0,61	*	*
2014	0,23	0,40	0,56	*	*

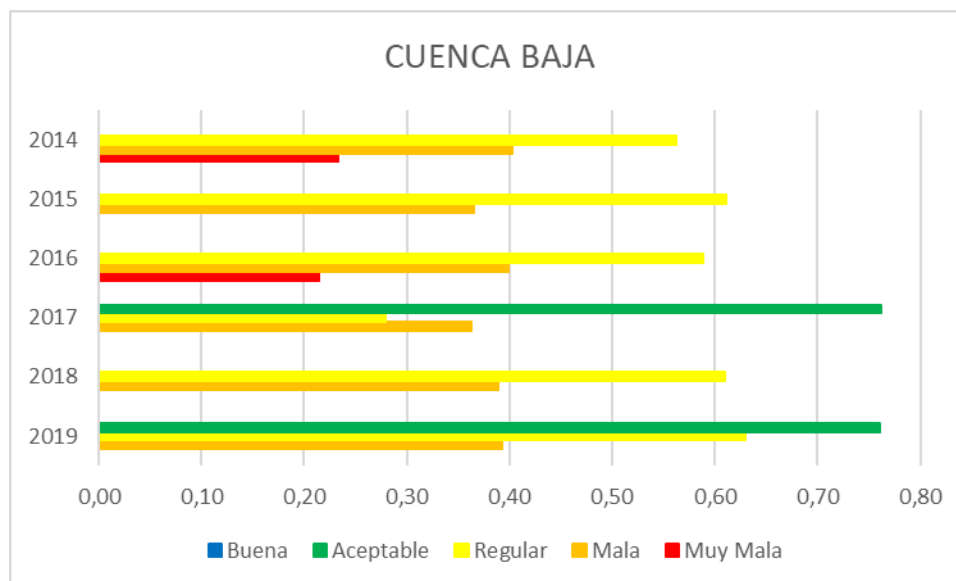
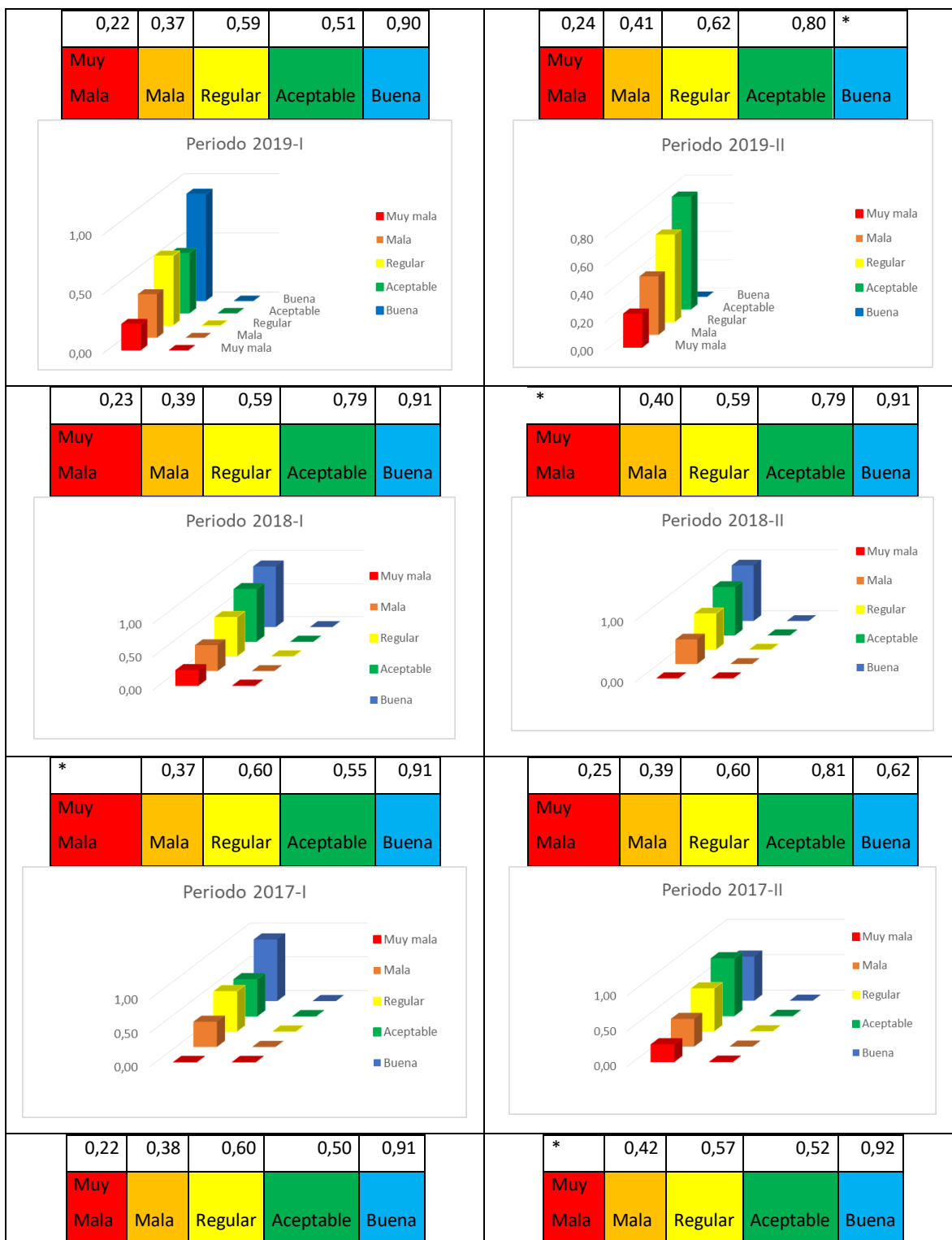


Figura 31. Distribución de resultados para la Cuenca Baja del río Bogotá

El comportamiento de los datos en general, refleja unas condiciones que, para cada periodo de tiempo, varían según su ubicación y la época de la toma del registro. Se registró un conjunto de 5 tomas de datos, considerados como valores atípicos, ya que sus datos no coinciden ni se comportan como la media general de la cuenca, por lo tanto, no se tuvieron en cuenta para el análisis.

En términos concretos, las condiciones de calidad del agua para el río Bogotá, han sido considerablemente fluctuantes, teniendo en cuenta lo que arrojan los resultados anteriormente visualizados en los gráficos.

Los periodos con registro de datos suficientes para lograr un análisis adecuado y poder observar el comportamiento de la calidad del agua en toda la cuenca del río Bogotá, están comprendidos para los años entre el 2014 al 2019, en donde cada periodo, fue fraccionado en dos periodos anuales, así:



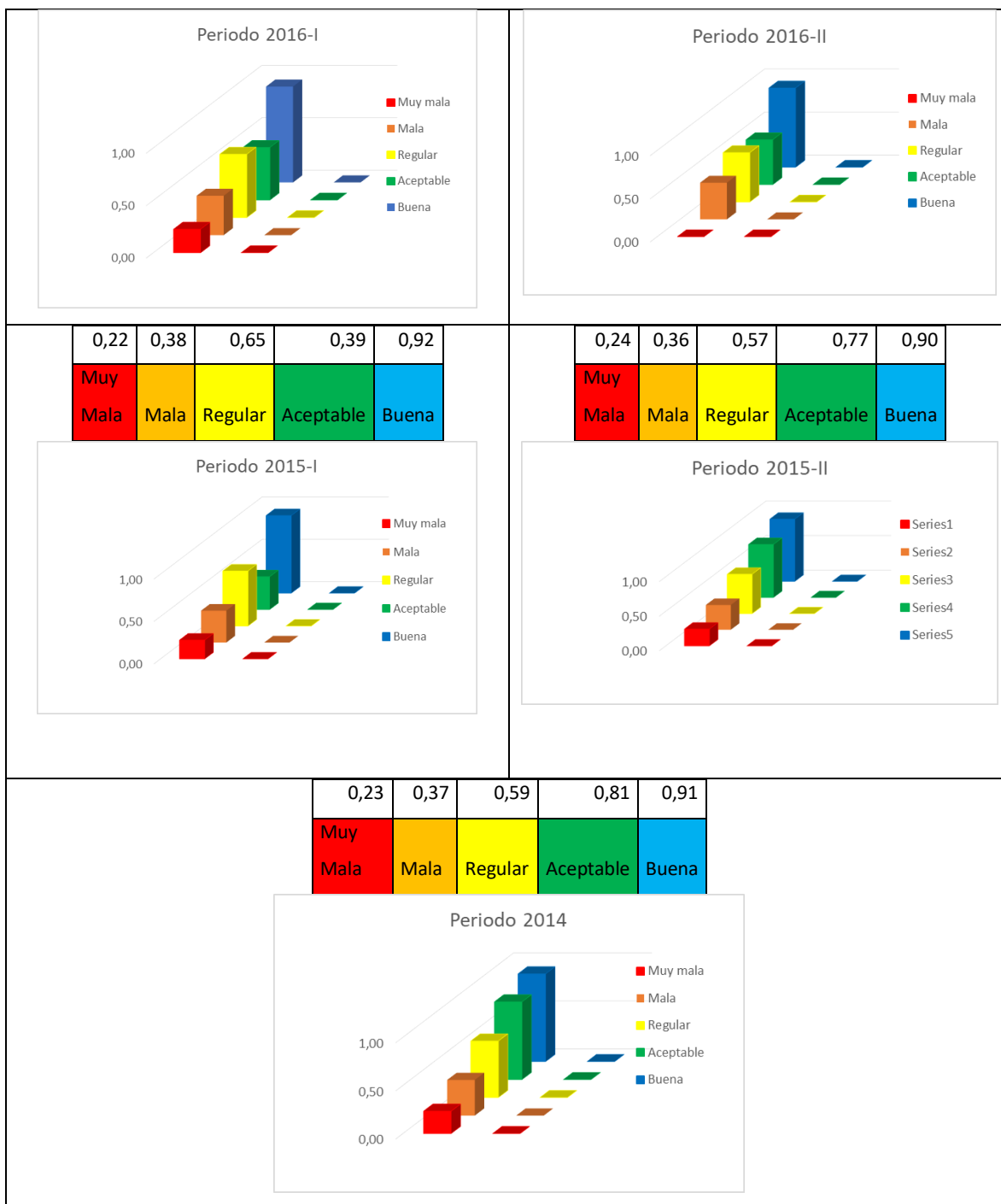


Figura 32. Índices de calidad del agua analizados. Elaboración propia

Los indicadores arrojan una calidad del agua mejor en la cuenca alta del río Bogotá, y que dicho índice va desmejorando a medida que se disminuye de cota. Los valores que generan una atención prioritaria, se concentran en las cuencas media y baja, ya que allí, se concentran los residuos de diferentes actividades antrópicas, particularmente para los años 2014, 2015 y el periodo I del año 2016, esto, posiblemente debido a que la ciudad de Bogotá aporta aproximadamente el 80% de la contaminación de la cuenca, agudizando así, la situación de contaminación de la zona, a pesar de que ya han pasado seis (6) años a partir de la emisión de la sentencia para la descontaminación del río Bogotá.

Cabe destacar que para los años 2017, 2018 y 2019, los valores indican una calidad del agua del río Bogotá mejorada (condiciones aceptable y buena), sin embargo, también se registran valores muy bajos indicando una calidad mala o contaminada, de acuerdo con los resultados obtenidos. Esto indica que aún falta mucho por hacer para mejorar la principal problemática que tiene la cuenca que es la contaminación del río; aunque de acuerdo con lo afirmado por la CAR y la Alcaldía de Bogotá en su momento, quienes en el año 2019 firmaron el convenio para la construcción de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales PTAR Canoas que se espera disminuya en un 100% la contaminación de municipios como Soacha y un 70% la de la ciudad de Bogotá, falta aunar esfuerzos en términos de apropiación y sentido de pertenencia por parte de la comunidad que habita la cuenca, para que contribuya en la disminución de los niveles de contaminación y por tanto, en mejorar la calidad del agua y con esto otras funciones físicas o bióticas básicas para el mejoramiento ambiental que es lo que busca la sentencia ya mencionada, teniendo en cuenta lo propuesto por el marco de gobernanza del agua que busca integrar la participación social y la articulación de diversos sectores para lograr una gestión del recurso más efectiva.

Gestión del recurso y gobernanza de agua

Para presentar una síntesis, se seleccionaron los tópicos más relevantes en los temas de: gestión (planificación) del recurso hídrico, la gobernanza del agua y otros temas transversales, como la calidad de agua, el riesgo y el componente económico, que se relacionan en la Tabla 7.

Tabla 7. Síntesis de Tópicos más relevantes. Elaboración propia

Gestión/planificación. Gobernanza		Calidad	Fort. Económico	Riesgo
consumo	monitoreo	recuperación	Bienes y servicios	hidrológico
comunidad	vertimientos	contaminación	infraestructura	drenaje
salud	aguas residuales	monitoreo	Desarrollo	inundación
agua potable	saneamiento	caudal	Industrias	cambio climático
territorio	demanda	aguas residuales	gasto público	mitigación
educación	calidad	tratamiento		
recuperación	riego			
contaminación	tratamiento			

En la Figura 33 y Figura 34, se presentan dichos tópicos y las relaciones entre sí. En el componente uno (eje x) agrupa el 50.63% de la variabilidad, existe una correlación importante entre las temáticas que se abordan en gestión/planificación y gobernanza. Por su parte el componente dos (que agrupa el 22.37% de la variabilidad), muestra una correlación entre las temáticas sobre calidad y gobernanza del agua. Los dos componentes agrupan el 73.33% de la variabilidad de los datos.

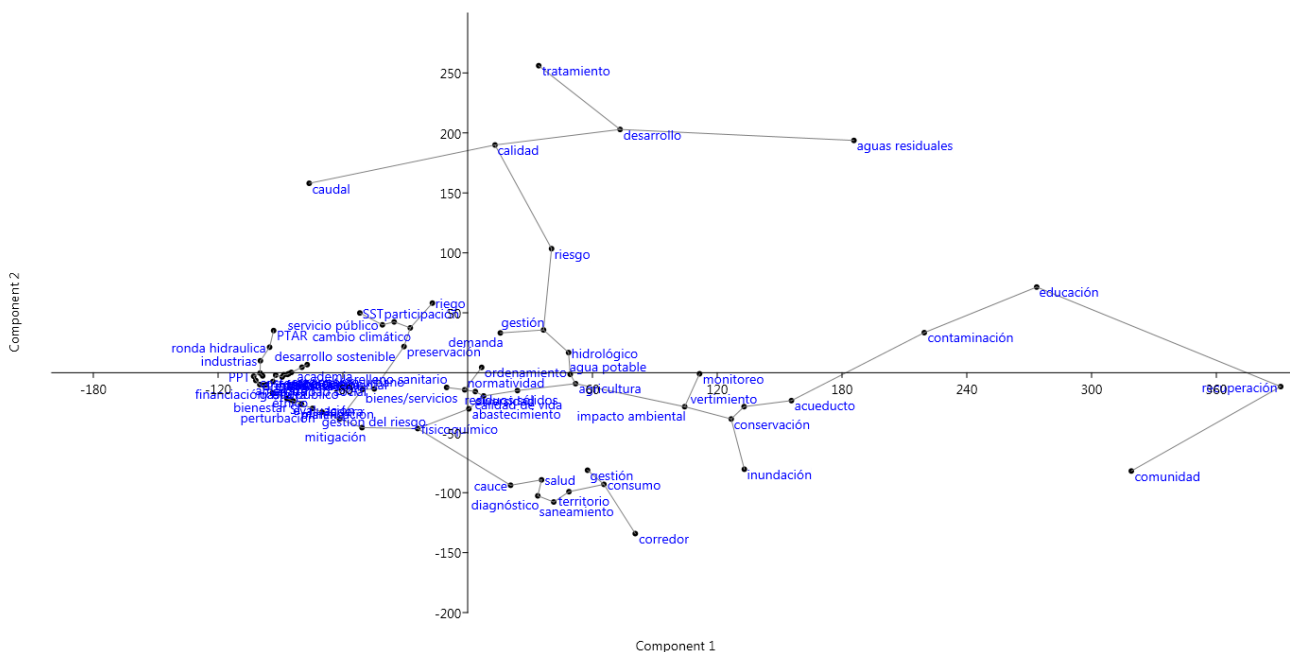


Figura 33. Resultado del análisis de componentes principales, conexión entre sí.

	PC 1	PC 2	PC 3	PC 4	PC 5
calidad	0.087705	0.62983	0.74423	0.10299	0.17646
gestión/plani	0.76832	-0.5168	0.27613	0.13719	0.21803
riesgo	-0.018956	0.062929	-0.15528	-0.59417	0.78647
gobernanza	0.63374	0.54043	-0.44078	-0.20152	-0.26724
fort. Económi	0.0026399	0.20055	-0.3892	0.75956	0.48101

Figura 34. Resultado del análisis de componentes principales. Información sobre la cuenca del río Bogotá.

En la temática de gestión del recurso hídrico y gobernanza del agua los aspectos de mayor relevancia y asociación (ver “*minimum spanning tree*” Figura 33) están relacionados con el sector social (comunidad), generados por la necesidad de vincular este importante sector y mejorar su participación, además del empoderamiento para que sean ellos los garantes y veedores de todas las actividades de gestión en la cuenca. Para esta importante cuenca del país; se cuenta con el manual de consejeros de cuenca, que es un documento de aplicación

nacional, en donde se explica su papel, conformación y aspectos como sus funciones, teniendo en cuenta que el consejo, actúa como una instancia consultiva, para la formulación de los planes de ordenación y manejo de cuencas (POMCA). También, se contemplan aspectos de participación ciudadana, desde la contextualización de los conflictos ambientales, resaltando la importancia de las acciones colectivas como medio para formular políticas públicas y poder adoptar medidas para la protección del medio ambiente y los derechos colectivos, relevantes para la comunidad; en la investigación realizada por (Díaz y Chavez, 2017) se presenta la adecuación de senderos ecológicos en el parque regional embalse San Rafael como alternativa para la reconstrucción del tejido social, con acciones colectivas y participativas para la apropiación del espacio público y el cuidado del medio ambiente.

Aspectos relacionados con la regulación consumo, que por supuesto constituye una necesidad importante para garantizar la sostenibilidad del recurso; en este aspecto vale la pena mencionar los esfuerzos que se han realizado en la cuenca del río Bogotá para caracterizar la demanda de agua, y todas las actividades de educación relacionadas para promover hábitos que disminuyan el consumo y así garantizar dicha sostenibilidad.

Aspectos sobre salud, relacionados con el saneamiento básico y el agua potable, este último aspecto muy asociado con la calidad, debido a que, según el Decreto 475 de 1998, hace referencia al agua que es apta para el consumo humano, es decir, que reúne todas las condiciones organolépticas, físicas, químicas, microbiológicas y que no contiene o contiene en muy bajas proporciones otras sustancias, que pueden ser perjudiciales para la salud. La situación del río Bogotá es bien conocida por la contaminación de sus aguas por metales pesados como, mercurio, plomo, cadmio y arsénico, entre otros, que se resalta también en las investigaciones generadas, y los riesgos para la salud asociados, como las alteraciones en la función gastrointestinal, hepática y alteraciones del sistema nervioso a largo plazo.

Relacionado con los tópicos anteriores, se encuentran las actividades relacionadas con el monitoreo de la calidad del agua que, constituye un eje importante en la toma de decisiones, por lo tanto, es un indicador de la efectividad de la gestión del recurso hídrico en la cuenca del río Bogotá; este, les permite a las autoridades ambientales conocer las condiciones de calidad, cantidad y disponibilidad de agua para los diferentes usos, para evaluar los efectos de las diferentes actividades que se realizan entorno a la cuenca y los principales tensionantes sobre el recurso, que se abordan en relación con las temáticas de vertimientos de aguas residuales de tipo doméstico e industrial (Peña, 2010).

Muy asociado con este tema, está la contaminación; vale la pena resaltar la problemática a la altura de la cuenca alta, en los municipios de Villapinzón y Chocontá, en donde los desechos de las curtiembres siguen contaminando el río (Semana Sostenible, 2019), y en la cuenca media, debido a los vertimientos industriales y domésticos, esta última relacionada con el uso de detergentes tensoactivos, la disposición inadecuada de aceites usados; disposición inadecuada de basuras. En este punto, se debe mencionar la ampliación y optimización de la PTAR Salitre, al noroccidente de la ciudad, contemplada para iniciar operaciones en el 2021 y que tratará según la CAR, el 30% de las descargas a la altura de la cuenca media y la construcción de la PTAR Canoas en el sur (que tratará el 70% de las descargas), y que son las alternativas generadas por la entidad para descontaminar el río Bogotá (EAAB, 2014), (Semana Sostenible, 2019).

La gestión del riesgo es una temática que se ha abordado con una importancia relativa en la cuenca del río Bogotá, asociada con las épocas invernales y las inundaciones que se han dado en los últimos años y por supuesto su estrecha relación con las repercusiones en aspectos económicos y sociales para los habitantes de la cuenca; para de alguna forma, ayudar a prevenir desastres originados por los desbordamientos del río. Al respecto (González & Quintero, 2015), proponen la implementación de una red 3G que sirva para el monitoreo del caudal del río, para la obtención oportuna de datos que permitan conocer y controlar

las posibles afectaciones provocadas por el desbordamiento del río. Estudios puntuales realizados en la cuenca media del río, en donde se priorizaron escenarios de riesgo, como es el caso de la localidad de Fontibón, en donde se presentan inundaciones de forma repetitiva (Guzmán et, al., 2016); pronósticos de inundaciones en la cuenca del río Tunjuelo con el uso de sistemas de información geográfica y la implementación de sistemas de alerta temprana, que ayuden a mitigar el riesgo (Barreto , 2017). Además de análisis a nivel departamental como estudios estadísticos de eventos potencialmente catastróficos de origen natural en el departamento de Cundinamarca, en donde se registraron riesgos por deslizamientos, inundaciones, vientos fuertes e incendios forestales (Ávila y Estrada , 2017).

En términos generales, es posible observar una fuerte relación entre las temáticas caracterizadas, que abordan tópicos de gestión, planificación y gobernanza del agua (PC1), y una relación entre la calidad y las temáticas de gobernanza del agua (PC2); el análisis de agrupamiento que se presenta a continuación (Figura 35), la cual permite evidenciar también estas relaciones, en donde es posible observar adicionalmente, una relación entre la temática de riesgo y el fortalecimiento económico.

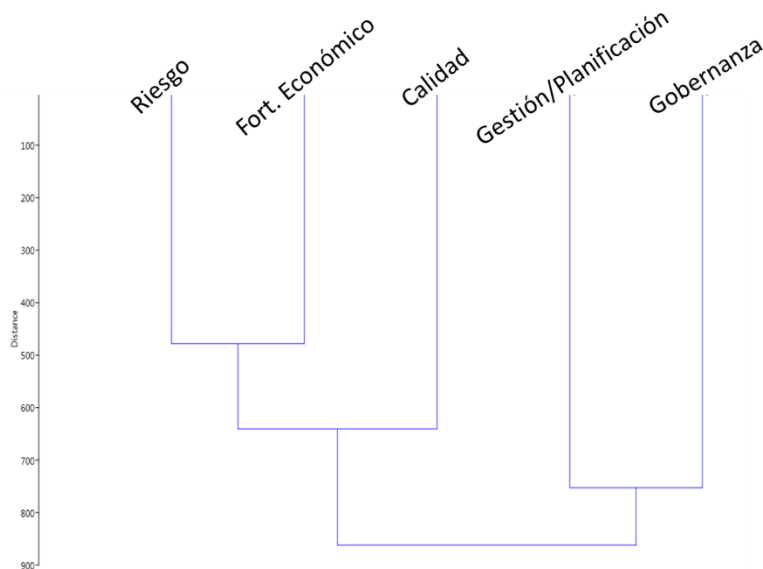


Figura 35. Análisis de agrupamiento entre calidad y temáticas de gobernanza del agua. Distancia Euclidiana: coeficiente de correlación 0.92

Principios de Gobernanza del Agua aplicables para la cuenca del río Bogotá

La métrica evaluativa de cada uno de los principios, permitió establecer un estado actual de la cuenca, en donde se pudieron definir las características en las que hay falencias y las que se deben fortalecer. Para esto, se realizó un comparativo con la ayuda de gráficos estadísticos a partir de datos (Tabla 8), en los que se incluyeron los valores resultantes luego de la tabulación de las encuestas realizadas, y los valores deseados para cada uno de los principios de gobernanza del agua. Los valores deseados, se obtuvieron luego de realizar un análisis del estado actual de la cuenca versus, lo que se espera obtener para cada principio, teniendo en cuenta los alcances reales que se pueden obtener, desde una perspectiva nacional y local (Figura 36). (Tabla 8).

Tabla 8. Tabulación de los resultados de la evaluación de cada principio

Principio	Consolidado (estado actual de la cuenca)	Deseado	Consenso
1	4,17	5	Amplio
2	3,60	4	Aceptable
3	2,83	4	Aceptable
4	2,17	3	Débil
5	3,17	4	Aceptable
6	3,92	5	Débil
7	2,40	3	Débil
8	3,32	4	Aceptable
9	3,50	4	Aceptable
10	1,60	3	Amplio
11	2,00	3	Débil
12	2,40	4	Débil

Evaluación de los Principios de Gobernanza del Agua en la Cuenca del río Bogotá

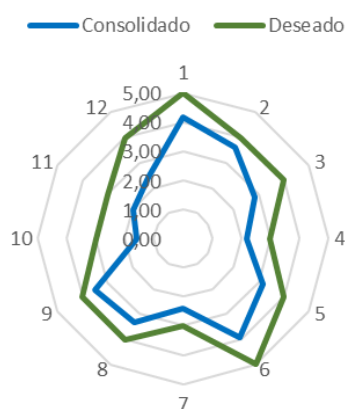


Figura 36. Evaluación de los Principios de Gobernanza del Agua en la Cuenca del río Bogotá

La evaluación de cada uno de los principios de gobernanza del agua aplicados a la cuenca del río Bogotá, deja clara la postura de los actores encuestados a la hora de determinar su percepción y diagnósticos de los mismos. Bien se sabe, que la zona de estudio, cuenta con la atención de las partes a las que le compete su cuidado, conservación y protección, pero de manera paralela, existen puntos en los que se requiere mayor atención, para obtener un mayor y positivo resultado. Anexo 1.

Tabla 9. Síntesis de la evaluación de los principios de gobernanza del agua aplicados a la cuenca del río Bogotá

		Nivel de consenso	Existe y funciona	Existe, parcialmente implementado	Existe, no está implementado	El marco está siendo desarrollado	No existe	No es aplicable
EFFECTIVIDAD	Roles y responsabilidades claras	☹☹☹						
	Escalas apropiadas dentro de los sistemas de evaluación	☹☹☹						
	Coherencia de políticas	☹☹☹						
	Capacitaciones	☹						
EFICIENCIA								
	Datos e información	☹☹☹						
	Financiación	☹						
	Marcos regulatorios	☹						
	Gobernanza innovadora	☹☹☹						
CONFIANZA Y PARTICIPACIÓN								
	Integridad y transparencia	☹☹						
	Involucramiento de las partes interesadas	☹☹☹						

Arbitrajes entre usuarios, áreas urbanas y rurales, generaciones	🔥							
Monitoreo y evaluación	🔥							

En términos de efectividad; roles y responsabilidades existe una política del agua que establece las metas, obligaciones y los recursos necesarios, como se establece en la política Nacional del Recurso Hídrico del 2010; junto con la Constitución Política Nacional en 1991, en donde se prioriza y se le da reconocimiento al derecho a un ambiente sano, lo cual involucra de manera inmediata, al recurso agua, en donde se establece como derecho colectivo, y como deber de todos, involucrando así, a el estado en general y a particulares de diferentes índoles. En este, se instauran las responsabilidades a cargo del Estado en relación con el medio ambiente y los recursos naturales renovables, entre ellos el recurso hídrico, (Ministerio de Ambiente, 2010).

En el tema puntual y relacionado con las escalas de los sistemas de evaluación, cabe mencionar que, con el fin de generar condiciones ideales para el manejo y protección de la cuenca, actualmente se cuenta con la actualización del POMCA del Río Bogotá, en la búsqueda de no solo proteger la cuenca, sino también, que se articulen programas y líneas de acción, por medio de por ejemplo, el proyecto de “Adecuación Hidráulica y Recuperación Ambiental del Río Bogotá”, en donde se evalúan situaciones físicas y económicas de los territorios y municipios de influencia, para un verdadero uso coordinado de la cuenca y del territorio, esto, con la implementación de dicha actualización por medio de la Resolución 957 del 2 de abril del 2019, llevando a cabo actividades de identificación, monitoreo e implementación de su eficacia, como instrumento de protección y preservación (CAR, CORPOGUAVIO y CORPOORINOQUÍA, 2019).

Para el grupo de principios relacionado con la eficiencia, en lo relacionado por ejemplo con la evaluación de datos e información, existe disponibilidad de información sobre cobertura de servicio, costes del servicio y controles de calidad de agua potable, monitoreo de la cuenca de acuerdo con la CAR en los años desde el 2014 al 2019, en donde se tiene un total de treinta y cinco (35) estaciones de monitoreo para la cuenca alta, comenzando desde el sector de aguas arriba de Villapinzón, hasta el sector de Estación LG - Puente Vargas, para la cuenca media, treinta y seis (36) estaciones de monitoreo, que abarcan el tramo que comienza en La quebrada La Tenería hasta aguas debajo de la quebrada Honda y para la cuenca baja doce (12) estaciones de monitoreo que van desde Puente La Guaca hasta la desembocadura río Bogotá, con un total de ochenta y tres (83) estaciones que realizan monitoreo constante, y de la que se tiene información cada dos periodos por año desde el año 2014 al 2019. Sin embargo, todo este tipo de información es difícil de obtener, sobre todo para la población y la comunidad que en algún momento requiera de esta, ya que navegar por los sitios virtuales de entidades a cargo, como la CAR, la secretaría distrital de ambiente, entre otras, la información se encuentra repartida en informes técnicos de difícil comprensión por parte de la comunidad; por lo que actualmente no se cuenta con una plataforma que sea de consulta amigable y de fácil comprensión, para ser usada por cualquier usuario en términos específicos de uso, implementación y control, (ISO/IEC, 2011) . Otro aspecto en el que se requiere mayor atención es en el que cubre el principio de Gobernanza innovadora, el cual busca que se inicie y promueva el uso e implementación de prácticas de gobernanza del agua desde las autoridades competentes, que involucren diferentes actores relevantes y diferentes niveles de gobierno, por medio de la experimentación y pruebas piloto sobre la gobernanza del agua, cultivando la experiencia adquirida de los logros y fracasos, ampliando también las prácticas que puedan replicarse. Fomentar el aprendizaje social para facilitar el diálogo y la creación de consenso, por medio de plataformas de redes, redes sociales, tecnologías de la Información y comunicación (TICs) y la interfaz de

uso fácil, como mapas digitales, Big Data, datos inteligentes, y datos abiertos. En últimas generar una interfaz científico-normativa sólida, que reduzca la brecha entre los descubrimientos científicos y las prácticas de gobernanza del agua, (OCED, 2018).

Contrario pasa con puntos como las capacitaciones, la financiación, los marcos regulatorios, los arbitrajes entre usuarios, áreas urbanas y rurales, generaciones y el monitoreo y evaluación, los cuales requieren de una disposición e implementación adecuada, que permitan el buen funcionamiento de la cuenca, tanto para las partes gubernamentales y políticas como para la comunidad, (Tabla 9).

En términos generales y con este resultado, se puede evidenciar, que, aunque atención centrada en la cuenca trata de ser pertinente, aún faltaría mucha más información que se concentre principalmente en lo relacionado con la efectividad y la confianza – participación; falta mucho por hacer particularmente en el tema de involucramiento de las partes interesadas.

8. CONCLUSIONES

- La información correspondiente a la gestión del recurso hídrico generada durante los últimos diez años en la cuenca del río Bogotá, relacionada con los principios de gobernanza del agua, muestran una tendencia al incremento y gran participación en términos de monitoreo y evaluación, enmarcados dentro del grupo de confianza y participación.
- Los temas de saneamiento y recuperación de sistemas hídricos, implementados por medio del análisis de necesidades de la ciudad y la comunidad; han sido temas de interés para las entidades competentes, en donde se refleja implementación de actividades de educación ambiental para la apropiación social del territorio, la recuperación y conservación de componentes florísticos y faunísticos, actividades de zonificación del territorio, de la mano con el establecimiento de áreas de conservación y de amortiguación.
- Otro tema que refleja gran interés por parte de diferentes actores, como alcaldías, instituciones académicas y entidades gubernamentales, es la gestión ambiental y manejo sostenible por medio del análisis del recurso hídrico, en los estudios recopilados se presentan propuestas para el manejo sostenible de recursos naturales, establecimiento de ejes estratégicos y planes para la gestión de los humedales de la ciudad, lo que a su vez implica un buen resultado medidas implementadas.
- Los estudios relacionados con temas de salud pública, análisis hidrológicos, estudios hidrogeológicos, conceptos asociados al contenido de agua oculta en cualquier bien o servicio consumidos por poblaciones específicas, que permiten analizar el impacto de los hábitos de vida y consumo de la población teniendo en cuenta que se está hablando de recursos naturales finitos, han sido temas que no han tenido gran participación a nivel general de cuenca, ya que los resultados reflejan escases de información para estos componentes.

- Las alternativas innovadoras para la descontaminación del río Bogotá y sus afluentes por medio de bio o fitorremediación, se han convertido en una alternativa atractiva y prometedora frente a las técnicas físico-químicas tradicionales, para la remediación de los compuestos que contaminan el agua y el ambiente.
- Los temas relacionados a la calidad del agua, la modelación hidrológica, el ordenamiento territorial, el paisajismo y urbanismo, son áreas de mayor interés para los entes reguladores y para los actores directamente implicados en estos temas de la cuenca, ya que se han afrontado de manera constante durante los últimos diez años; lo que, a su vez, deja un reflejo de que los temas relacionados con la gestión y el manejo del recurso hídrico en general, se han llevado a cabo en menor proporción.
- En términos de las dimensiones de gobernanza del agua, se puede concluir que los estudios realizados durante los últimos diez años en la cuenca del río Bogotá, se centran en la dimensión ambiental con un 62%, seguido de la dimensión social (26%), y en menor proporción, las dimensiones política y económica que dejan un resultado en porcentajes 7% y 5%, lo que indica que son áreas que requieren un mayor interés y/o un mejor manejo.
- La desigualdad en cuanto al acceso y distribución del agua, teniendo en cuenta que hay disponibilidad de agua generosa y de buena calidad para el consumo, implica una problemática que va ligada a temas de salud y de oportunidades de sustento poblacional, aspectos que varían según la clase socioeconómica y la ubicación político-geográfica.
- La vinculación de los ciudadanos en temas de cuidado de la biodiversidad, uso adecuado del agua, recuperación de fuentes hídricas, generación de espacios de adaptación para momentos extremos como sequía y/o lluvias intensas, crecimiento poblacional, en un aspecto de peso para la zona de la cuenca del río Bogotá, en donde se evalúan propuestas que permiten y dan

pie a temas manejo y protección ambiental, que son una gran herramienta para la inclusión comunitaria

- Los resultados de las investigaciones resaltan la necesidad de involucrar a las entidades gubernamentales y académicas, para la dimensión social, y que den paso al control del uso del sistema fluvial, teniendo en cuenta las condiciones económicas, físicas, ambientales e institucionales, para avivar estrategias de implementación de sistemas, ya que en este aspecto se presentan falencias de conocimientos, percepciones y aportes sociales, que debe darse de una forma más integral.
- El rápido crecimiento urbano en la cuenca del río Bogotá, ha ocasionado un desequilibrio de la calidad de agua, debido a la canalización de los ríos, la destrucción de los humedales, el crecimiento de barrios de invasión en zonas propensas a inundaciones, lo que llevó a que temas de estudio de mayor interés o relevancia se relacionen con la calidad del agua y contaminación del agua del río Bogotá.
- Los índices de calidad del agua en toda la cuenca, arrojan una mejor calidad en la cuenca alta del río, y va desmejorando a medida que se disminuye de cota. Los valores que generan una atención prioritaria, se concentran en la parte media y baja de la cuenca.
- Los esfuerzos para caracterizar la demanda de agua, y todas las actividades de educación relacionadas para promover hábitos que disminuyan el consumo con el fin de garantizar la sostenibilidad y la regulación consumo, constituyen una necesidad importante para garantizar la sostenibilidad del recurso.
- En términos generales, es posible observar una fuerte relación entre las temáticas, que abordan tópicos de gestión, planificación y gobernanza del agua y una relación entre la calidad y las temáticas de gobernanza del agua; el análisis de agrupamiento que se presenta, permite evidenciar también

estas relaciones, en donde es posible observar, una relación entre la temática de riesgo y el fortalecimiento económico.

- La evaluación de cada uno de los principios de gobernanza del agua aplicados a la cuenca del río Bogotá, deja clara la postura y percepción que la población tiene de la cuenca, en donde los principios relacionados con los roles y responsabilidades claras, las escalas apropiadas dentro de los sistemas de evaluación, la coherencia de políticas, los datos e información, la gobernanza innovadora y el involucramiento de las partes interesadas son los puntos en donde hay mayor fuerza y en los que la cuenca del río Bogotá, presenta mejores estrategias.
- En los aspectos como las capacitaciones, la financiación, los marcos regulatorios, los arbitrajes entre usuarios, áreas urbanas y rurales, generaciones y el monitoreo y evaluación, los cuales requieren de una disposición e implementación adecuada, que permitan el buen funcionamiento de la cuenca, tanto para las partes gubernamentales y políticas como para la comunidad
- Con este resultado, podemos evidenciar, que, aunque atención centrada en la cuenca trata de ser pertinente, aún faltaría mucha más información que se concentre en la efectividad y la confianza – participación.

9. RECOMENDACIONES

- Una gran propuesta y estrategia que acerque tanto a los actores involucrados en toda la cuenca como a la comunidad, pueden ser estrategias que le den fuerza y peso al cumplimiento del principio de Gobernanza innovadora, en términos de evolución a la vanguardia de datos y monitoreo electrónico, ya que así se podría evaluar la existencia y el funcionamiento de los instrumentos de intercambio de conocimientos y experiencias para fomentar la interfaz ciencia-política, tales como herramientas y procesos multi-actores de co-creación de conocimiento que apoyan la toma de decisiones basadas en evidencia científica y comunicados, por medio de las TICs.
- Implementar gestiones con el fin de darle una mayor atención a la gobernanza innovadora para suscitar el aprendizaje social para facilitar el diálogo y la creación de consenso por medio de plataformas de redes, tecnologías de la información y comunicación (TICs), mapas digitales, *big data*, datos inteligentes, datos abiertos y demás medios, teniendo en cuenta que sirve como técnica en la disciplina actual en la ciencia de los datos que hacen parte de nuestra ERA Digital. Sin dejar de lado, la implementación de la investigación tradicional, teniendo en cuenta que es una forma de suma importancia que se logra llevar a cabo en la cuenca.

BIBLIOGRAFÍA

- Arias, et al, C. (2016). Minería de textos como una herramienta para agilizar la búsqueda de artículos científicos pertinentes para la investigación.
- Arias, et al, P. (2015). *Determinación de la estructura y dinámica de la comunidad planctónica del humedal Meandro del Say y su relación con las condiciones fisicoquímicas de calidad del agua*. Bogotá: Universidad Santo Tomás.
- Ávila y Estrada , M. P. (2017). Análisis estadístico de los eventos potencialmente catastróficos de origen natural, ocurridos en el departamento de Cundinamarca en el período 1970 – 2015. Retrieved from <https://ciencia.lasalle.edu.co/>.
- Barbosa , C. (2013). *Modelación hidrodinámica y de calidad de agua del sistema integrado embalse muña: río Bogotá*. bdigital.unal.edu.co.
- Barón, J. P. (2012). ANÁLISIS TÉCNICO Y ECONÓMICO PARA LA DETERMINACIÓN DEL PERIODO DE RETORNO ÓPTIMO DE DISEÑO PARA MITIGACIÓN DE INUNDACIONES MEDIANTE HERRAMIENTAS COMPUTACIONALES. UNIVERSIDAD DE LOS ANDES.
- Barreto , T. (2017). PRONOSTICO DE INUNDACIONES EN LA CUENCA BAJA DEL RIO TUNJUELO POR MEDIO DEL USO DE TECNOLOGÍAS GEOESPACIALES. Bogotá: Universidad Santo Tomás.
- Barrueto y Calderón, -M.-U. (2017). Análisis del proceso de consulta previa como un instrumento estratégico en el POMCA del río Bogotá. *Universidad Santo Tomás*.
- Bocarejo , S. (2018). Gobernanza del agua: Pensar desde las fluctuaciones, los emmarañamientos y políticas del día a día. *Revista de los estudios sociales*, 63: 111-118.
- Bucheli y Vera , C. (2014). *Evaluación de las causas y efectos ambientales de la operación actual del relleno sanitario doña Juana para la determinación de los impactos generados por la localización del mismo*. Ciencia UNISALLE.
- Camacho et.al, B.-G. (2017). Modelación del transporte y destino de manganeso en ríos. Caso de estudio del río Bogotá. CAR.
- CAR. (2006). POMCA. Bogotá: Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca.
- CAR. (2017). *Boletín Hidrometeorológico Jurisdicción CAR*. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca.
- CAR. (2018). PTAR, Salitre. Boletín de avance de Obra No. 009 – Enero 2018. *Comunidad*.

- CAR, CORPOGUAVIO y CORPOORINOQUÍA. (2019). Resolución 957, 2 de abril de 2019, Bogotá - Colombia.
- CAR; Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca . (2019). *BOLETIN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA EN CORRIENTES SUPERFICIALES "ICA". INFORME DEL SEGUIMIENTO A LA CALIDAD DEL AGUA DE LAS OCHO (8) SUBZONAS HIDROGRÁFICAS Y LOS DOS (2) NIVELES SUBSIGUIENTES DE LA JURISDICCIÓN CAR, A PARTIR DEL ICA DE 7 VARIABLES*. Bogotá.
- Castro, et al, F. (2015). *Análisis de la Calidad del Agua del Río Bogotá Durante el Periodo 2008 – 2015 a Partir de Herramientas de Minería de Datos*. <https://doi.org/10.22490/25394088.1432>.
- Chang, J. (-E., O'Reilly, C. (-, Pontika, N. (-, Owen, G. (-E., Haug, K. (-E., & Oudenhoven, M. (-. (2018). *Revista Universo abierto. OPEN MINING INFRASTRUCTURE FOR TEXTAN data WRITTEN BY OPENMINTEDCOMMUNICATIONS*.
- Cloud, M. (2018 - 2020). <https://www.meaningcloud.com/developer/apis>. Obtenido de <https://www.meaningcloud.com/developer/apis> .
- Cloud, M. (2019). Tutorial: create your own deep categorization model.
- Colciencias. (2010). *Estrategia Nacional de Apropiación Social de la ciencia, tecnología y la innovación*. Bogotá: Departamento Administrativo de Ciencia, tecnología e Innovación.
- CONSULTORÍA AMBIENTAL, EVALUACIÓN Y VIGILANCIA AMBIENTAL, I+D AMBIENTAL. (Abril de 2016). *Ideas MedioAmbientales*. Obtenido de Ideas MedioAmbientales: <https://ideasmedioambientales.com/big-data-ambiental/>
- Contreras, M. (2014). Minería de texto: una visión actual. *Biblioteca Universitaria, Universidad Nacional Autónoma de México*, pp. 129-138.
- Corrales, et al., F. (2015.). Towards Detecting Crop Diseases and Pest by Supervised Learning. *Ing. Univ. Bogotá (Colombia)*, ISSN 0123-2126, 19 (1): 207-228.
- Correa , A. (2015). Gobernabilidad del agua en Colombia: Dimensiones y Contextos. *Educación y Desarrollo Social*.
- Correa , A. (2015). Gobernabilidad del agua en Colombia: Dimensiones y Contexto. *Educación y desarrollo social, Universidad Militar Nueva Granada*, Vol. 9 No. 2, pp 124-135.
- Cultura CRM. (2016). Orange Data Mining, análisis de datos científicos. *CRM*.
- De Latorre, J. (2017). *Nuevas técnicas de minería de textos: aplicaciones*. Universidad nueva Granada.
- Díaz y Chavez, Z. (2017). Viabilidad Ambiental y económica de la adecuación de los senderos ecológicos del parque regional embalse San Rafael, para la consolidación de incentivos por prestación de bienes y servicios ambientales.

- ENA. (2018). *Estudio Nacional del Agua*. Bogotá: MADS.
- Eskevich y Bosch, M. (2016). Research report on TDM Landscape in Europe. *Future DTM. Explore, Analyse Improve. REDUCING BARRIERS AND INCREASING UPTAKE OF TEXT AND DATA MINING FOR RESEARCH ENVIRONMENTS USING A COLLABORATIVE KNOWLEDGE AND OPEN INFORMATION APPROACH.*
- Ferrer, A. C. (Julio de 2017). 'Big data' aplicado al medioambiente. *Periódico Global El País*.
- González & Quintero, M. (2015). Diseño de Red 3G para Monitoreo en Tiempo Real del Caudal del Río Bogotá. En L. y. González Marín & Quintero Martínez, *Diseño de Red 3G para Monitoreo en Tiempo Real del Caudal del Río Bogotá*. Bogotá: Universidad Santo Tomás.
- González, F. J. (2013). *Aplicación de técnicas de minería de datos a datos obtenidos por el centro Andaluz del medio ambiente (CEAMA)*. Granada - España: Universidad de Granada.
- Gutierrez, F. (2018). *Modelo de gobernanza y gestión del agua en la cuenca del río Cuja*. Bogotá: Universidad de Ciencias aplicadas y ambientales.
- Guzmán et al., E. O. (2016). Determinación del grado de vulnerabilidad y cota de inundación del río Bogotá en el sector de Recodo Fontibón. En *Determinación del grado de vulnerabilidad y cota de inundación del río Bogotá en el sector de Recodo Fontibón*. Bogotá: Universidad Santo Tomás.
- Guzmán y Murillo, Q. (2015). *MOTORES DE PÉRDIDA DE BIODIVERSIDAD: ANÁLISIS DE LOS FACTORES DE ÉXITO AMBIENTAL, CASO HUMEDAL JABOQUE*. UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS.
- IDEAM. (2011). Ministerio de medio ambiente y desarrollo sostenible.
- IDEAM Y MADS. (2013). *MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE*.
- ISO/IEC, 2. (2011). Ingeniería de sistemas y software - Requisitos y evaluación de calidad de sistemas y software (SQuaRE) - Modelos de calidad de sistemas y software. *ISO 25000 Calidad de software y datos*.
- Jiménez, et al, A.-D. (2017). Ciudades biodiversas: mamíferos medianos de la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá D. C. *Colombia. Mammalogy Notes/Notas Mastozoológicas*, 4(1): 37-41.
- Johnson & Bhattacharyya, R. (1986). Statistics: Principles and Methods. John Wiley & Sons. *Universidad Internacional de EWcuadro SEK*, 578p.
- López, et al., S. R. (2017). DATA MINING: An environmental quality analysis in the Negro River Basin (Colombia). *International Journal of Applied Engineering Research ISSN 0973-4562 Volume 12, Number 20, 10057-10062*.

- Madrigal y Lizcano , A. (2013). *Evaluación del comportamiento de la descarga de lixiviado del relleno sanitario Doña Juana en el Río Tunjuelo*. Universidad Javeriana.
- MADS. (2010). *Política Nacional Ambiental para la Gestión de Recurso Hídrico*. Bogotá: Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- MADS. (2018). Análisis y retos de la política nacional para la gestión integral del recurso hídrico: La paz está en nuestra naturaleza.
- Marín y Castillo, J.-M. C. (2018). Participación de los actores territoriales en la planificación del recurso hídrico. *Universidad Distrital Francisco José de Caldas*.
- Martín, J. M. (Abril de 2018). *Medio Ambiente, Big Data e Inteligencia Artificial*. Obtenido de Instituto Superior del Medio Ambiente, Madrid - España: <http://www.comunidadism.es/blogs/medio-ambiente-big-data-e-inteligencia-artificial>
- Martínez y Moreno, F.-G. (2015). Aplicación de herramientas de modelación hidrológica y socioeconómica para el diseño del esquema de pago por servicios ecosistémicos en la cuenca alta del río Bogotá sector SISGA-TIBITOC. *Universidad Santo Tomás*.
- Matthiessen, C. (2009). Léxico-gramática y colocación léxica: Un estudio sistémico - funcional. *Revista Signos*, 333-383.
- Mayorga, G. (2014). El agua y el río Bogotá articuladores del territorio. *Ingeniero Forestal, especialista en Gerencia de Recursos Naturales, Gestión*.
- Mesa y García, F.-D. (2013). Gobernanza multidimensional del agua en la sabana de Bogotá - Programa estratégico la Era del Agua. *11th Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology*.
- MinAmbiente - OCGA. (2014). *Observatorio colombiano de gobernanza del agua*.
- MinAmbiente. (2014). *Guía Técnica para la Formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas*. Bogotá: Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- Ministerio de ambiente, v. y. (2010). Política nacional para la gestión integral del recurso hídrico. En v. y. Ministerio de ambiente, *Dirección de ecosistemas - Grupo de nrecurso hídrico*. Bogotá.
- Ministerio de Ambiente, v. y. (2010). Política Nacional para la gestión Integral del Recurso Hídrico. 124p.
- Moreno, F. N. (2016). *Introducción a la minería de datos con weka: Aplicación a un problema económico*. Jaén - Andalucía - España: Universidad de Jaén.
- Motta, et al, V. (2016). La gobernanza del agua y la participación ciudadana en Bogotá. *Revista Reública*, 159-177.
- Mundial, B. (21 de Febrero de 2012). *Ciudades e inundaciones: Guía de gestión integrada del riesgo de inundaciones urbanas para el siglo XXI*. Obtenido de <https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2012/02/21/cities-and->

- flooding-a-guide-to-integrated-urban-flood-risk-management-for-the-21st-century
- Niño, G. (2016). Diseño urbano en bordes hídricos de pequeños poblados. Caso Río Bogotá en Villapinzón Cundinamarca. *Universidad nacional de Colombia*.
- OCDE, O. p. (2015). *Principios de Gobernanza del Agua de la OCDE*. Consejo Ministerial de la OCDE.
- OCED. (2018). Marcomde indicadores de gobernanza del agua. *Centro de Emprendimiento, PYMES, Regiones y Ciudades de la OCDE*.
- Pardo, et al, C. (2012). Análisis de datos textuales con DtmVic. *Universidad Nacional de Colombia Bogotá y Universidad Santo Tomás Bogotá*.
- PARDO, Z. Y. (2017). *DETERMINACIÓN DE LA ESTRUCTURA Y DINÁMICA DE LA COMUNIDAD*. Bogotá: UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS.
- Peña, G. (2010). *Procesos de monitoreo a la calidad hídrica del Río Bogotá realizados por la corporación autónoma regional de Cundinamarca - CAR -*. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.
- PNUD. (2006). *El agua, una responsabilidad compartida. Dimensiones sobre la gobernanza del agua: Retos sobre la gobernabilidad, segundo informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo*. Resumen Ejecutivo: UNESCO.
- PNUD. (2016). *Informe sobre desarrollo humano*.
- PNUD. (2016). *Panorama General: Informe sobre desarrollo humano 2016. Desarrollo humano para todos*.
- Programa CAR-BID. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. (2016). *Plantas de tratamiento de aguas residuales*.
- Reyes, M. X. (2009). Minería de datos espaciales en búsqueda de la verdadera información. *Ingeniería y Universidad, vol. 13, núm. 1*, 137 - 156.
- Rodríguez y Jeangros, N. (2013). Modelación de la calidad del agua del Río Bogotá en la cuenca alta incorporando incertidumbre - tramo Villapinzón - Tibitoc. *Universidad de los Andes*.
- Rodriguez y Jeangros, N. (2014). *Modelación Integrada de la Calidad del Agua del Río Bogotá y el Sistema de Drenaje Urbano de la Ciudad de Bogotá*. <http://hdl.handle.net/20.500.11786/33627>.
- Rodriguez, C. Z. (2012). Gobernabilidad sobre el recurso hídrico en Colombia: Entre avances y retos. *Gestión y Ambiente*, Volumen 15 - No. 3, pp 99-112.
- Roldan y Ramirez, G. J.-R. (2008). Fundamentos de limnología neotropical. *Fondo Editorial Universidad Católica de Oriente*.
- Sandoval, T. (2016). Modelación del transporte y destino de manganeso en ríos. Caso de estudio del río Bogotá. *Universidad de los Andes*.

- Santos y Ariza, S. (2014). *Análisis de con fiabilidad de inundación pluvial del sistema de alcantarillado en la Subcuenca El Salitre de Bogotá*. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.
- SDP. (2014). Aproximación de las implicaciones de fallo del consejo de estado sobre el río Bogotá en el ordenamiento territorial regional. . *Revista Integración regional colección 15. Secretaría distrital de planeación de Bogotá*.
- SECRETARÍA DE HACIENDA. (2018).
www.institutodeestudiosurbanos.info/endatos/0100/0110/0112-hidro/0112111.htm. Obtenido de
www.institutodeestudiosurbanos.info/endatos/0100/0110/0112-hidro/0112111.htm:
www.institutodeestudiosurbanos.info/endatos/0100/0110/0112-hidro/0112111.htm
- Secretaría Distrital de Planeación. (2014). Proyecto de descontaminación y recuperación de la cuenca del Río Bogotá.
- Semana Sostenible, C. S. (2019). *Bicentenario, una mirada de transformación y sostenibilidad*. Cumbre de Sostenibilidad 2019.
- Torre, M. d. (2017). *Nuevas técnicas de minería de textos: Aplicaciones*. Granada - España: Universidad de Granada .
- Valenzuela, A. (Abril de 2018). *El Bid Data y como proteger el medio ambiente*. Obtenido de SOCIEDAD ECOLÓGICA PARA EL RECICLADO DE LOS ENVASES DE VIDRIO (“ECOVIDRIO”) : <https://hablandoenvidrio.com/el-big-data-y-como-proteger-al-medioambiente/>
- VMAPO SRTM3 USGS . (2004). *Visor own work, using, Shuttle Radar Topography Mission, 3 Arc Second, Filled Finished*. Obtenido de University of Maryland (Global Land Cover Facility.: www.landcover.org