

**Análisis del nivel de inclusión del recurso hídrico en los planes de gestión del Municipio de  
Duitama Boyacá.**



**Juliana María Álvarez Grimaldos**

**Ingrid Tatiana Porras Acosta**

**Universidad Antonio Nariño**

**Facultad de Ingeniería Industrial**

**Mayo 2023**

**Análisis del nivel de inclusión del recurso hídrico en los planes de gestión del  
Municipio de Duitama Boyacá**

**Autores**

**Juliana María Álvarez Grimaldos**

**Ingrid Tatiana Porras Acosta**

**Tutor**

**Ingeniero Oscar Alberto Alarcón Pérez**

**Universidad Antonio Nariño**

**Facultad de Ingeniería Industrial**

**Mayo 2023**

**Notas del autor**

Ingrid Tatiana Porras Acosta, Facultad de Ingeniería Industrial, Universidad Antonio  
Nariño, Ciudad.

Juliana María Álvarez Grimaldos, Facultad de Ingeniería Industrial, Universidad Antonio  
Nariño, Ciudad

**Nota de Aceptación**

Nombre y firma jurado 1

---

Nombre y firma jurado 2

---

Nombre y firma presidente

---

Nombre y firma secretario

---

## Dedicatoria

*“Dedico mi tesis a mis padres, Amanda y Jaime, ya que sin ellos no hubiera podido lograr mi formación académica y que, con la bendición de ellos, me han sabido llevar por el camino del bien. También la dedico a mi ángel de la guarda, Camilo, porque en su momento me apoyó y estuvo conmigo, que desde el cielo me acompaña y no me desampara”* Ingrid Tatiana Porras

*Acosta*

*“En primero lugar siempre a Dios, la Virgen y mi Madre que me acompañan desde el cielo. A mi papa Arturo que con su inmenso amor, constancia, sacrificio y esfuerzo me ofreció la oportunidad de formarme como profesional, gracias por el apoyo incondicional y enseñarme el verdadero significado de la perseverancia y fortaleza y que todo lo puedo lograr porque Dios está conmigo. A mis pequeñas hijas Danna e Isabella, quienes en las largas noches siempre me dieron amor, cariño y toda su comprensión, entendiendo que las horas de juego y mi tiempo con ellas debía ser reemplazado por horas de estudio, y es que este logro es un paso más para proyectar esos dos seres que esperan todo de mí. A toda mi familia gracias por sus consejos, sus oraciones, oportunidades y por hacer de mí una mejor persona. Finalmente, quiero dedicar este proyecto a Camilo, por apoyarme en los momentos difíciles, por no dejarme desfallecer nunca y por acompañarme en este camino que hasta ahora empieza. Gracias a todos”* Juliana María

*Álvarez Grimaldos*

### **Agradecimientos**

“Primero que todo le doy gracias a Dios, por haberme permitido vivir hasta este día, haberme guiado a lo largo de este camino, por ser mi apoyo y mi luz. A mis padres, hermanos y sobrina, por ser mi bastón en todo momento y ser mi apoyo incondicional. A mis docentes por transmitirme sus conocimientos necesarios para hoy poder estar donde estoy. A mis compañeros y amigos, gracias por las horas compartidas, los trabajos realizados en conjunto y las historias vividas” Ingrid Tatiana Porras Acosta

“Quiero ofrecer un sincero agradecimiento a todos los ingenieros de la Universidad Antonio Nariño, sede Duitama, quienes con sus grandes conocimientos aportaron a este proyecto y me formaron como profesional. Gracias por su tiempo, su apoyo, su paciencia y su amistad.

Por último, pero no menos importante, el más sincero agradecimiento al Ingeniero Oscar Alarcón Pérez, quien fue mi coautor durante todo este proceso, con su paciencia, confianza, dirección y conocimientos me permitió el desarrollo de este proyecto” Juliana María Álvarez Grimaldos

## Resumen

En los últimos años la ciudad de Duitama ha presentado un crecimiento demográfico y urbanístico importante; construcciones residenciales, educativas, municipales y de industria que se han expandido por todo el municipio de forma desordenada, es así que es inevitable no pensar en el aumento de la demanda de servicios públicos, específicamente el agua. Duitama cuenta con diferentes fuentes hídricas y hasta el momento ha garantizado el suministro del preciado líquido para todos sus habitantes, pero, ¿se garantiza la protección de dichas fuentes?

¿Qué afectaciones traería en un futuro la mala gestión sobre el recurso hídrico?

Disminución de las reservas de agua potable, escasez hídrica, aumento del agua en zonas susceptibles e inundaciones, deslizamientos y disminución de la calidad de agua son solo algunas de las consecuencias que el mal uso del agua traería. En este trabajo se analiza la inclusión del recurso hídrico en los planes de gestión y desarrollo del municipio, parte por determinar las variables, tanto independientes como dependientes, que deben manejarse para la correcta gestión del agua, de igual forma, basados en información secundaria y datos históricos realizamos un modelo de medición que nos permite cuantificar dichas variables. El resultado del proyecto busca presentar ciertos lineamientos para la toma de decisiones para el municipio y que a la vez sea una herramienta para tener presente el agua en lo relacionado con el crecimiento y desarrollo de la ciudad, por otro lado, sensibilizar a las autoridades competentes y a la población en general la importancia de establecer un PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL con enfoque en el recurso hídrico.

**Palabras Clave:** Agua, Gestión territorial, Planeación estratégica, Modelo de medición.

## Abstract

In the last years the city of Duitama has presented an important demographic and urban growth; residential, educational, municipal and industrial constructions that have expanded throughout the municipality in a disorderly manner, so it is inevitable not to think about the increase in demand for public services, specifically water. Duitama has different water sources and so far it has guaranteed the supply of the precious liquid for all its inhabitants, but is the protection of these sources guaranteed? What effects would mismanagement of water resources bring in the future? Decrease in drinking water reserves, water scarcity, increase in water in susceptible areas and floods, landslides and decrease in water quality are just some of the consequences that the misuse of water would bring. This paper analyzes the inclusion of water resources in the management and development plans of the municipality, partly to determine the variables, both independent and dependent, that must be managed for the correct management of water, based on secondary information and historical data we carry out a measurement model that allows us to quantify these variables. The result of the project seeks to present certain guidelines for decision-making for the municipality and that, at the same time is a tool to keep water in mind in relation to the growth and development of the city, on the other hand, to sensitize the competent authorities and the population in general the importance of establishing a MUNICIPAL DEVELOPMENT PLAN with resources.

**Keywords:** water, territorial management, strategic planning, measurement model

## Tabla de contenido

Introducción .....	13
Planteamiento del Problema .....	16
Descripción del Problema .....	16
Justificación .....	20
Objetivos .....	22
Objetivo General .....	22
Objetivos Específicos.....	22
Marco Referencial.....	23
Antecedentes .....	23
Marco Teórico.....	26
Marco Conceptual.....	27
Marco Geográfico .....	29
Marco Legal .....	31
Diseño Metodológico Tipo y Enfoques de Investigación.....	33
Variables de Medición .....	33
Unidad de Estudio o Muestra.....	33
Fases y Actividades Metodológicas.....	33
Desarrollo y Resultados .....	35
Objetivo Específico 1: Identificación de Variables Determinar documentos de estudio para las variables .....	35
Identificación de variables de medición.....	39
Descripción de variables .....	41
Objetivo Específico 2 Determinación ecuación de búsqueda de modelos .....	49
Establecer parámetros de búsqueda de modelos .....	50
Selección de documentos para el modelo .....	51
Propuesta de Medición.....	57
Escala de Medición Variable Independiente Demanda .....	61
Escala de Medición Variable Independiente Calidad .....	67
Escala de Medición Variable Independiente Contaminación .....	73
Escala de Medición Variable Independiente Costos.....	78
Escala de medición Variable Independiente Suministro.....	84
Escala de Medición Variable Independiente Protección.....	90
Modelo de Medición General .....	94
Objetivo Especifico 3 Análisis e implementación del modelo seleccionado... ..	95



	9
Análisis de requerimientos técnicos y teóricos .....	99
Diseño de propuesta de implementación .....	100
Conclusiones.....	104
Lista de referencias .....	106
Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico CRA .....	106

## Lista de tablas

Tabla 1. Variables Independientes y dependientes .....	40
Tabla 2. Artículos más relevantes .....	53
Tabla 3. Características de los modelos .....	55
Tabla 4. Relación de variables .....	58
Tabla 5. <i>Escala matriz de Vester</i> .....	58
Tabla 6. Dependencia de variables .....	58
Tabla 7. Escala de Medición Variable Demanda .....	61
Tabla 8. Posibles Resultados Variable Demanda.....	61
Tabla 9. Crecimiento poblacional al pasar de los años.....	62
Tabla 10. Crecimiento porcentual.....	63
Tabla 11. Escala de medición para población.....	63
Tabla 12. Valor de la escala para población .....	63
Tabla 13. Crecimiento industrial al pasar de los años.....	64
Tabla 14. Crecimiento porcentual.....	64
Tabla 15. Escala de medición para industria.....	65
Tabla 16. Valor de la escala para industria.....	65
Tabla 17. Crecimiento comercial al pasar de los años.....	66
Tabla 18. Crecimiento porcentual matriculados.....	66
Tabla 19. Escala de medición para comercio.....	67
Tabla 20. Valor de la escala para comercio .....	67
Tabla 21. Escala de medición para calidad.....	68
Tabla 22. Resultados de las variables dependientes y resultado de la variable calidad.....	68
Tabla 23. <i>Características y valores aceptables de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos.</i> .....	68
Tabla 24. Puntaje ponderado de la escala de medición en salubridad.....	69
Tabla 25. Valor de la escala para salubridad.....	70
Tabla 26. Normatividad .....	71
Tabla 27. Escala de medición para normatividad.....	72
Tabla 28. Valor de la escala para normatividad.....	72
Tabla 29. Escala de medición para contaminación.....	73
Tabla 30. Resultados de las variables independientes y resultado de la variable contaminación.....	73
Tabla 31. Fuentes contaminadas.....	74
Tabla 32. Escala de medición para fuentes contaminadas.....	74
Tabla 33. Escala de medición para fuentes contaminadas.....	75
Tabla 34. Sanciones y penalizaciones.....	76
Tabla 35. Escala de medición para sanciones y penalizaciones .....	77
Tabla 36. Valor de escala de medición para sanciones y penalizaciones .....	77
Tabla 37. Escala de medición para costos .....	78
Tabla 38. Resultados de las variables independientes y resultados de la variable costos .....	78
Tabla 39. <i>Incremento del costo al pasar los años.</i> .....	79
Tabla 40. Incremento del cargo fijo año actual/año anterior.....	80
Tabla 41. Escala de medición para valor de recurso (usuarios finales) .....	80
Tabla 42. Valor de la escala para valor de recurso (usuarios finales).....	81

	11
Tabla 43. Gastos de operación (proveedores).....	81
Tabla 44. Escala de medición para gastos de operación (proveedores).....	82
Tabla 45. Valor de la escala para gastos de operación (proveedores).....	82
Tabla 46. <i>Gastos de inversión (proveedores)</i> .....	83
Tabla 47. Escala de medición gastos de inversión (proveedores).....	83
Tabla 48. Valor de la escala gastos de inversión (proveedores).....	83
Tabla 49. Escala de medición suministro.....	84
Tabla 50. Resultados de las variables independientes y resultado de la variable suministro. ....	84
Tabla 51. Cobertura. ....	85
Tabla 52. Incremento porcentual de cobertura.....	85
Tabla 53. Escala de medición para cobertura. ....	85
Tabla 54. Valor de la escala de medición para cobertura .....	86
Tabla 55. Fuentes de abastecimiento. ....	86
Tabla 56. Escala de medición para fuentes de abastecimiento. ....	87
Tabla 57. Valor de la escala para fuentes de abastecimiento.....	87
Tabla 58. <i>PETAP</i> .....	88
Tabla 59. Escala de medición para PETAP .....	88
Tabla 60. Valor de la escala para PETAP.....	89
Tabla 61. Valor de la escala para PTAR.....	90
Tabla 62. Escala de medición protección .....	90
Tabla 63. Resultados de las variables independientes y resultado de la variable protección .....	91
Tabla 64. Escala de medición deforestación.....	91
Tabla 65. Valor de escala para protección .....	92
Tabla 66. <i>POT</i> .....	92
Tabla 67. Escala de medición para POT .....	93
Tabla 68. Valor de escala para POT .....	93
Tabla 69. Mínimo, promedio y máximo de variables dependientes. ....	94
Tabla 70. Escala general .....	94
Tabla 71. Bases de datos .....	99
Tabla 72. Modelo de aplicación.....	102

**Lista de figura**

Figura 1. Mapa de Duitama.....	30
Figura 2. Búsqueda de modelos plataforma Web Of Science.....	49
Figura 3. Palabras Clave Web of Science .....	50
Figura 4. Archivo sin formato (metadatos).....	51
Figura 5. Plataforma Tree of Science.....	52
Figura 6. Búsqueda de artículos relevantes.....	52
Figura 7. Matriz de Vester .....	59
Figura 8. Porcentaje de variables Independientes .....	60
Figura 9. Plan Piloto .....	95
Figura 10. Diagrama de Gantt primera fase .....	100
Figura 11. Diagrama de Gantt segunda fase .....	101
Figura 12. Diagrama de Gantt tercera fase .....	101
Figura 13. Diagrama de Gantt cuarta fase .....	102

## Introducción

En la Gestión Integrada del Recurso Hídrico (GIRH) el agua debe estar en una situación de igualdad tanto en el servicio ofrecido como en la cantidad demandada y así poder minimizar futuros conflictos entre los consumidores y los diferentes sectores en los cuales el líquido es vital (Gestión Integral del Recurso Hídrico- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2022). Por otro lado, las autoridades municipales no solo deben pensar en la planificación y ordenamiento del territorio con mira en las construcciones y obras civiles que se desarrollan en las ciudades, sino verlo como el impulso a un mantenimiento ambiental, donde existan dos actores principales, el recurso hídrico y su importancia en la distribución para todos los habitantes y el ser humano como consumidor y activista por la protección de los recursos naturales (Equipo de Colnodo, s.f.).

Con el pasar del tiempo se ha hecho evidente el crecimiento desbordado de la población en varios sectores de la ciudad. Donde antes existían zonas verdes, se han levantado infinidad de construcciones que han sido destinadas para residencias, industrias, comercio, diversión, etc. Desde ese punto de vista las autoridades deben adoptar medidas innovadoras y creativas para aumentar la oferta de servicios públicos, el desarrollo físico del territorio y la utilización de suelos. Diferentes actividades humanas han llevado a una disminución en la calidad y cantidad del agua. Y es que, si bien Duitama cuenta con diferentes fuentes hídricas que garantizan el suministro a toda la población, los planes de gestión municipal no son lo suficientemente claros respecto al manejo y protección que se le da.

Algunos riesgos hídricos que se pueden observar en la ciudad son el aumento del agua en zonas susceptibles e inundaciones y es que una omisión o una acción como no respetar el cauce de los ríos, la deforestación, la ubicación de las viviendas en lugares bajos y cerca de las fuentes

hídricas pueden derivar en este y otros riesgos(La deforestación del agua en el Amazonas, s.f).

A lo largo de este documento se conocerá el estado y el nivel de participación del recurso hídrico dentro de los planes de gestión municipal, teniendo como antecedente que el agua es fundamental en la disposición y uso del suelo (Oxfam,2021). Se realizaron investigaciones descriptivas y documentales con el fin de conocer las características de la población que se encuentra en estudio y, por otro lado, métodos y búsquedas, para el procesamiento de la información recolectada y la presentación ordenada, acorde y demostrable.

A través de revisiones bibliográficas, basados en los cambios que ha presentado la ciudad de Duitama, principalmente demográficos, y las necesidades de la población, se han identificado algunas variables, respecto al servicio del agua, que tienen un gran impacto en el momento de crear, actualizar e implementar los planes de desarrollo de la ciudad y que deben ser relacionadas con el ordenamiento del recurso hídrico y las tareas (agrícolas, ganaderas, industriales etc.) que se realicen alrededor de las fuentes hídricas, con el fin de garantizar la prevención de riesgos, la protección del agua, el suministro y la calidad del líquido para los ciudadanos. Cada una de las variables(dependientes e independientes) han sido definidas y puestas en contexto con el fin de conocer su papel en la gestión del recurso hídrico.

Las variables, anteriormente mencionadas, fueron llevadas a una matriz de Vester, dándoles un grado de valoración; donde se obtuvieron aquellas que son críticas y tendrán un peso considerable en el resultado final, de igual manera con datos históricos de diferentes autoridades municipales e información secundaria de las variables elegidas se construyó un modelo de medición que servirá como herramienta en la toma de decisiones tan importantes como la expansión del casco urbano de la ciudad, así pues con los resultados del presente proyecto se quiere impulsar el recurso hídrico como una pieza fundamental del ordenamiento territorial

siendo clave para un desarrollo sostenible

## Planteamiento del Problema

### Descripción del Problema

La visión desde el desarrollo territorial se enfoca en la comprensión y análisis de las dinámicas geográficas que influyen en la actividad económica y social de una región o un país. Esto permite identificar los desafíos y oportunidades de un territorio, a través del uso de herramientas se pueden identificar las principales actividades económicas de cada región y su potencial de crecimiento, así como determinar las barreras que limitan el acceso a tecnología y recursos. Con esta información, se pueden diseñar políticas que promuevan el desarrollo equilibrado, la inclusión social, la competitividad de cada territorio y la calidad de vida de los ciudadanos (Mundial, 2020)

Para lograr una gestión sostenible del agua, se requiere de una participación activa de todos los actores en la administración municipal. Es un compromiso por parte de las autoridades, establecer políticas que fomenten el uso responsable del agua. Esto también implica una responsabilidad por parte de los ciudadanos, para tomar conciencia sobre los hábitos de consumo y su papel en la conservación del medio ambiente. El proceso de identificación de los problemas relacionados con el agua tiene que ser constante, ya que interfieren variables que cambian las condiciones ambientales. En pocas palabras, la identificación de problemas públicos relacionados al agua requiere de la participación activa de todas las partes involucradas para garantizar una gestión sostenible (Derecho al agua y planes de Desarrollo Municipal, s.f)

La gestión hídrica adecuada es fundamental para garantizar la calidad de vida de la población y el desarrollo económico, social y ambiental en los territorios. Por lo tanto, el ordenamiento territorial debe ser una herramienta clave para la planificación y gestión del territorio, permitiendo así una gestión integrada y sostenible del agua. Para lograr estos



necesario trabajar con los diferentes actores, como las comunidades locales y grupos de interés, la articulación entre los Planes de Ordenamiento Territorial y la gestión hídrica es fundamental para asegurar la sostenibilidad de los territorios y mejora la calidad de vida de las personas que habitan en estos (Calderón et al., 2020).

El agua ha sido y seguirá siendo un recurso vital para el desarrollo humano. La disponibilidad del recurso sigue siendo un factor clave en la planificación y el desarrollo urbano y rural. La creciente demanda para la agricultura, industria y el consumo humano ha llevado a la necesidad de gestionar este recurso de forma sostenible. Por lo tanto, comprender como el agua ha influido en el desarrollo humano proporciona información valiosa para enfrentar los desafíos actuales y los futuros relacionados con la gestión del agua y el desarrollo sostenible. (Cap- Net, 2021)

En el país el agua abunda y si bien Colombia posee uno de los recursos hídricos más ricos, no ha sido posible que todos los colombianos tengan acceso al preciado líquido. Y es que, a causa de un cambio climático inminente y el crecimiento demográfico, durante las últimas décadas el acceso al agua ha venido disminuyendo considerablemente. La contaminación de las fuentes hídricas ha aumentado y los daños a los ecosistemas naturales y la a la calidad del agua son graves. A esto debemos sumarle el desplazamiento forzado en nuestro país y la llegada de inmigrantes por las situaciones ya conocidas de otros países trae serios problemas para el Gobierno y las autoridades en cuanto a los planes de desarrollo territorial.

La planificación municipal es la base de una correcta gestión pública, es responsabilidad del alcalde y sus colaboradores, quienes deben garantizar el buen uso de los recursos con los que cuenta el municipio, y así poder asegurar el bienestar físico, psicológico, social y económico de los habitantes y el desarrollo sostenible del municipio, pero los planes de desarrollo

evidentemente se han convertido en una imposición para el área administrativa; y ¿Qué pasa cuando los planes de gestión municipal se dejan a un lado? Este es el caso de la ciudad de Duitama donde planes tan importantes como el PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL (POT) se encuentra en un estado obsoleto y sin actualizar desde el año 2012 considerando el elevado crecimiento que ha tenido la ciudad, en el año 2020 se presentó un desabastecimiento de agua en la ciudad este derivó del aumento en el número de habitantes que, para entonces, según el DANE, era de 122 mil habitantes. Por lo que las fuentes se encontraban en la mitad de su capacidad.

La planificación en la ciudad de Duitama no ha sido un proceso continuo y permanente, de ser así, se tendría una trazabilidad en cuanto a metas, estrategias, objetivos y políticas en cuanto a las múltiples necesidades y conflictos presentes en la ciudad. Asentamientos en lugares con una alta peligrosidad y posibilidades de inundaciones y deslizamientos, construcciones poco seguras, industrias contaminantes, barrios donde no existen los servicios básicos, son algunas de las consecuencias de no realizar una correcta planificación en cuanto al desarrollo de la ciudad y de sus habitantes, para no ir tan lejos con los ejemplos en la ciudad se vive una emergencia cada vez que se presentan fuertes precipitaciones generadas inundaciones en sectores de suma importancia y trae consigo problemas de tráfico, daño en bienes ajenos y fuertes olores que afectan a los ciudadanos y es que la no actualización del POT va en contra del artículo 58 de la Constitución Nacional, donde se establece que la propiedad privada tiene una función social y ecológica, sino que trae consecuencias económicas ya que limita la posibilidad de acceder a recursos de financiación con las CARS (CORPORACIONES AUTÓNOMAS REGIONALES) y el Fondo Nacional de Regalías. La actualización del POT es fundamental para garantizar una ciudad ordenada y con él crear las estrategias, licencias, sanciones, servicios regionales entre

otros que allí se describen y que pueden dar lugar a varios conflictos.

Una vez estudiado e identificado el problema principal, este trabajo lleva a buscar una respuesta a la siguiente pregunta:

¿El análisis del nivel de inclusión del recurso hídrico en los planes de gestión del municipio de Duitama permitirá establecer medios que mejoren el uso de este recurso y que se impacte de forma positiva no solo el municipio sino también el departamento de Boyacá?

## **Justificación**

El agua es un recurso vital para la vida y el desarrollo de las actividades productivas. Desde este punto es importante analizar cuáles son las principales causas del desperdicio de agua y como se puede promover su uso eficiente en la sociedad actual. Es fundamental destacar la importancia de la gestión sostenible del agua como herramienta clave para garantizar su disponibilidad y calidad a largo plazo (Díaz, 2019)

El agua puede proporcionar un desarrollo económico y el progreso social de un territorio, pero también puede ser un factor determinante para que no se lleve a cabo dicho progreso. Variables demográficas y económicas, la falta de una cultura responsable y amigable con el medio ambiente, aumento en escalas de demanda y el alza en el nivel de contaminación del recurso han traído escasez en diferentes lugares del mundo. Y es que el sector industrial es otro de los grandes consumidores del líquido, y no solo por la demanda sino por la contaminación que genera al regresarla, las malas condiciones de las fuentes hídricas las vuelven focos de innumerables enfermedades que se convierten en factores que tienen un impacto negativo en la salud.

El agua es un recurso natural esencial para la vida humana y su protección se ha convertido en un tema cada vez más importante tanto a nivel internacional como nacional. Es necesario realizar una revisión normativa y específica para evaluar las medidas de protección del agua en el orden jurídico interno. Se debe centrar en la legislación existente relacionado con la gestión del agua, la prevención de la contaminación, el uso sostenible y la protección de los recursos hídricos. Así mismo se deben analizar acuerdos internacionales y regionales relacionados con el agua, así como políticas públicas y planes de acción que buscan garantizar una gestión adecuada y sostenible del agua en beneficio de la salud humana y del medio

ambiente (Vista de La Fundamentalidad del derecho al agua en Colombia, s.f.) Por lo tanto es de suma importancia que los entes territoriales apliquen las políticas que regulan la gestión del recurso hídrico como por ejemplo la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso hídrico donde se establecen lineamientos para su correcta gestión, pero no solamente es importante conocer esta política también crear, revisar, corregir y actualizarlos programas de desarrollo municipal donde el agua tiene un gran protagonismo como el Plan de Gestión Ambiental Regional (PEGAR), los Planes de Ordenamiento del Recurso Hídrico (PORH) y los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCA), entre muchos otros.

Si estos planes se encuentran alineados con el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) así como otros claves para el desarrollo municipal, las autoridades tendrán el conocimiento de la causa- raíz de conflictos que se presentan alrededor del recurso hídrico y así mismo la capacidad de buscar soluciones eficaces y eficientes para dichos problemas. Basados en los anterior podemos concluir que conocer cada una de las variables, su relevancia en las decisiones que se tomen alrededor del agua tener una herramienta donde se puedan cuantificar dichas variables podría ayudar a la hora de diseñar una política para la protección y el uso del recurso hídrico.

CORPOBOYACA es una entidad encargada de la administración del recurso hídrico en Boyacá, su objetivo principal es garantizar el uso eficiente y ahorro del agua. Para lograr esto, CORPOBOYACA ejecuta diversas acciones que buscan proteger y conservar el recurso hídrico, además de fomentar su uso responsable y eficiente. Entre las acciones ejecutadas, se incluyen la implementación de proyectos orientados a la conservación ya aprovechamiento sostenible del agua, así como la realización de campañas de sensibilización dirigidas a los usuarios del recurso hídrico en la jurisdicción. Todo esto con el fin de lograr una gestión integral del recurso hídrico, que permita su uso sostenible y proteja el entorno natural de la región

(Www.Corpoboyaca.Gov.co, 2022)

La protección del agua se ha convertido en un tema de gran importancia en la actualidad, especialmente en las ciudades donde el consumo y la contaminación del líquido son más elevados. La sostenibilidad del municipio depende en gran medida de la protección del agua, no solo para reducir la contaminación sino también para garantizar su disponibilidad para las generaciones futuras. Por lo tanto, es necesario implementar medidas y políticas que promuevan el uso responsable del agua y la conservación de los ecosistemas acuáticos

## **Objetivos**

### ***Objetivo General***

Realizar el análisis de nivel de inclusión del recurso hídrico en los planes de gestión del Municipio de Duitama Boyacá.

### ***Objetivos Específicos***

Identificar las variables del manejo del recurso hídrico requeridas para el municipio de Duitama, Boyacá

Diseñar propuesta de medición que permita conocer la relación entre el recurso hídrico y los planes de desarrollo del municipio de Duitama, Boyacá

Desarrollar propuestas de impacto para la inclusión del recurso hídrico en la planeación territorial del municipio

## Marco Referencial

### Antecedentes

El déficit de agua genera problemas de reservas, desabastecimiento y escases de agua con sus consecuencias nocivas sobre las condiciones de vida de la población y su economía.

Sabiendo que la demanda más grande es la actividad agropecuaria, los aspectos más difíciles de reservas tienen que ver con el vínculo de aprovisionamiento de agua potable para la población, para los procesos industriales y para la generación de energía eléctrica (Ministerio de ambiente y Desarrollo sostenible, 2021).

Los choques de los cambios climáticos contra los recursos hídricos, no solo son limitadas por el uso y cubierta del suelo, temperatura o atributos que transmiten al ciclo hidrológico, sino que es el método de recursos hidráulicos usados y la manera de operarlos, una causa concluyente de la falta de agua frente a los aprietos de la humanidad (Inglesias, Estrela, Gallart, s.f).

La falta de un desarrollo sobre la planificación del territorio que involucre el recurso hídrico e integre sus derivantes, no permite la correcta administración, evaluación y control sobre este. Así mismo no existe una política por parte del estado que en conjunto con los municipios y sus planes de ordenamiento y planificación territorial permitan relacionar las diferentes variables como el crecimiento poblacional, demanda del recurso, disminución de la cantidad y calidad del agua, con la problemática que presentan las cuencas hidrográficas (Mendoza, 2011).

En el caso de Rojas (2019), “Se presenta el resultado de una investigación de escritorio, es decir, producto del análisis de información secundaria, que tiene por objeto el desarrollo de una metodología para el trabajo con comunidades étnicamente diversas. Esto en el marco del proyecto de investigación como opción de grado, del Programa de Especialización en Evaluación y Desarrollo de Proyectos de la Universidad del Rosario” (Pág. 9).

El tema ha recobrado vigencia en los años recientes, debido a que los países de la región están tratando de lograr metas de gestión integrada de los recursos hídricos, naturales y de desarrollo sostenible. Se logró diseñar un SIG que permitirá contribuir a la toma de decisiones en la gestión de los recursos y contingencias, por parte de las autoridades de aplicación. Se logró plantear el balance hídrico, confeccionando el SIG basado en el mapeo de las variables de relevancia hidrológica, que permitirá establecer la plataforma para la toma de decisión de políticas de los recursos hídricos y naturales. Se logró caracterizar el aspecto físico de la cuenca, se describió el clima, geología, geomorfología, vegetación, sus suelos y usos, calidades de las aguas superficiales y subterráneas, entre otros. Se caracterizaron, por su aptitud fisicoquímica y bacteriológica, los recursos hídricos de la cuenca para su destino a riego, consumo animal y humano. (Romero, 2013).

El objetivo de presente estudio fue analizar la gestión del recurso hídrico para consumo humano en la microcuenca huancho: marco normativo que están relacionados con uso y manejo; actores claves en la gestión del recurso hídrico; ubicación de las fuentes del agua, los usos del suelo; y proponer estrategias de gestión del recurso hídrico en el área de estudio. La investigación se apoyó de varias metodologías: revisión de la bibliografía, reuniones y entrevistas semiestructuradas, identificación nominal de actores, observación del participante, análisis social CLIP, FODA, recorridos de campo, aplicación de guías de campo para la identificación de prácticas de manejo y análisis de gestión en el sistema de agua para consumo humano. (Huaricallo, 2013).

Ante la situación general de escasez que guardan los recursos hídricos en México y el mundo, su proceso de gestión sostenible es un objetivo prioritario de gobiernos y usuarios. La gestión integrada de recursos hídricos (GIRH) ofrece una visión sistémica y un proceso de



planeación estratégica participativa para lograr este cometido. La GIRH ha sido estudiada e implementada en varias zonas del mundo, resultando en debates sobre su definición y utilidad; pero también destacando la necesidad actual de apuntar la investigación hacia la gobernanza del agua y promover su implementación a nivel local. (Manzano, 2017).

La contribución de la componente subterránea al balance hídrico es analizada mediante la comparación de las variaciones de almacenamiento calculadas con dos metodologías completamente independientes. La primera consiste en calcular las variaciones mediante un balance hídrico clásico, sin contemplar explícitamente el flujo neto de agua subterránea. Estas variaciones son luego comparadas con datos provistos por una técnica satelital que detecta las variaciones del almacenamiento superficial y subterráneo de agua sin determinar su origen. (Valladares, 2014).

Con la problemática planteada, surge la necesidad de tomar acciones de adaptación al cambio climático que sean pertinentes para que el territorio de la cuenca pueda ser resiliente. Por lo cual, una medida de adaptación que podría ser aplicada en esta cuenca sería la GIRH a nivel transfronterizo, ya que es un instrumento de gobernanza ambiental que abarca la planificación de cuencas, recolección y metodologías de sistemas de información, la participación de todos los actores de la cuenca y el fomento de mecanismos económicos para realizar la gestión a favor de la protección de esta zona. La aplicación de la GIRH es indispensable ya que evitaría los impactos negativos de las actividades unilaterales y apoyaría a la coordinación de acciones y medidas de adaptación en la cuenca. (Carranco, Belén, 2018).

El estudio pormenorizado de la problemática de las cuencas Moquegua y Tambo, describiéndose en cada una de ellas los recursos hídricos, la calidad de las aguas, los usos y demandas, el aprovechamiento del agua, el balance oferta-demanda, los proyectos de desarrollo

de recursos hídricos, la infraestructura hidráulica, los eventos extremos, la operación y mantenimiento, la valoración, legislación y gobernabilidad del agua (Barrientos, 2011).

La gestión integral del recurso hídrico representa un vacío en la política pública. La formulación de una política consistente para su manejo y conservación se ha visto afectada por la gran cantidad de inversión pública destinada a la construcción de proyectos multipropósito. La sostenibilidad del recurso hídrico en el Ecuador, análisis multicriterial de la gestión del agua, evalúa el impacto de la inversión pública en proyectos multipropósito y su relación con la seguridad alimentaria. El efecto sobre la soberanía alimentaria es definido desde el postulado de la disponibilidad del recurso, a través, de variables como: la cantidad de territorio destinada a producción de consumo local, así como la cantidad del recurso hídrico demandada para su consecución. (Pazmiño, 2016).

Con EPANET también se calculó la eficiencia económica en la construcción del acueducto. Los resultados revelaron que la oferta de agua es suficiente para cubrir la demanda, pero los sistemas de distribución son poco eficientes. Se encontró en los sistemas de agua de uso doméstico fallas administrativas, financieras y mal servicio; vulnerabilidad a diferentes amenazas e inequidad en la prestación del servicio. Además, se determinó que la eficiencia operativa mejora y el costo de construcción podría reducirse considerablemente si el diseño es hecho usando EPANET (Mondragón, 2005).

### **Marco Teórico**

Los modelos hidrológicos y de calidad del agua son herramientas valiosas para la gestión de recursos hídricos, ya que permiten predecir el comportamiento del agua a través del tiempo y evaluar el impacto de diferentes escenarios de gestión. Además, estos modelos también pueden ser utilizados para diseñar sistemas de tratamiento y reducir los riesgos de contaminación en

fuentes de agua potable. En este sentido, la modelación hidrológica y de calidad de agua es una herramienta importante para garantizar la sostenibilidad y la seguridad en la gestión de los recursos hídricos (Refsgaard y Henriksen, 2004). La modelación de sistemas naturales es un proceso complejo que implica la representación de los procesos reales que ocurren en la naturaleza mediante herramientas numéricas o físicas.

Este tipo de ejercicio puede proporcionar una comprensión más profunda de los sistemas naturales y ayudar a prever cambios futuros. Sin embargo, también hay limitaciones intrínsecas al proceso de modelación que pueden condicionar su aplicabilidad y precisión. En cualquier proceso de modelación, es importante tener en cuenta las condiciones específicas del problema que se está tratando y seguir un protocolo riguroso para identificar y reducir la incertidumbre asociada a las simplificaciones del modelo. Al seguir un protocolo riguroso de modelación, se pueden identificar las fuentes de incertidumbre y minimizar su impacto en los resultados finales, permitiendo que estos se aproximen lo más posible a la realidad

### **Marco Conceptual**

**Cuerpo de agua:** es cualquier extensión que se encuentran en la superficie terrestre (ríos y lagos) o en el subsuelo (acuíferos, ríos, subterráneos); tanto en estado líquido, como sólido (glaciares, casquetes polares); tanto naturales como artificiales (embales) y pueden ser de agua salada o dulce. (Cuerpos de agua- Agua.org.mx, 2017)

**Calidad del agua:** se define como aquellas condiciones que deben darse en el agua para que esta mantenga un ecosistema equilibrado y cumpla unos determinados objetivos de calidad y esta definida por las características físicas, químicas, biológicas y ecológicas. (Calidad- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021)

**Análisis:** Se entiende el examen minucioso y pormenorizado de un asunto para conocer

su naturaleza, sus características, su estado y los factores que intervienen en todo ello.

(Significados, s.f)

**Inclusión:** La Inclusión es un enfoque que responde positivamente a la diversidad de las personas y a las diferencias individuales, entendiendo que la diversidad no es un problema, sino una oportunidad para el enriquecimiento de la sociedad a través de la activa participación en la vida familiar, en la educación, en el trabajo y en general en todos los procesos sociales, culturales y en las comunidades (UNESCO, 2005).

**Modelación:** es un método muy empleado en la actualidad para el desarrollo de las investigaciones. Consiste en la creación, mediante abstracciones, de un objeto modelado con los rasgos esenciales del objeto real, lo que permite explicar los rasgos y particularidades con más facilidad (Tamayo-Roca, 2017)

**POT (Plan de Ordenamiento Territorial):** El POT, es el instrumento a través del cual la ciudad se plantea propuestas y nuevos lineamientos de desarrollo conforme pasan los años. En dicha tarea, se estipulan nuevos proyectos bajo el crecimiento, nuevas tecnologías y eventos que suceden en el territorio, todo con el fin de adecuar un lugar con las condiciones adecuadas para el correcto funcionamiento de una población (Infobae, 2021).

**Recurso hídrico:** El agua es esencial para la supervivencia y el bienestar humanos, e importante para muchos sectores de la economía. Los recursos hídricos se encuentran repartidos de manera desigual en el espacio y el tiempo, y sometidos a presión debido a las actividades humanas (Green Facts, 2008).

**Sistemas integrados de gestión:** Es una herramienta en la que se plasma el protocolo a seguir a diario en una actividad de producción. Tener implantado este sistema permite optimizar recursos disponibles, mejorando la organización empresarial y el rendimiento a la vez que se reducen los costes. (ISOTools, 2019).

## Marco Geográfico

Duitama es uno de los municipios privilegiados en nuestro departamento y el país, pues su posición geográfica estratégica como cabeza de la provincia del Tundama y parte fundamental del corredor industrial de las cuatro provincias de mayor desarrollo del Departamento de Boyacá (Occidente, Centro, Tundama y Sugamuxi), así como sus fortalezas de producción económica, tradiciones históricas, patrimonio cultural y natural, le han permitido proyectarse como un municipio con ventajas competitivas territoriales a nivel regional.

Duitama se localiza en Colombia, Departamento de Boyacá, pertenece a la región geográfica Andina y se ubica en el Altiplano Cundí boyacense. Es capital de la provincia del Tundama y se encuentra sobre el corredor industrial de Boyacá.

Duitama se ubica en sobre las estribaciones de la cordillera Oriental, dentro de sus principales puntos orográficos se destaca los páramos de Pan de Azúcar y el páramo de La Rusia con alturas que superan los 3800 m.s.n.m., igualmente se destaca la Cuchilla de Laguna Seca (sector donde se ubican las antenas de radio), el Morro de la Rusia (donde se ubica las torres y antenas de transmisión), Cerro de Pan de Azúcar, Morro de La Cruz, Morro de Peña Blanca, cuchilla de Peña Negra (donde se ubica la Base Militar).

Los principales ríos y quebradas del Municipio son: Río Chicamocha que sirve delimita municipal del costado sur, Río Surba que sirve de límite del costado occidental del municipio junto con la quebrada la zarza, Río Chiticuy, Río La Rusia, Río Chontal o Huertas y Río Chontales o Guacha. Este municipio está situado en el hermoso valle del río Chicamocha, rodeada por cuatro (4) colinas que se divisan desde la ciudad y brindan un bello espectáculo, El Calvario, La Tolosa, La Alacranera y el Cargua. Limita al norte con el departamento de Santander, por el sur con Paipa y Tibasosa, Por el Oriente con Santa Rosa de Viterbo y Floresta y

por el Occidente con Paipa. Hay modernos barrios y amplias avenidas. Entre la arquitectura contemporánea se destaca el velódromo en el que se realizan competencias nacionales e Internacionales. Extensión total: 190 km<sup>2</sup>, Altitud de la cabecera municipal (metros sobre el nivel del mar): Altura 2.590 m.s.n.m. Temperatura media: 16 grados C<sup>o</sup> (Colombia Turismo Wed, s.f)

Duitama es uno de la centros industriales y artesanales de la región, es conocida por sus talleres artesanales que producen cestas. El empuje de sus industrias ha hecho de esta ciudad una de las más importantes en la construcción y ensamble de carrocerías. Duitama es famosa por los huertos frutales de manzana, peras, duraznos, curubas y ciruelas. En sus tierras también se cosecha papa, trigo, maíz, frijoles, cebada y hortalizas. El sector de la industria en Duitama en su mayoría está compuesto por empresas de fabricación de carrocerías para buses como: AGA, LOGOS, INVICAR, TUNDAMA, AGV, entre otras y del mercado de autopartes.

(Fortalecimiento productivo y comercial de las comunidades artesanas del departamento de Boyacá, 2014).

Figura 1. Mapa de Duitama



*Nota:* Adaptado de La Perla De Boyacá, D. (s. f.). *Mapa de Duitama*. Flickr.

## Marco Legal

Primero: las generalidades de lo que concierne a la conservación y uso del agua como recurso natural están contempladas en el código de Recursos Naturales renovables de 1974, la ley 99 de 1993 en la Política Nacional de Gestión Integral del Recurso Hídrico. Lo atinente al agua como servicio público domiciliario o agua potable se encuentra regulado por la Ley 142 de 1994 (Montoya E y Rojas R. 2019)

Segundo: el artículo 79 determina el derecho a gozar de un medio ambiente sano y el artículo 366 consagra al mejoramiento de las condiciones de vida de la población mediante la solución de las necesidades insatisfechas (Sutorius M y Rodríguez S, 2015)

Tercero: en el artículo 7º, el estado reconoce el derecho de toda persona a acceder de forma progresiva y universal al agua potable. El estado garantiza este derecho priorizando el consumo humano sobre otros usos. (Agnitio, 2021)

Cuarto: artículos 12, 313 y 318 de la constitución de la República consagran el principio de que el agua es patrimonio nacional, estratégico, de uso público dominio inalienable e inembargable del Estado y constituye un elemento vital para la naturaleza y para la existencia de los seres humanos (Del pozo Barrezueta H, 2014)

Quinto: el artículo 314 asigna al estado la responsabilidad de la provisión de los servicios públicos de agua potable y de riego para la cual dispondrá sus tarifas sea equitativas y establecerá su control y regulación (Del Pozo Barrezueta, 2014)

Sexto: decreto 1729 del 2002, al carácter de especial protección de zonas de páramos, subpáramos, nacimientos de agua y zonas de recarga de acuíferos, por ser considerados áreas de especial importancia ecológica para la conservación, preservación y recuperación de los recursos naturales renovables (Sas, s. f.)

Séptimo: Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico que garantiza la sostenibilidad del recurso, mediante una gestión y un uso eficiente y eficaz, articulados al ordenamiento y uso del territorio y a la conservación de los ecosistemas que regulan la oferta hídrica (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible).



## **Diseño Metodológico Tipo y Enfoques de Investigación**

El siguiente proyecto de grado es de modalidad descriptiva, documental y aplicada, buscando definir variables sobre el consumo de agua, el impacto sobre las cuencas hídricas y el desarrollo de estas en un futuro. Descriptiva al evidenciar las variables que afectan el buen uso de este recurso en la ciudad de Duitama; Documental al tener en cuenta información secundaria acotada en cierto periodo de tiempo y Aplicada al diseñar un modelo de uso en la ciudad Duitama y contextos similares; todo ello enmarcado en un estudio mixto al contemplar datos cuantitativos y cualitativos.

### **Variables de Medición**

Todas las variables de estudio están enfocadas a la identificación del nivel de inclusión del nivel del agua en los planes de manejo del recurso hídrico del municipio de Duitama, identificando variables sociodemográficas que muestran las características de la población y de los recursos naturales disponibles en el área geográfica de estudio.

### **Unidad de Estudio o Muestra**

La unidad de estudio es el Municipio de Duitama Boyacá.

### **Fases y Actividades Metodológicas**

El presente proyecto se desarrolla en las siguientes fases de investigación para el cumplimiento de los objetivos:

Fase 1, Identificación de variables: Fase en la cual a partir de información secundaria se identificarán las variables de estudio relacionadas con el manejo del recurso hídrico en la ciudad de Duitama, A partir de las actividades descritas a continuación:

Actividad 1.1 Determinar documentos de estudio para las variables.

Actividad 1.2 Seleccionar documentos para las variables.

Actividad 1.3 Análisis de documentos para las variables.

Actividad 1.4 Entrega de resultados (Determinación de las variables).

Fase 2, Diseño de modelo: en la fase dos, a partir de una búsqueda de revisión bibliográfica se seleccionaron los modelos susceptibles de implementar en el contexto de estudio, a partir de las siguientes actividades:

Actividad 2.1 Determinar ecuación de búsqueda de modelos

Actividad 2.2 Establecer parámetros de búsqueda de modelos

Actividad 2.3 Selección de documentos para el modelo Actividad 2.4 Análisis y determinación de modelos

Fase 3, Desarrollo de propuesta: A partir del modelo identificado en la fase anterior se determinó el modelo adecuado para la ciudad de Duitama:

Actividad 3.1 Análisis e implementación del modelo seleccionado Actividad

3.2 Análisis de requerimientos técnicos y teóricos

Actividad 3.3 Diseño de propuesta de implementación

## Desarrollo y Resultados

### **Objetivo Específico 1: Identificación de Variables Determinar documentos de estudio para las variables**

Para entender y conocer las variables que se deben tener en cuenta en la correcta gestión del recurso hídrico se han determinado los siguientes documentos de estudio y su importancia para el presente proyecto

*POT* (Plan de ordenamiento territorial), el plan está sancionado en la Ley 388 de 1997- Ley de Ordenamiento Territorial que lo define como “el conjunto de objetivos, directrices, políticas, estrategias, metas, programas, actuaciones y normas destinadas a orientar y administrar el desarrollo físico del territorio y la utilización del suelo” (plan de ordenamiento territorial - Google Search, s. f.) El plan de ordenamiento territorial es una herramienta estratégica para las autoridades municipales para la planificación del territorio y así determinar la correcta distribución de los suelos bien sea para vivienda, industrias, comercio, recreación y, muy importante las zonas protegidas del municipio.

*PGAR* (Plan de gestión regional ambiental), “el Plan de Gestión Regional Municipal es el instrumento de planificación estratégico de largo plazo de las Corporaciones Autónomas Regionales para el área de su jurisdicción, que permite orientar su gestión e integrar las acciones de todos los actores regionales con el fin de que el proceso de desarrollo avance hacia la sostenibilidad de las regiones” (Decreto 1076 de 2015). Lograr el crecimiento del municipio en cuanto a la población, el sector industrial y los demás actores implicados es un reto para las autoridades, y más cuando se busca que dicho crecimiento vaya de la mano con la conservación del medio ambiente. Es aquí donde los planes de gestión ambiental juegan un papel fundamental como base para el desarrollo de metas, estrategias y los compromisos por parte de toda la

población para un desarrollo sostenible.

*PDT* (Plan de desarrollo territorial), según el Gobierno Nacional “el plan de desarrollo territorial, es el instrumento de planificación que orienta las acciones de las administraciones departamentales, distritales y municipales durante un periodo de gobierno. En este se determina la visión, los programas, proyectos y metas de desarrollo asociados a los recursos públicos que ejecutaran durante los 4 años de gobierno” La importancia de estos planes de desarrollo radican en la eficiencia a la hora de asignar y utilizar tanto los bienes del municipio como los servicios públicos, y es que desde la gestión, administración y utilización de estos dos pilares del municipio depende la calidad de vida de los ciudadanos que lo habitan.

Desde el plan de desarrollo a nivel municipal se puede promover el desarrollo constante de la ciudad, partiendo de una administración eficiente, consciente y preparada que gestione los recursos disponibles y que logre una articulación entre el área financiera, económica, política, ambiental y social con el fin de mejorar y garantizar el nivel de vida de todos los ciudadanos. A nivel departamental se considera el plan de desarrollo territorial como una directriz donde se encuentran las necesidades y las expectativas de los ciudadanos frente al desarrollo del departamento.

Aquí se evidencia la importancia de que todos los involucrados sean tenidos en cuenta a la hora de tomar las decisiones sociales, económicas y ambientales. Y por último a nivel gubernamental el plan de desarrollo territorial tiene como fin dictar los parámetros para lograr el crecimiento de todo el país, así mismo tiene como fin establecer el paso a paso para lograr objetivos alrededor de este crecimiento. *Decreto 1575 y resolución 2115 del año 2007*. La principal norma que rige la calidad del agua en Colombia es el decreto 1575 y resolución 2115 del año 2007, por medio del cual se establece el sistema para la protección y control de la calidad

del agua para consumo humano. Esta normativa busca que los municipios, la Autoridad Ambiental, las personas prestadoras del servicio público, los usuarios, las entidades territoriales de salud y sectores privados, se articulen para que se realicen acciones que contribuyan con el manejo integral de los residuos sólidos y líquidos que pueden ser vertidos a las fuentes hídricas naturales que abastecen los sistemas de suministro de agua para consumo humano” (Acuatecnica Líderes en Ingeniería Ambiental y Sanitaria, 2018).

Para muchos gobernantes el agua ha pasado a un segundo plano y no se le ha dado la importancia y el valor que debería tener en todo el mundo. No solo pasa con los gobernantes también con los ciudadanos que parecen olvidar que las fuentes de agua dulce cada día disminuyen su capacidad, por lo que se han visto en la obligación de implementar mandatos, decretos y leyes que permitan y faciliten la protección del líquido y de esta forma garantizar la calidad y el suministro a todas las poblaciones

*POMCA* (Plan de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas), “el POMCA, es el instrumento a través del cual se realiza la planeación del uso coordinado del suelo, de las aguas, de la flora y la fauna y el manejo de la cuenca, en el que participa la población que habita en el territorio de la cuenca, conducente al buen uso y manejo de tales recursos” (Mads, 2014). En primera instancia Los POMCAS son de gran importancia a la hora de conocer el estado real de la cuenca que se está estudiando, y es que con el diagnóstico de la cuenca y con los lineamientos dictados por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible se puede hablar de la protección, conservación y el buen uso de dicha cuenca. Y en segunda instancia se está hablando de lograr una ocupación segura del territorio alrededor de las cuencas hidrográficas

*PORH* (Plan de Ordenamiento del recurso hídrico), “es el instrumento de planificación que le permite a la autoridad ambiental competente intervenir los cuerpos de agua, con el objeto

de alcanzar y mantener las condiciones de calidad y cantidad requeridas para garantizar su funcionalidad eco sistemática y sus usos actuales y potenciales”(Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible) Es uno de los planes más importantes para el desarrollo de cualquier municipio, y es que de este deriva el uso que se le va a dar al recurso hídrico ya sea industrial, domestico, recreativo, agrícola etc. y asípoder garantizar la protección, la conservación, la calidad y el aprovechamiento de las fuentes hídricas.

*ODS* (Objetivos de Desarrollo Sostenible) “también conocidos como objetivos globales, fueron adoptados por las Naciones Unidas en 2015 como un llamamiento universal para ponerle fin a la pobreza, proteger el planeta y garantizar que para el 2030 todas las personas disfruten de paz y prosperidad. Las 17 ODS están integrados: reconocen que la acción en un área afectara los resultados en otras áreas y que el desarrollo debe equilibrar la sostenibilidad social, económica y ambiental” (Objetivos deDesarrollo Sostenible Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, s. f)

Si bien es cierto las ODS se componen de 17 objetivos específicos, para el desarrollo de este proyecto nos hemos enfocado en cuatro principalmente: ODS 16 (Agua Limpia y Saneamiento) donde básicamente se busca asegurar el abastecimiento del líquido y la calidad de este para toda la población, y es que la falta de este objetivo en cualquier plan de desarrollo traería enfermedades y deceso de la población más vulnerable ante esta situación. ODS 12(Producción y Consumo Responsables), como directos consumidores de los recursos que nos ofrece el planeta, se tiene una gran responsabilidad a la hora de cuidarlos y protegerlos.

No solo se habla del crecimiento desbordado de la contaminacióna nivel del agua, sino también del consumo de energía, las emisiones contaminación y lastoneladas de desechos que se producen al año. Acciones tan simples como reciclar y ser responsables con el nivel de consumo

pueden ayudar a mitigar el impacto tan negativo que estamos generando en el ambiente. ODS 15 (Vida de ecosistemas Terrestres), los bosques son de gran importancia para la existencia del ser humano, no solo por el agua que albergan sino también por los alimentos que de estos proveen. Desde los entes gubernamentales, departamentales y municipales se debe velar por la conservación de los ecosistemas terrestres, y es que en los planes de desarrollo de dichos entes se deben especificar y delimitar las zonas de protección y crear una cultura participativa de los ciudadanos en la gestión y el desarrollo de estas zonas. ODS 13 (Acción por el clima), en los últimos años se han visto las amenazas del cambio climático para el ser humano y es que si bien es consecuencia de las malas acciones del ser humano, está radica en las manos del ser humano ayudar a contrarrestar la amenaza de este cambio. Políticas empresariales para disminuir el impacto ambiental y acciones sancionatorias para aquellas que cometan esta clase de violaciones son algunos de los objetivos que se deben trazar desde todos los gobiernos

### ***Identificación de variables de medición***

Con base en los documentos de estudio anteriormente mencionados, se identificaron unas variables de medición (independientes y dependientes), las cuales serán de vital importancia para el desarrollo del modelo de medición. El tipo de información que se utilizó para recolectar las variables fue secundario, como se ha mencionado anteriormente un modelo de medición se convierte en una herramienta estratégica a la hora de tomar decisiones que involucren la gestión del recurso hídrico por eso que las variables consideradas para el modelo de medición fueron escogidas según su importancia en el desarrollo y presión que ejercen sobre el recurso hídrico.

VARIABLES como la temperatura, ecosistema, precipitación media anual no fueron tenidas en cuenta puesto que lo que buscamos es que con los resultados del modelo sean precisos. Las variables antes mencionadas han sido relacionadas en la tabla (Tabla 1) que a continuación se

encuentra, seguido de su descripción y relación con el recurso hídrico.

Tabla 1. Variables Independientes y dependientes

<b>Problema</b>	<b>Variables Dependientes</b>	<b>Variables Independientes</b>	<b>Medición</b>
¿El análisis del nivel de inclusión del recurso hídrico en los planes de gestión del municipio de Duitama permitirá establecer medios que mejoren el uso de este recurso?	Demanda hídrica	Población	Crecimiento poblacional
		Industria	Crecimiento industrial
	Calidad del recurso hídrico	Comercio	Crecimiento comercial
		Salubridad	Índice de riesgo
	Contaminación	Normatividad	Cumplimiento normativo
		Fuentes contaminadas	Índice de fuentes contaminadas
		Sanciones y penalizaciones	Cumplimiento normativo
	Costos	Usuarios Finales	Incremento histórico
		Gastos de operación	Incremento histórico
		Gastos de inversión	Incremento histórico
	Suministro	Cobertura	Incremento Histórico
		Fuentes de Abastecimiento	Porcentaje de abastecimiento
		PETAP	Volúmenes procesados
Protección	PTAR	Número de plantas	
	Deforestación	Crecimiento áreas deforestadas	
	POT	Proyectos	

Fuente: Elaboración Propia



### *Descripción de variables*

Variable independiente demanda hídrica: “El uso de agua sin restricciones ha crecido a nivel global a un ritmo de más del doble del aumento de la población en el siglo XX, hasta tal punto que en muchas regiones ya no es posible el suministro de un servicio de agua fiable. La agricultura es el sector económico en el que la escasez de agua tiene más relevancia. La agricultura es responsable del 70% de las extracciones de agua dulce y de más del 90% de su uso consuntivo” (FAO, 2013, p.9) Si bien la ciudad cuenta con diferentes cuerpos de agua que garantizan el líquido para los diferentes sectores, es necesario que el municipio estudie si la oferta hídrica es suficiente para atender la demanda que trae el desarrollo de la ciudad. El ordenamiento del recurso hídrico permitirá decidir el destino y el uso del agua, garantizando el acceso a los diferentes sectores industriales, comerciales y domésticos, y de esta manera garantizar el desarrollo sostenible de la ciudad.

1.1. Variable dependiente Población: se entiende que la población afecta la demanda hídrica ya que “El crecimiento de la población es el que está ocasionando un aumento de la demanda del recurso hídrico y esta expansión demográfica no parece que vaya a cesar en los próximos años. Una demanda creciente de agua se deberá a un crecimiento de la población y de la producción lo cual generará además un crecimiento de la demanda energética con un incremento del coste de obtención” (CONGRESO NACIONAL DEL AGUA, 2019, p.515). Y es que el crecimiento de la población presiona de una manera tan grande a la demanda del recurso hídrico que en algunas ciudades y países es insuficiente el líquido para proveer las necesidades de los habitantes. Es inevitable el crecimiento demográfico en la ciudad, la natalidad y la llegada de diferentes migrantes de otros países y ciudades están generando una alta demanda para los cuerpos de agua, los planes de desarrollo deben estar enfocados en el número de habitantes tanto en el sector urbano como en el sector rural, las actividades

económicas de la población y las condiciones de las fuentes de suministro de agua.

Variable dependiente Industria: La industria representa una de las variables más trascendentales en la demanda hídrica, y así podemos dimensionarlo “Los usos de agua para agricultura y ganadería son importantes debido a la intensa actividad agropecuaria. El requerimiento para atender el riego de cultivos y pastos durante el mes de mayor demanda es de 2.94 m<sup>3</sup>/s. El uso industrial está concentrado en el corredor industrial. Las necesidades de agua de las industrias de mayor consumo totalizan 0.67 m<sup>3</sup>/s. En resumen, las demandas de agua estimadas por los diversos usos son de aproximadamente 4.59 m<sup>3</sup>/s” (Manrique-Abril FG; Manrique DA; Manrique RA; Tejedor M, 2007, p.7) “La industria agrícola es responsable del 70% de las extracciones de agua dulce y de más del 90% de su uso consuntivo” (Banco Mundial, 2017) “La industria agrícola tiene tres opciones para gestionar la demanda de agua total dentro del dominio hídrico: Reducir las pérdidas de agua, aumentar la productividad del agua, reasignar el agua” (FAO, 2013, p.11) “El uso del agua en la agricultura sigue estando determinado por el crecimiento constante de la demanda de productos agrícolas para satisfacer las necesidades de una población en aumento” (Banco Mundial, 2017)

Variable dependiente comercio: en cuanto al sector relacionado con el comercio conocemos que “Se debe enfocar sobre la racionalización del uso del recurso hídrico, promover la responsabilidad extendida por los establecimientos” (Garay C, Munera JC, Guzmán A, 2017, p.16) “Reconocer el sector como un importante consumidor de agua y generador de vertimientos, mejorar su eficiencia en el consumo de agua y generación de vertimientos tendría un impacto importante sobre las condiciones del recurso hídrico” (Garay C, Munera JC, Guzmán A, 2017, p. 16).

Variable independiente calidad: para definir la importancia de la calidad en lo que se refiere al recurso hídrico se puede decir que “El agua para satisfacer las necesidades básicas no es negociable, para mantener la salud de los humanos se necesita un nivel mínimo de acceso a agua de buena calidad” (FAO, 2013, p.9) “La organización y presentación de información sobre la calidad de los caudales, debería ser la base para afrontar una posible escasez de agua” (FAO, 2013 p.10) “El problema de la escasez de agua empeora con la demanda creciente por parte de los usuarios y con la calidad y disponibilidad menguante del recurso” (FAO, 2013, p. 6) “Desabastecimiento de agua= falta de agua de calidad aceptable” (FAO, 2013, p.6)

Variable dependiente salubridad: abarca la prevención de enfermedades y la promoción de la salud. Bajo algunos de los siguientes criterios “El acceso a servicios inadecuados de agua, saneamiento e higiene tienen consecuencias importantes para asegurar la salud o la enfermedad de una población” (OPS) “Las enfermedades causadas por el uso del agua están relacionadas con la presencia de microorganismos y sustancias químicas presentes en el agua de consumo. Entre ellas se puede citar la malnutrición, las enfermedades desatendidas, la diarrea, las intoxicaciones, entre otras” (OPS) “Los déficits en cuanto a cobertura y calidad de los servicios tienden a concentrarse en los grupos de bajos ingresos, grupos vulnerables y poblaciones rurales. A esta situación, se suma la carencia de acceso a servicios adecuados de agua, saneamiento e higiene” (OPS) “Los requisitos básicos y esenciales para garantizar la seguridad del agua de consumo humano son un marco para la seguridad del agua que comprenda objetivos de protección de la salud establecidos por una autoridad con competencia en materia de salud, sistemas adecuados y gestionados correctamente y un sistema de vigilancia independiente” (Organización Mundial de la Salud, 2018, p.3) “Los proveedores de agua de consumo humano son responsables en todo momento de la calidad y seguridad del agua que producen” (Organización Mundial de la Salud,

2018, p.10) “La vigilancia de la calidad del agua de consumo humano puede definirse como la evaluación continua y vigilante de la salud pública, y la revisión de la seguridad y aceptabilidad de los sistemas de abastecimiento de agua de consumo humano” (Organización Mundial de la Salud, 2018, p.11).

Variable dependiente normatividad: si bien las normas para el consumo humano pueden cambiar según los países, departamentos o municipios, cabe resaltar que “En la elaboración y aplicación de normas, es fundamental tener en cuenta las leyes vigentes y en proyecto relativas al agua, a la salud y al gobierno local, así como evaluar la capacidad de cada uno para desarrollar y aplicar reglamentos” (República de Colombia. Gobierno Nacional, 1979) “Dentro de los planes de seguridad del agua (PSA) se especifica la verificación de la calidad del agua de consumo humano con el fin de comprobar la correcta ejecución y cumplimiento de las normas de calidad del agua pertinentes a nivel nacional, regional y local” (Plan de Seguridad del Agua).

Variable independiente contaminación: la relación entre el aumento del suministro del agua y el control de los niveles de contaminación lo podemos ver como “Antes se confiaba en la capacidad de dilución y auto limpieza de los ríos a la hora de deshacerse de sus aguas residuales. Esto pudo mantenerse mientras la densidad de la población fue baja” (FAO, 2013; p.9) “Aplicar la mentalidad a la gestión de recursos hídricos ha de ser más clara para incorporar el control de la contaminación como un elemento importante de las estrategias de gestión del suministro de agua” (FAO, 2013, p.13) “La contaminación del agua y las extracciones de agua subterránea exigen una regulación mejor y más efectiva” (FAO, 2013, p.17) “El control de la contaminación también debería considerarse como una opción de gestión del suministro, puesto que aumenta la cantidad de agua disponible para usos beneficiosos” (FAO, 2013, p.20) “La contaminación reduce la cantidad de agua disponible para su uso y aumenta el coste de tratamiento” (FAO,

2013, p.37)

3.1 Variable dependiente fuentes contaminadas: “Las principales fuentes de contaminación puntual de agua son las estaciones depuradoras y de tratamiento de aguas residuales” (Agencia Europea de Medio Ambiente, 2022) “Una de las principales y más dañinas formas de deterioro del medio ambiente, es la contaminación de fuentes hídricas producto del mal manejo de residuos sólidos obsoletos, esta como consecuencia de la falta de civismo de algunos sectores sociales” (Camacho KJ, 2020, p.6) “El avance de la actividad humana (industria, agricultura, ganadería entre otras), el crecimiento demográfico, el desarrollo de las ciudades y la falta de medidas y programas para dar respuesta a dichos cambios, genera un ambiente que favorece al avance de la contaminación”

3.2. Variable dependiente sanciones y penalizaciones: Según la ley 1220 de 2008 (artículo 4) “el que envenene, contamine o de modo peligroso altere el agua destinada al consumo humano, incurrirá en prisión de cuatro a diez años” En varias ocasiones han salido casos de contaminación ambiental y empresas que han sido multadas y sancionadas por dichas acciones, pero aun así continúan generando desechos y vertimientos a los cuerpos de agua sin ningún control y afectando a las comunidades que se benefician de estos. Es aquí donde las cabeceras municipales deben poner su atención, pues el control es mínimo y las sanciones iguales.

Variable independiente costos: “La estimación del valor económico del agua representa información útil para asignar de forma eficiente este recurso escaso entre los usuarios, ya que tiene en cuenta los beneficios que obtiene cada usuario” (Dimas, 2016 como se citó en Delgado G, 2015) Si bien en cierto momento durante los años 2018, 2019 y 2020 la empresa de servicios públicos ha mantenido los precios según la Resolución CRA 688 de 2014 (Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico), el municipio tiene un gran reto para evitar el exceso en los

precios del agua, así como garantizar la calidad y el suministro para todos los habitantes

Variable dependiente usuarios finales: “El agua tiene un valor infinito, sin embargo, no se paga por ella lo que se debería” (Iagua, 2021) “El precio del agua, su coste de suministro y su valor no son sinónimos, y el precio no es más que una herramienta para alinear el uso del agua con sus valores” (Iagua,2021) El precio del agua para los usuarios finales se compone del cargo fijo regulado por la empresa prestadora del servicio y un cargo por consumo, este último depende de varios factores como el estrato y así mismo el desaprovechamiento del agua, aquí la responsabilidad es compartida entre la alcaldía como ente controlador y los ciudadanos como usuarios responsables del consumo de agua.

Variable dependiente gastos de operación: “Los costos de operación y mantenimiento incluyen los gastos periódicos o recurrentes para operar desde el punto de vista técnico y mantener las instalaciones de los servicios de agua potable” (SUNASS, 2022, p.57)

Variable dependiente gastos de inversión: “La falta de una política, así como mecanismos de coordinación e implementación, están restando dinámica al sector, en especial en proyectos de inversión” “Desde el punto de vista económico el uso eficiente del recurso hídrico tiene como beneficio la racionalización de la demanda y por lo tanto la reducción del monto de inversión” “El control de las pérdidas permite extender coberturas sin aumento de producción; así como También posibilita diferir inversiones en captación y producción” (Comisión Reguladora del Agua, Departamento Nacional de Planeación Financiera de Desarrollo Territorial, Ministerio de Desarrollo

Económico, Ministerio de Medio Ambiente, Superintendencia de Servicios Públicos, 1997). Variable independiente Suministro: “El aumento del suministro contempla el incremento del acceso a fuentes de agua convencionales, la reutilización de aguas de drenaje y de aguas

residuales” (FAO,2013, p. 10) El suministro del agua está a cargo de la empresa prestadora de servicios articulados con las autoridades que deben estudiar, diseñar e implementar estrategias para el desarrollo que garanticen la correcta administración del recurso y la disponibilidad de este

Variable dependiente cobertura: Como se ha mencionado antes la responsabilidad de la cobertura del recurso hídrica recae en las administraciones municipales, es aquí donde enfrentan un gran reto pues omisiones en las plantas de potabilización del agua (mantenimiento, operación) conllevan a la escasez para dar un ejemplo.

Variable dependiente fuentes de abastecimiento: acciones que garanticen la conservación, protección y administración de las fuentes con las que cuenta el municipio son esenciales para la salud y la calidad de vida de la población. Y si se cuenta con diferentes cuerpos de agua que ofrecen el líquido para el municipio y así mismo se espera cultura y compromiso para conservarlas.

Variable dependiente PETAP: “El Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico, RAS 2000, establece que el agua para consumo humano no debe contener microorganismos patógenos, ni sustancias tóxicas o nocivas para la salud, por lo que debe cumplir los requisitos de calidad microbiológicos y fisicoquímicos exigidos en el decreto 475 de marzo 10 de 1998” Básicamente de estas plantas de tratamiento se obtienen los estándares mínimos del agua para consumo humano, las cuales deben estar preparadas para atender las variables que afectan la calidad del agua de las diferentes fuentes.

Variable dependiente PTAR: “Requisito importante para la conservación de vida en el planeta y cuidado del agua. Muchas de estas tecnologías para el tratamiento de aguas, permiten una recuperación de recursos y se da un valor importante al residuo que se genera” “Las plantas PTAR realizan la limpieza del agua usada y las aguas residuales para que puedan ser devueltas de

la forma segura al medio ambiente” “Dentro de sus funciones estas; eliminar los sólidos, reducir la materia orgánica y los contaminantes y restaurar el oxígeno.” “Los entes territoriales deben evaluar la necesidad de contar con una planta de tratamiento de aguas residuales, teniendo en cuenta las normas técnicas establecidas en el Reglamento del Sector (RAS 2000)”

Variable independiente protección: Los organismos municipales son los encargados de crear un sistema de protección que tenga como fin conservar las fuentes hídricas del municipio, este debe estar basado en temas de contaminación, leyes, cultura y desarrollo sostenible, esto debe estar articulado con el apoyo de las diferentes comunidades y miembros que se benefician de las cuencas hidrográficas.

Variable dependiente deforestación: Según la asamblea Nacional (2007), “No hay una política de reforestación de nuestras cuencas hidrográficas, de los parques nacionales de los cuales se provee más del 80% del agua en el país” La deforestación trae consigo la escasez y es que se conoce la importancia de los árboles con el agua, no solo porque ayudan a mantener los caudales sino porque ellos mismo almacenan agua, no existe una razón más importante para que se tomen acciones correctivas y definitivas para evitar la tala de árboles con fines industriales, comerciales, agrícolas y de construcción

Variable dependiente POT: “El ordenamiento territorial municipal busca el desarrollo socioeconómico en armonía con el medio ambiente, por ello ha establecido como prioridades los "determinantes de ordenamiento territorial" “La insuficiente claridad sobre como las áreas protegidas son determinantes de ordenamiento territorial, se refleja en la escasa visibilización y posicionamiento de las mismas en la formulación de políticas públicas, planes y programas de desarrollo para los sectores de infraestructura” “La efectividad de un instrumento de planeación depende de la forma como es diseñado, se socializa y capacita a los interesados en su uso, el

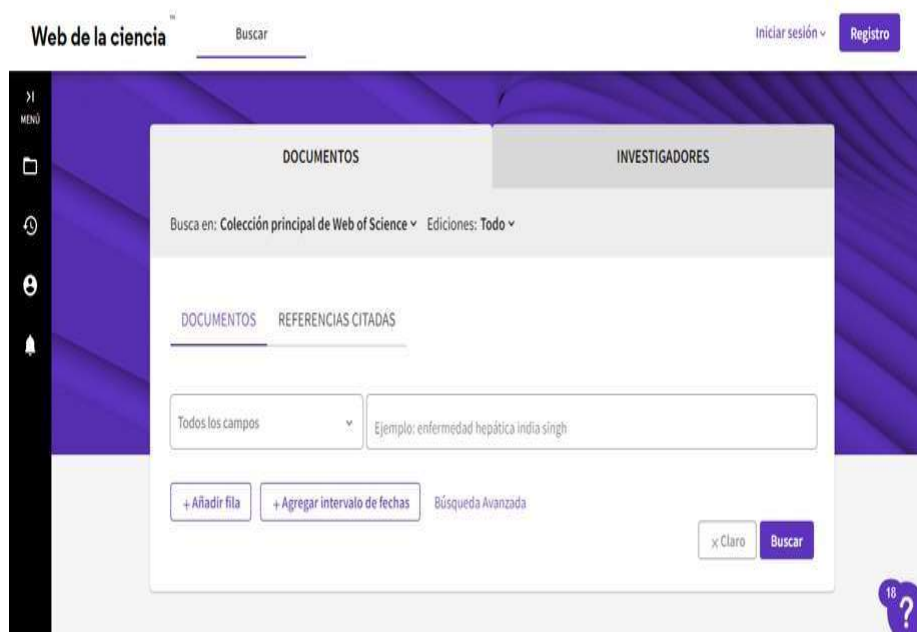


acompañamiento en su implementación y el seguimiento y evaluación a su aplicación.”

### Objetivo Específico 2 Determinación ecuación de búsqueda de modelos

En este paso se utilizará una plataforma de base de datos “Web of science”, esta herramienta es muy popular, ya que permite la búsqueda y la información científica, de artículos, citas, libros y otros materiales relevantes para el desarrollo del presente trabajo.(Figura 2)

Figura 2. Búsqueda de modelos plataforma Web Of Science



*Fuente:* Base de datos Web Of Science

Como palabras claves para realizar la búsqueda se definieron las siguientes: inclusión, “recurso hídrico”, Latinoamérica y “plan de gestión” (Figura 3)

Figura 3. Palabras Clave Web of Science

The image shows a search interface with a vertical menu on the left containing icons for home, refresh, search, and notifications. The main area contains a list of search criteria, each with a dropdown menu for field selection (all set to 'Todos los campos') and a text input field for the search term. The search terms are: 'inclusión', 'inclusion', '"Recurso Hídrico"', '"Hídric resource"', 'Latinoamérica', 'latin america', '"plan de gestión"', and '"management plan"'. Each entry has a 'Y' or 'Or' operator dropdown and a close button (X). A help icon is visible in the bottom right corner.

*Fuente:* Base de datos Web Of Science

De esta manera se llegó a la ecuación de búsqueda que a continuación se presenta: (Todos los campos) OR inclusion (Todos los campos) AND "Recurso Hídrico" (Todos los campos) OR "Recurso hídrico" (Todos los campos) AND Latinoamérica (Todos los campos) OR latin america (Todos los campos) AND "plan de gestión" (Todos los campos) O "plan de gestión" (Todos los campos).

### ***Establecer parámetros de búsqueda de modelos***

Para poder establecer los límites de la búsqueda se escogieron los siguientes parámetros:

Primero: limitar a los últimos cinco años, esto permitirá acceder a las últimas tendencias e información actualizada

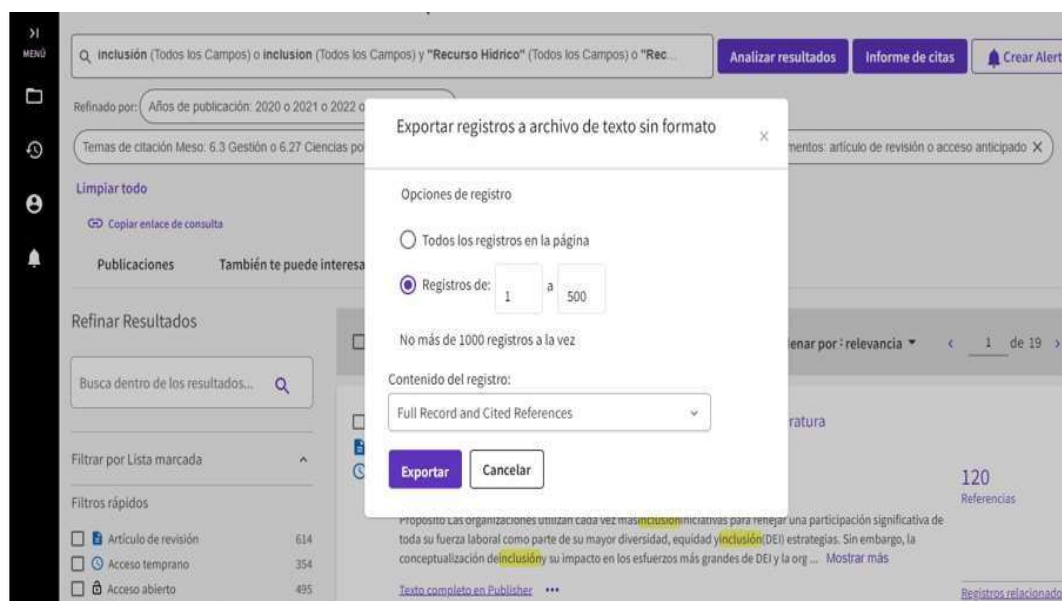
Segundo: temas de búsqueda (gestión, sostenibilidad ambiental, recursos hídricos, ciencias ambientales y ciencias políticas)

Tercero: tipología de textos (artículos de reflexión, artículos de revisión, acceso abierto)

### *Selección de documentos para el modelo*

Se seleccionaron los 500 artículos con mayor citas y articulados con la ecuación de búsqueda, se extrae el archivo sin formato lo cual hace referencia a los metadatos de los documentos a tener en cuenta.

Figura 4. Archivo sin formato (metadatos)



Fuente: Base de datos Web Of Science

Esta información se subió a la plataforma Tree of Science, “una herramienta basada en la web que utiliza algoritmos de grafos para optimizar la búsqueda y selección de artículos publicados” (<https://www.virtualpro.co>, s. f.), esta herramienta permitirá identificar los artículos en tendencia del tema en estudio (Figura 5)

Figura 5. Plataforma Tree of Science



Fuente: Plataforma Tree of Science

Una vez ingresado los datos en la plataforma este arroja un resultado de 85 artículos de los cuales 45 son los más relevantes (Figura 6)

Figura 6. Búsqueda de artículos relevantes



Fuente: Plataforma Tree of Science

De los 45 artículos más relevantes se escogieron 20 debido al costo del acceso a los

demás, los 20 escogidos se relacionan a continuación:

Tabla 2. Artículos más relevantes

Numero de articulo	Datos del articulo
1	Tanveer, A. ( 2023 ) . Navegando la influencia asimétrica de la inclusión financiera en la sostenibilidad ambiental: papel dinámico del consumo de energía y el capital humano Energ Environ-uk . 10.1177/0958305X231159439
2	Barut, A. ( 2023 ) . Sostenibilidad ambiental en medio de la inclusión financiera en cinco economías frágiles: Evidencia de la lente de la curva ambiental de Kuznets Energy , 269 . 10.1016/j.energy.2023.126802
3	Jebli, MB. ( 2022 ) . ¿Cómo colaboran la inclusión financiera y las energías renovables con la calidad ambiental? Evidencia de los diez países principales en avance tecnológico Environ Sci Pollut R . 10.1007/s11356-022-24430-6
4	Liu, HY. ( 2023 ) . Inclusión financiera y consumo de energía en China: las funciones del crecimiento económico y la innovación tecnológica Environ Sci Pollut R , 30 ( 6 ) , 16579 . 10.1007/s11356-022-23306-z
5	Zeraibi, A. ( 2023 ) . Inversiones totalmente nuevas, complejidad económica y nexo entre inclusión financiera y calidad ambiental en los países BRICS: ¿importa la transición a las energías renovables? Gondwana Res , 117 , 139 . 10.1016/j.gr.2022.12.020
6	Ghouse, G. ( 2022 ) . Consumo de energía verde y crecimiento inclusivo: un análisis integral del estudio de varios países Front Energy Res , 10 . 10.3389/fenrg.2022.939920
7	Hodzic, S. ( 2023 ) . Medio ambiente verde en los países de la UE: el papel de la inclusión financiera, los recursos naturales y la intensidad energética Política de recursos , 82 . 10.1016/j.resourpol.2023.103476
8	Talán, A. ( 2023 ) . Transición hacia el consumo de energía limpia en el G7: ¿Pueden ayudar el sector financiero, las TIC y la democracia? Política de recursos , 82 . 10.1016/j.resourpol.2023.103447

- 
- 9 Chien, FS. ( 2023 ) . El impacto de la inversión verde, la ecoinnovación y la inclusión financiera en el desarrollo sostenible: evidencia de China Inz Ekon , 34 ( 1 ) , 17 . 10.5755/j01.ee.34.1.32159
- 10 Saydaliev, HB. ( 2022 ) . Papel de la financiación verde y la inclusión financiera para desarrollar un entorno más limpio para la estabilidad macroeconómica: análisis intertemporal de las economías de la ASEAN Econ Chang Restruct . 10.1007/s10644-022-09419-y
- 11 Pata, Reino Unido. ( 2023 ) . Cuantificación de la estructura asimétrica y de dependencia entre inclusión financiera y eficiencia energética: evidencia de métodos cuantiles Energ Effic , 16 ( 3 ) . 10.1007/s12053-023-10087-8
- 12 Anu. ( 2023 ) . ¿Papel de la inclusión financiera, la innovación verde y la eficiencia energética para el desempeño ambiental? Evidencia de economías desarrolladas y emergentes en la lente del desarrollo sostenible Struct Change Econ D , 64 , 213 . 10.1016/j.strueco.2022.12.008
- 13 Shabir, M. ( 2022 ) . ¿Promueve la inclusión financiera la sostenibilidad ambiental?: analizando el papel de la innovación tecnológica y la globalización económica J Knowl Econ . 10.1007/s13132-022-01035-5
- 14 Tabash, MI. ( 2023 ) . Inclusión financiera y calidad ambiental: ¿importa el control de la corrupción? Int J Soc Econ . 10.1108/IJSE-06-2022-0407
- 15 Ferreira, JJ. ( 2023 ) . ¿Divergiendo o convergiendo hacia un mundo verde? Impacto de las medidas de crecimiento verde en el desempeño económico de los países Environ Dev Sustain . 10.1007/s10668-023-02991-x
- 16 Batool, Z. ( 2023 ) . Garantizar la inclusión ambiental en los países en desarrollo: el papel de las políticas macroeconómicas Environ Sci Pollut R , 30 ( 12 ) , 33275 . 10.1007/s11356-022-24596-z
-

17	Asnor, AS. ( 2022 ) . Desafíos para implementar planes de gestión ambiental en proyectos de construcción: el caso de Malasia Sustainabilitybasel , 14 ( 10 ) . 10.3390/su14106231
18	Vú, TL. ( 2023 ) . Efecto de la inclusión financiera, la ecoinnovación, la globalización y el crecimiento económico sostenible en la huella ecológica Inz Ekon , 34 ( 1 ) , 46 . 10.5755/j01.ee.34.1.32402
19	Sad, A. ( 2022 ) . La necesidad de un plan adecuado de gestión de residuos para la industria de la construcción: un estudio de caso en el Líbano Sustainabilitybasel , 14 ( 19 ) . 10.3390/su141912783
20	Sharif, A. ( 2023 ) . El papel de la inclusión financiera y la globalización hacia una economía sostenible en los países de la ASEAN: evidencia de las estimaciones del panel avanzado Environ Dev Sustain . 10.1007/s10668-023-03145-9

Fuente: Elaboración Propia

Una vez estudiados los artículos antes mencionados, se realizó una revisión para poder conocer los modelos empleados en cada uno de ellos (Anexo 1) Por otro lado de cada artículo se realizó una observación

Tabla 3. Características de los modelos

Artículo	Observación
1	Proyecto desarrollado en Pakistán, las variables explicativas son el uso de energía, la industrialización, la urbanización y el capital humano
2	Este proyecto busca determinar la relación entre la degradación ambiental y la inclusión financiera
3	En este se debate el efecto de la inclusión financiera y el consumo de energía renovable en las emisiones de dióxido de carbono
4	Proyecto desarrollado en China, se construye un índice de inclusión financiera y se analiza la evolución espacio-temporal de la inclusión financiera y el consumo de energía en china

- 5 Estudio realizado en los países BRICS, donde se muestra que la urbanización, las inversiones en nuevas áreas y la complejidad económica representan una limitación para la transición a las energías renovables
- 6 Busca la relación entre el consumo de energía verde y el crecimiento económico inclusivo. Variables seleccionadas son el crecimiento del PIB, pobreza, igualdad de ingresos y empleo.
- 7 Examina el nexo entre la inclusión financiera, la renta de los recursos naturales y la intensidad energética con respecto a un entorno verde
- 8 Estudio realizado en los países que conforman los Siete (G-7), descripción de variables y relación de estas mismas
- 9 Estudio realizado en china, se desea explorar el concepto de inversión verde, eco innovación e inclusión financiera y su efectividad en el desarrollo sostenible en el contexto de China
- 10 El objetivo de dicha investigación es evaluar el papel de la financiación verde y la inclusión financiera en el desarrollo de un entorno más limpio para la estabilidad macroeconómica
- 11 Tiene como objetivo investigar las relaciones causales y asimétricas entre la inclusión financiera y la eficiencia energética
- 12 El objetivo principal es informar los hallazgos respecto al cambio estructural de la economía, la innovación verde y los factores relacionados con la industria en el contexto del desarrollo sostenible
- 13 Busca determinar el impacto de la inclusión financiera en las emisiones de CO<sub>2</sub>, y el papel moderador de la innovación tecnológica y la globalización económica
- 14 Este estudio se basa en datos anuales de cinco economías de Brasil, Rusia, India, China y Sudáfrica y comprueba la regresión entre ciertas variables
- 15 Tiene como objetivo evaluar el impacto del crecimiento verde en el desarrollo económico de los países.
- 16 Este estudio proporciona evidencia empírica de que la política fiscal y monetaria tienen el potencial de garantizar un entorno limpio e inclusivo
- 17 Un plan de gestión ambiental puede reducir el impacto de los proyectos de construcción en el medio ambiente. Este estudio tiene como objetivo investigar los desafíos para implantarse los planes en Malasia
- 18 Tiene como objetivo analizar la asociación dinámica entre las variables en el marco de la inclusión financiera, la innovación ecológica junto con el crecimiento y la globalización



19	Analiza las ventajas de implementar un plan adecuado de gestión de riesgos en la construcción, su principal herramienta son las encuestas y se realiza para validar los factores extraídos en la literatura
20	Examina el camino del desarrollo sostenible, estiman ecuaciones con variables dependientes e independientes

Fuente: Elaboración Propia

De los modelos antes estudiado se ha determinado una característica y es las relaciones causales de las variables. A partir de modelos que permitan analizar y prever el comportamiento de dichas variables. Los resultados obtenidos pueden ser utilizados para la toma de decisiones. En la creación de diferentes modelos hidrológicos, es común encontrarse con variables que son difíciles de medir. Para esto, se encuentran variables compuestas, estas variables son útiles para simplificar el modelo y mejorar su precisión al incluir información adicional.

### ***Propuesta de Medición***

Una vez estudiadas las variables y documentos propuestos y entendido su importancia para el desarrollo del municipio, y por otro lado encontrado las tendencias en modelos de relación de variables, se ha construido el siguiente modelo de medición donde se le da un valor a cada variable para determinar su grado de importancia en el momento de crear, actualizar e implementar los planes de desarrollo del municipio de Duitama. Este modelo servirá como herramienta para conocer mejor el sistema hídrico de la ciudad y así mismo prestar apoyo en el momento de la toma de decisiones que involucren este sistema y por ende a los ciudadanos que se benefician de él.

Para comenzar se utilizó como instrumento la matriz de Vester, donde se pudo identificar cuales variables tienen un mayor impacto en el desarrollo del municipio, por lo que son las que se deben abordar en primera instancia. Para poder construir la matriz, se enfrentaron una a una las variables para conocer la relación entre cada una de ellas (Tabla 4).

Tabla 4. Relación de variables

<b>Descripción</b>	<b>Total influencia</b>
Demanda hídrica	13
Calidad del Recurso hídrico	11
Contaminación	11
Costos	9
Suministro	11
Protección	11
<b>Total, Dependencia</b>	<b>331 3</b>

Fuente: Elaboración de Variables

La escala que se manejó para identificar dicha relación está en el rango de 0 a 3

Tabla 5. *Escala matriz de Vester*

<i>Alta influencia</i>	3
<i>Media influencia</i>	2
<i>Baja influencia</i>	1
<i>Nula</i>	0

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla 6, se tiene un valor total de dependencia lo que en otras palabras es el nivel de influencia que tiene esta variable sobre otras.

Tabla 6. Dependencia de variables

<b>Descripción</b>	<b>DependenciaInfluencia</b>	
	<b>X</b>	<b>Y</b>
<i>Demanda hídrica</i>	A 13	13
<i>Calidad del Recurso hídrico</i>	B 13	11
<i>Contaminación</i>	C 11	11

<i>Costos</i>	D	9	9
<i>Suministro</i>	E	13	11
<i>Protección</i>	F	7	11

Fuente: Elaboración propia

Ahora que se conoce el nivel de influencia de cada una de las variables se llevan aun plano cartesiano donde en el eje X se ubican los problemas activos (valores de influencia) y en el eje Y los problemas pasivos (dependencia). Lo que da como resultado el siguiente plano

Figura 7. Matriz de Vester

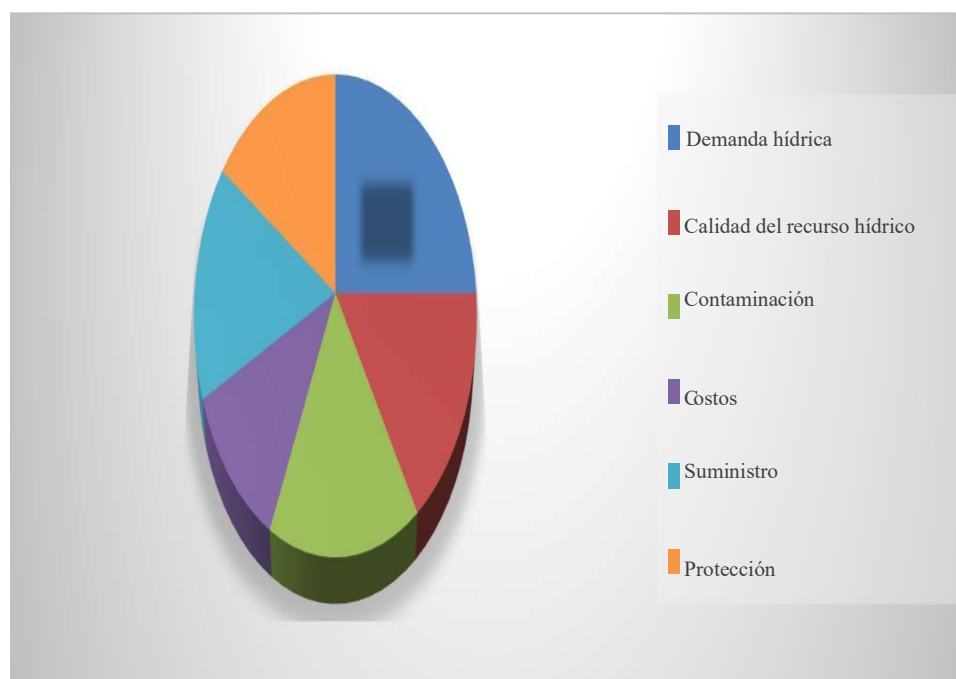


Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar en la matriz (Figura 7) las variables demanda hídrica, calidad del recurso hídrico, contaminación, protección y suministro se ubican en el cuadrante de

problemas críticos por ende deben ser tenidos en cuenta en mayor proporción dentro del modelo de medición. Y en el cuadrante de problemas activos se encuentra la variable costos esto significa que influye mucho en las otras variables. Con los resultados anteriores se ha dado un porcentaje a cada variable independiente dentro del modelo de medición (Figura 8)

Figura 8. Porcentaje de variables Independientes



Fuente: Elaboración propia

Donde demanda hídrica representa el mayor porcentaje dentro del modelo propuesto esto debido a su importancia y gran impacto en la gestión del recurso hídrico, pues desde diferentes sectores que demandan el agua, se deben crear e implementar herramientas y estrategias que vayan dirigidas a enfrentar los escasos del agua y generar un balance positivo entre la oferta y la demanda. Respecto a las variables calidad del recurso hídrico, contaminación, suministro y protección, tienen una ponderación igual, y es que estas variables se encuentran totalmente

articuladas afectándose tanto positiva como negativamente en la disponibilidad del líquido. Por último, se encuentra la variable dependiente Costos, las variables antes mencionadas juegan un papel fundamental en esa última y es que de esos factores tan importantes se puede observar el incremento o la disminución de los precios de los gastos referentes al suministro, mantenimiento y operación relacionados con las fuentes hídricas.

Una vez definido y comprendido el valor dado a las variables se han determinado unas escalas de medición buscando representar la realidad de todos los factores e indicadores que se articulan y que giran en torno al recurso hídrico. Como se dijo anteriormente cada una de estas variables independientes y dependientes y sus indicadores surgen de datos secundarios ya existentes, y como su nombre bien lo indica estas sujetas a variaciones durante el tiempo y el espacio, pero que son importantes en el presente modelo

#### ***Escala de Medición Variable Independiente Demanda***

En el presente modelo de medición, en la variable independiente demanda, se valoró de 0 a 2, donde 0 es un nivel BAJO, 1 un nivel NORMAL y 2 un nivel ALTO, como se muestra en la tabla 6; y cada una de las variables dependientes tendrán un valor, según el crecimiento de cada una de ellas (Tabla 8).

Tabla 7. Escala de Medición Variable Demanda

<b>Escala de medición</b>	
Bajo	0
Normal	1
Alto	2

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 8. Posibles Resultados Variable Demanda

Población	0,3
Industria	0,3
Comercio	0,4
Resultado	1

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 8 se observan los posibles resultados de las variables dependientes (Población, industria y comercio) según su crecimiento en el municipio de Duitama, más adelante se explicará cómo se llegó a este posible resultado. Según la escala de medición (Tabla 7), la variable demanda hídrica tiene una escala de Bajo=0, Normal=1 y Alto=2, la cual se encontraría dentro del rango NORMAL y tiene un valor de 1 dentro del modelo de medición.

Para la variable dependiente población, se hizo un posible análisis del crecimiento al pasar de los últimos años, para ver el crecimiento poblacional del municipio, como se puede observar a continuación (Tabla 9).

Tabla 9. Crecimiento poblacional al pasar de los años.

**Variable independiente población (30%)**

	2019	2020	2021	2022
<i>Población total</i>				
<i>Cabecera municipal</i>	124.780	126.670	127.592	128.400
<i>Cabecera poblados</i>	110.030	112.308	113.306	114.192
<i>Y rural</i>				
<i>Disperso</i>	14.750	14.362	14.286	14.208

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la alcaldía municipal de Duitama (Estadísticas del municipio).

Con los datos anteriores, se realizó el crecimiento porcentual de cada año al anterior; se tomó el valor de año actual y se restó el valor del año anterior, con este resultado, se dividió por el mismo valor del año actual, para así tener el porcentaje que se desea (Tabla 10).

Tabla 10. Crecimiento porcentual.

	<b>Crecimiento porcentual del año anterior</b>		
	2019 a 2020	2020 a 2021	2021 a 2022
Población total			
Cabecera municipal	2%	1%	1%
Cabecera poblados y rural disperso	2%	1%	1%
Promedio	0,3%	0,36%	0,29%
Resultado		1%	

Fuente: Elaboración propia

Obteniendo los posibles resultados, se realizó una escala de medición en rangos (Tabla 11) para poder darles un valor a cada uno de estos (Tabla 12).

Tabla 11. Escala de medición para población.

<b>Escala de medición</b>	
Bajo	(-0%)
Normal	(0% a 4%)
Alto	Más de 5%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12. Valor de la escala para población

<b>Valor de la escala</b>	
Bajo	0 0,3
Normal	1
Alto	2

Fuente: Elaboración propia

Se le da un valor a cada rango, donde 0 es un nivel BAJO, 1 un nivel NORMAL y 2 un nivel ALTO en la escala para población. (Tabla 12)

En conclusión, sumando los promedios del crecimiento porcentual, dio como resultado 1% en un posible análisis de crecimiento, la cual se establece en la escala (Tabla 11), este resultado se adapta en un rango de crecimiento NORMAL. Donde normal tiene un valor de 1

(Tabla 12), este, fue multiplicado por el valor que se le dio a la variable dependiente población; donde este tiene un valor de 30% (0,3). Dando como resultado 0,3 a la variable población.

Para la variable dependiente industria, en la tabla 12, se muestra el crecimiento industrial, que hace referencia a las empresas matriculadas en cámara de comercio en los años 2019, 2020 y 2021.

Tabla 13. Crecimiento industrial al pasar de los años.

**Variable independiente industria (40%)**

	<b>Crecimiento industrial</b>		
		<b>Matriculados</b>	
	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>
<i>Agricultura, caza y pesca</i>	39	38	36
<i>Explotaciones de minas y canteras</i>			
<i>Industrias manufactureras</i>	76	74	75
<i>Construcción</i>	188	206	201
	86	102	124

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la cámara de comercio.

Con los datos anteriores, se realizó el crecimiento porcentual de la industria (matriculados) de cada año al anterior; para así tener el porcentaje que deseamos (Tabla 14)

Tabla 14. Crecimiento porcentual.

	<b>2019 al 2020</b>	<b>2020 al 2021</b>
Agricultura, caza y pesca	-3%	-5%
Explotaciones de minas y Canteras	-3%	1%
Industrias manufactureras	10%	-2%
Construcción	19%	22%
Promedio	6%	4%
Resultado	10%	

Fuente: Elaboración propia.



Obteniendo los posibles resultados, se realizó una escala de medición en rangos (Tabla 15) para poder darles un valor a cada uno de estos (Tabla 16).

Tabla 15. Escala de medición para industria.

<b>Escala de medición</b>	
Bajo	(-0%)
Normal	(0% a 20%)
Alto	Más de 21%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16. Valor de la escala para industria

<b>Valor de la escala</b>	
Bajo	0 0,4
Normal	1
Alto	2

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 16, se le dio un valor a cada rango, donde 0 es un nivel BAJO, 1 un nivel NORMAL y 2 un nivel ALTO en la escala para industria.

Sumando los promedios del crecimiento porcentual (matriculados), dio como resultado 10% en un posible análisis de crecimiento, que en la escala (Tabla 15), este resultado se adapta en un rango de crecimiento NORMAL. Donde normal tiene un valor de 1 (Tabla 16), este, fue multiplicado por el valor que se le dio a la variable dependiente industria; donde este, tiene un valor de 40% (0,4). Dando como resultado 0,4 a la variable industria.

Para la variable dependiente comercio, en la tabla 17 se muestra el crecimiento comercial al pasar de los últimos años

Tabla 17. Crecimiento comercial al pasar de los años.

Crecimiento	Variable independiente comercio (30%)		
	Comercial Matriculados		
	2019	2020	2021
Comercio al por mayor y al por menor, reparación de vehículos	1068	1235	1270
Alojamiento y servicios de comida	422	376	480
Información y comunicaciones	28	37	25
Transporte y almacenamiento	182	176	144
Inmobiliarias	11	16	26

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la cámara de comercio

Con los datos anteriores, se realizó el crecimiento porcentual del comercio matriculado de cada año al anterior; para así tener el porcentaje que se desea (Tabla 18).

Tabla 18. Crecimiento porcentual matriculados.

	2019 al 2020	2020 al 2021
Comercio al por mayor y al por menor, reparación de Vehículos	16%	3%
Alojamiento y servicios de Comida	-11%	28%
Información y comunicaciones	32%	-32%
Transporte y almacenamiento	-3%	-18%
Inmobiliarias	45%	63%
Promedio	16%	8%
Resultado	24%	

Fuente: Elaboración propia

Obteniendo los posibles resultados, se realizó una escala de medición en rangos (Tabla 19)

para poder darles un valor a cada uno de estos rangos (Tabla 20).

Tabla 19. Escala de medición para comercio.

<b>Escala de medición</b>	
Bajo	(-0%)
Normal	(0% a 35%)
Alto	Más de 36%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 20. Valor de la escala para comercio

<b>Valor de la escala</b>	
Bajo	0 0,3
Normal	1
Alto	2

Fuente: Elaboración propia.

Sumando los promedios del crecimiento porcentual (matriculados), dio como resultado 24% en un posible análisis de crecimiento, que en la escala (Tabla 19), se adapta en un rango de crecimiento NORMAL. Donde normal tiene un valor de 1 (Tabla 20), este fue multiplicado por el valor que se le dio a la variable dependiente comercio; donde este, tiene un valor de 30% (0,3). Dando como resultado 0,3 a la variable comercio

### ***Escala de Medición Variable Independiente Calidad***

En la variable independiente calidad, se tiene una escala de 0 a 4, donde 0 es un nivel invariable sanitariamente y 4 es un nivel sin riesgo (Tabla 21), midiendo con dos variables dependientes, salubridad y normatividad.

Tabla 21. Escala de medición para calidad.

<b>Escala de medición</b>	
Sin riesgo	4
Riesgo bajo	3
Riesgo medio	2
Riesgo alto	1

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 22. Resultados de las variables dependientes y resultado de la variable calidad.

Inviabilidad sanitaria	0
Salubridad	2
Normatividad	1
Respuesta	3

Fuente: Elaboración propia.

Se hizo un posible cálculo (Tabla 22), que será explicado más adelante, para obtener los siguientes resultados en las variables dependientes. Teniendo en cuenta los datos obtenidos en salubridad y normatividad, y según la escala de medición que se basa en: Sin riesgo es igual a 4, riesgo bajo es 3, riesgo medio es 2, riesgo alto es 1 e inviablemente sanitariamente es 0, se llegó a la conclusión de que la calidad tiene un resultado de 3 el cual indica que es un riesgo bajo (Tabla 21).

Para la variable dependiente salubridad, se buscaron algunas características y valores aceptables, para un análisis físico-químicos y microbiológicos (Tabla 23), para poder hacer un posible estudio en la variable salubridad.

Tabla 23. Características y valores aceptables de los análisis físico-químicos y microbiológicos.

---

**Análisis fisicoquímicos y microbiológicos**


---

<b>Característica</b>	<b>valores aceptables</b>
<i>Color aparente</i>	0.00 a 0.15
<i>pH</i>	6.50 a 9.00
<i>Turbiedad</i>	0.00 a 2.00
<i>Calcio</i>	0.00 a 60.00
<i>Cloro residual libre</i>	0.30 a 2.00
<i>Dureza total</i>	0.00 a 300.00
<i>Hierro total</i>	0.00 a 0.30
<i>Magnesio</i>	0.00 a 36.00
<i>Coliformes total</i>	0.00 a 0.00

---

*Fuente:* IRCA

Según los parámetros anteriormente mencionados, la escala de medición en salubridad según su puntaje ponderado es la siguiente:

Tabla 24. Puntaje ponderado de la escala de medición en salubridad.

<b>Variable independiente salubridad 50%</b>	
Sin riesgo	0%-5%
Riesgo bajo	5.1%-14%
Riesgo medio	14.1%-35%
Riesgo alto	35.1%-70%
Inviabile sanitariamente	70.1%-100%

*Nota:* Esos porcentajes se obtienen de la evaluación de la calidad del agua para consumo humano, suministrado en los acueductos rural y urbano, de acuerdo al índice de riesgo de la calidad del agua, según el IRCA y el IRABAM (Índice de riesgo municipal y/o distrital por abastecimiento de agua para consumo humano, y las buenas prácticas sanitarias municipales. Según los parámetros analizados se clasifica el nivel del riesgo, según la resolución 2115 del 2007 del MPS/MAVDT. Fuente: IRCA

A estos rangos porcentuales, se le asignaron unos valores de 0 a 4, donde 0 es inviable

sanitariamente a 4 que es sin riesgo (Tabla 25).

Tabla 25. Valor de la escala para salubridad.

<b>Escala de medición</b>	
Sin riesgo	4
Riesgo bajo	3
Riesgo medio	2
Riesgo alto	1
Inviabile sanitariamente	0

Fuente: Elaboración propia.

Según el IRCA el puntaje ponderado para salubridad es del 0,19%; por lo tanto, es un puntaje SIN RIESGO (Tabla 24). Con la escala de medición adjunta, el cual indica que para un puntaje sin riesgo el valor a utilizar es 4 (Tabla 25). Este valor (4) se multiplica por el porcentaje de salubridad que es 50% (0,5). Dando como resultado 2 en salubridad.

Para la variable dependiente Normatividad, se buscaron las normas más relevantes que rigen la normatividad del agua, y se hizo una posible encuesta para ver si se cumplían o no estas normas (Tabla 26).

Tabla 26. Normatividad

Variable independiente normatividad (50%)		
Norma	Cumple (1) (0)	no cumple
El decreto 1575 y la resolución 2115 del año 2007, por medio del cual se establece el sistema para la protección y control de la calidad del agua para el consumo humano.	1	
Resolución 2115 del 2007, por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano	1	
Resolución 082 del 2009, por medio de la cual se adoptan unos formularios para la práctica de visitas de inspección sanitaria a los sistemas de suministro de agua para consumo humano.	0	
Ras 2000, resolución 0501 del 4 agosto del 2017: se expiden los requisitos técnicos relacionados con composición química e información que deben cumplir los tubos, ductos y accesorios de acueducto que adquieren las personas prestadoras de los servicios de acueducto.	0	
Resolución 0811 del 2008: por medio de la cual se definen los lineamientos a partir de los cuales la autoridad sanitaria y las personas prestadoras, concertadamente definirán en su área de influencia los lugares y puntos de muestreo para el control y la vigilancia de la calidad del agua Para consumo humano en la red de distribución	1	

Fuente: Elaboración propia.

Para la anterior tabla de normatividad, se desarrolló un indicador que es el siguiente, para poder desarrollar la escala de medición.

$$\text{Cumplimiento} = \frac{\text{Normas cumplidas}}{\text{Total de normas}} \times 100 = \%$$

$$\text{Cumplimiento} = \frac{3}{5} \times 100 = 60\%$$

Ya teniendo el indicador, se realizó una escala de medición para la variable normatividad, donde se le dio un valor en un porcentaje de cumplimiento (Tabla 27).

Tabla 27. Escala de medición para normatividad

<b>Escala de medición</b>	<b>Porcentaje de cumplimiento</b>
Sin riesgo	100%
Riesgo bajo	80%
Riesgo medio	60%
Riesgo alto	40%
Inviabile sanitariamente	20

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 28. Valor de la escala para normatividad.

<b>Escala de medición</b>	
Sin riesgo	4
Riesgo bajo	3
Riesgo medio	2
Riesgo alto	1
Inviabile sanitariamente	0

Fuente: Elaboración propia.

En la posible encuesta se obtuvo un valor del 60% de cumplimiento, que en la escala (Tabla 28) es un nivel de riesgo medio. A estos valores porcentuales se le da un valor de 0 a 4, donde 0 es inviable sanitariamente y 4 es un nivel sin riesgo.

Teniendo en cuenta los datos obtenidos del indicador de cumplimiento se tomó un riesgo medio, la cual el valor de este es 2 (Tabla 28), donde se multiplico por el valor de normatividad que en este caso es 50% (0,5). Dando como resultado 1 para normatividad.



### *Escala de Medición Variable Independiente Contaminación*

En la variable independiente contaminación, se tiene una escala de 0 a 4, donde 0 es ninguno, 1 es bajo, 2 es medio, 3 es alto y 4 muy alto (Tabla 29), en esta se midió dos variables dependientes, fuentes contaminadas y, sanciones y penalizaciones, que se verán más adelante.

Tabla 29. Escala de medición para contaminación

<b>Escala de medición</b>	
Muy alto	4
Alto	3
Riesgo medio	2
Riesgo bajo	1
Ninguno	0

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 30. Resultados de las variables independientes y resultado de la variable contaminación.

<i>Fuentes contaminadas</i>	2,4
<i>Sanciones y penalizaciones</i>	1,2
<i>Resultados</i>	3,6

Fuente: Elaboración propia.

Se le dieron unos posibles resultados a cada variable dependiente (Tabla 30), para poder medir la variable independiente.

Teniendo en cuenta los datos obtenidos en fuentes contaminadas y, sanciones y penalizaciones, se llegó a conclusión de que contaminación tiene un posible resultado de 3,6, que, aproximándolo en la escala, sería un nivel MUY ALTO.

Para la variable dependiente Fuentes Contaminadas, se buscaron las respectivas fuentes

superficiales y subterráneas de la ciudad, para obtener la siguiente tabla.

Tabla 31. Fuentes contaminadas.

<b>Fuentes contaminadas (60%)</b>	
Fuentes superficiales	Rio Chicamocha
	Rio Surba
	Quebrada Boyacogua
Fuentes subterráneas	Pozo el Mirto
	Pozo el bosque
	Pozo la Esperanza
	Pozo Rafael Reyes

Fuente: Elaboración propia

Para la anterior tabla, se desarrolló un indicador que es el siguiente:

$$Fuentes\ contaminadas = \frac{Numero\ de\ fuentes\ contaminadas}{Total\ de\ fuentes\ de\ abastecimiento} \times 100 = \%$$

$$Fuentes\ contaminadas = \frac{7}{7} \times 100 = 100\%$$

A continuación, se realizó una escala de medición para fuentes contaminadas, donde tenemos un nivel muy alto que sería el 100% y ninguno que sería el 20%.

Tabla 32. Escala de medición para fuentes contaminadas

<b>Escala de medición</b>	<b>Porcentaje de cumplimiento</b>
Muy alto	100%
Alto	80%
Medio	60%

Bajo	40%
Ninguno	20%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 33. Escala de medición para fuentes contaminadas

<b>Escala de medición</b>	
Muy alto	4
Alto	3
Medio	2
Bajo	1
Ninguno	0

Fuente: Elaboración propia.

A la escala que se observa en la tabla 32 se le dieron unos valores, donde 4 es muy alto, 3 alto, 2 medio, 1 bajo y 0 ninguno dando como resultado un valor que se muestra en la Tabla 33.

Se trabajó con la escala de medición adjunta, el valor que posiblemente indica es un puntaje MUY ALTO, el valor a utilizar es de 4, este se multiplica por el porcentaje de fuentes contaminadas que sería 60% (0,6). Dando como un posible resultado de 2,4 a fuentes contaminadas. Para la variable dependiente sanciones y penalizaciones, se buscaron las normas más importantes que rigen las sanciones y penalizaciones en el recurso hídrico, para obtener la siguiente tabla.

Tabla 34. Sanciones y penalizaciones

Fuente: Elaboración propia.

<b>Variable independiente sanciones y penalizaciones (40%)</b>		
<b>Norma</b>	<b>Cumple (1)</b>	<b>no cumple (0)</b>
<i>Ley 1333 del 21 julio de 2009: establece el procedimiento sancionatorio ambiental, para imponer y ejecutar las medidas preventivas y sancionatorias.</i>	1	
<i>Ley 1220 del 2018: el que envenene, contamine o de modo peligroso altere el agua destinada al consumo humano, incurrirá en prisión de 4 a 10 años.</i>	0	
<i>Artículo 28 del decreto 3930 del 2010 y actualiza el decreto 1594 de 1984, la cual busca reducir y controla las sustancias contaminantes que llegan a los ríos, embalses y lagunas, y optimizar la calidad de este recurso. La cual dice que quienes arrojen sustancias contaminantes al agua serán multados hasta con 2.500 millones de pesos.</i>	1	
<i>Ley 1333 de 2009 (julio 21): por la cual se establece el procedimiento sancionatorio ambiental y se dictan otras disposiciones.</i>	1	
<i>Acuerdo 027 del 2015: por la cual se establece la meta global contaminante para los parámetros de demanda bioquímica y oxígeno y sólidos suspendidos totales, por vertimientos puntuales en la cuenca alta y cuenca media del río Chicamocha.</i>	1	

Teniendo en cuenta la tabla anterior, se desarrolló un indicador para poder realizarla respectiva escala.

$$\text{Cumplimiento} = \frac{\text{Normas cumplidas}}{\text{Total de normas}} \times 100 = \%$$

$$\text{Cumplimiento} = \frac{4}{5} \times 100 = 80\%$$

Se realizó una escala de medición donde el 100% es muy alto y el 20% es ninguno (Tabla 35)

Tabla 35. Escala de medición para sanciones y penalizaciones

<b>Escala de medición</b>	<b>Porcentaje de cumplimiento</b>
Muy alto	100%
Alto	80%
Medio	60%
Bajo	40%
Ninguno	20%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 36. Valor de escala de medición para sanciones y penalizaciones

<b>Escala de medición</b>	
Muy alto	4
Alto	3
Medio	2
Bajo	1
Ninguno	0

Fuente: Elaboración propia.

A la tabla 35, se le valoro de 0 a 4, donde 4 es muy alto, 3 es alto, 2 es medio, 1 es bajo y 0 es ninguno, como se observa en tabla 36. Se trabajó con la escala de medición adjunta, donde posiblemente en sanciones y penalizaciones nos da un puntaje ALTO, el valor a utilizar es de 3 (Tabla 36), este se multiplica por el valor del porcentaje para sanciones y penalizaciones que es 40% (0,4). Dando como resultado 1,2 para la variable dependiente en sanciones y penalizaciones.

### *Escala de Medición Variable Independiente Costos*

En la variable independiente costos, se desarrolló una escala de 0 a 2, donde 0 es bueno, 1 es normal y 2 es malo, estudiando las variables dependientes de usuarios finales, gastos de operación y gastos de inversión (Tabla 36)

Tabla 37. Escala de medición para costos

<b>Escala de medición</b>	
Bueno	0
Malo	1
Normal	2

Fuente: Elaboración propia

Tabla 38. Resultados de las variables independientes y resultados de la variable costos

<b>Usuarios finales</b>	<b>0,4</b>
Gastos de operación	0
Gastos de inversión	0,3
Resultado	0,7

Fuente: Elaboración propia

Se le dieron unos posibles resultados a cada una de las variables dependientes para obtener los valores que se muestran en la tabla 38. Según la escala COSTOS, se encuentra dentro del rango NORMAL y tiene un valor de 1 aproximándolo, dentro del modelo de medición. Para la variable dependiente Usuarios Finales, se estudiará el incremento del valor del recurso hídrico, en usuarios finales al pasar de los últimos años. (Solo del cargo fijo).

Tabla 39. *Incremento del costo al pasar los años.*

<b>Variable independiente: Valor del recurso (usuarios finales) (40%)</b>				
<b>Incremento del costo al pasar los años</b>				
<b>Año</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>
<b>Estrato</b>	<b>Cargo fijo</b>	<b>Cargo fijo</b>	<b>Cargo fijo</b>	<b>Cargo fijo</b>
1	2055,26	2055,26	2055,26	2059,57
2	3385,13	3385,13	3385,13	3721,65
3	4594,1	4594,1	4594,1	5050,81
4	4835,9	4835,9	4835,9	5316,64
5	7253,84	7253,84	7253,84	7974,96
Comercial	7253,84	7253,84	7253,84	7974,96
Industrial	6286,66	6286,66	6286,66	6911,63
Oficial	4835,9	4835,9	4835,9	5316,64

Fuente: Empoduitama

Como se puede, estos costos están congelados hasta el año 2020, esto se debe a la resolución CRA 688 de 2014 “Por la cual se establece la metodología tarifaria para las personas prestadoras de los servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado con más de 5.000 suscriptores en el área urbana.”. En el artículo 367 ibídem determina que la ley fijará las competencias relativas a la prestación de los servicios públicos domiciliarios, su cobertura, calidad y financiación, el régimen tarifario y las entidades competentes para fijar las tarifas.

En el 2021 hubo un incremento, como se observa en la tabla 39, del 9% esto se debe a que hubo una modificación en la resolución. Estas modificaciones se realizan con base en lo dispuesto en el Parágrafo 2 del artículo 2.1.2.1.4.4.1. y parágrafo 2 del artículo 2.1.2.1.4.4.2. de la Resolución CRA No. 943 de 2021.

En la tabla 40, se observa el valor porcentual del incremento del valor, de cada año al siguiente

Tabla 40. Incremento del cargo fijo año actual/año anterior.

<b>Incremento del cargo fijo año actual/ año anterior</b>			
<i>Estrato</i>	<b>2018 al 2019</b>	<b>2019 al 2020</b>	<b>2020 al 2021</b>
<i>1</i>	0%	0%	9%
<i>2</i>	0%	0%	9%
<i>3</i>	0%	0%	9%
<i>4</i>	0%	0%	9%
<i>5</i>	0%	0%	9%
<i>Comercial</i>	0%	0%	9%
<i>Industrial</i>	0%	0%	9%
<i>Oficial</i>	0%	0%	9%
<i>Promedio</i>	0%	0%	9%
<i>Resultado</i>		9%	

Fuente: Elaboración propia.

Ya obteniendo estos porcentajes, se realizó una escala de medición de bueno, normal y malo, según cada porcentaje (Tabla 41).

Tabla 41. Escala de medición para valor de recurso (usuarios finales)

<b>Escala de medición</b>	
Bueno	(-9%)
Normal	9%
Malo	(más del 9%)

Fuente: Elaboración propia



Tabla 42. Valor de la escala para valor de recurso (usuarios finales)

<b>Valor de escala de medición</b>	
Bueno	0
Normal	1
Malo	2

Fuente: Elaboración propia

En el posible estudio, dio como resultado 1, que es un nivel normal en la escala (Tabla 42). Este valor se multiplico por el 40% (0,4) que es lo que vale la variable dependiente usuarios finales. Dando como posible resultado 0,4 en esta. Para la variable dependiente Gastos de Operación (Proveedores), se buscaron los presupuestos para los gastos de operación en proveedores, que se tienen para el año 2018 y 2019, para así realizar un crecimiento porcentual y llevar a cabo la escala de medición.

Tabla 43. Gastos de operación (proveedores)

<i>Variable independiente: gastos de operación (proveedores) (30%)</i>			
<b>2018</b>			<b>2019</b>
<b>Detalle</b>	<b>Presupuesto</b>	<b>Detalle</b>	<b>Presupuesto</b>
<i>gastos de operación</i>	\$ 5.603.771.155	<i>gastos de operación</i>	\$ 4.257.810.299
<i>crecimiento porcentual 2018 al 2019</i>			-32%

Fuente: Elaboración propia.

Ya obteniendo el crecimiento porcentual del 2018 al 2019, se realizó una escala de medición, de bueno, normal y malo (Tabla 44).

Tabla 44. Escala de medición para gastos de operación (proveedores).

<b>Escala de medición</b>	
Bueno	(-0%)
Normal	(0%-4%)
Malo	(más del 5%)

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 45. Valor de la escala para gastos de operación (proveedores).

<b>Valor de escala de medición</b>	
Bueno	0
Normal	1
Malo	2

Fuente: Elaboración propia

A la tabla 44, se le dan unos valores, donde bueno es 0, normal es 1 y malo es 2(Tabla 45). En el posible análisis dio como resultado en el valor de la escala 0, este se multiplicó por el 30% (0,3). Dando como resultado 0 en gastos de operación en proveedores.

Para la variable dependiente Gastos de Inversión (Proveedores), se buscaron los presupuestos para los gastos de inversión en proveedores, que se tienen para el año 2018y 2019, para así realizar un crecimiento porcentual y llevar a cabo la escala de medición.

Tabla 46. *Gastos de inversión (proveedores)*

<b>Variable independiente: Gastos de inversión (proveedores) (30%)</b>			
2018		2019	
Detalle	Presupuesto	Detalle	Presupuesto
Gastos de inversión	\$ 5.336.928.522	Gastos de inversión	\$ 5.554.375.592
Crecimiento porcentual 2018 AL 2019		4%	

Fuente: Elaboración propia.

Ya obteniendo el crecimiento porcentual del 2018 al 2019, se realizó una escalade medición, de bueno, normal y malo (Tabla 47).

Tabla 47. *Escala de medición gastos de inversión (proveedores)*

<b>Escala de medición</b>	
Bueno	(-0%)
Normal	(0%-4%)
Malo	(más del 5%)

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 48. *Valor de la escala gastos de inversión (proveedores).*

<b>Valor de escala de medición</b>	
Bueno	0
Normal	1
Malo	2

Fuente: Elaboración propia

A la escala de la tabla 47, se le dan unos valores, donde bueno es 0, normal es 1 y malo es 2 (Tabla 48). En el posible análisis, dio como resultado en el valor de la escala 1,este lo multiplicamos por el 30% (0,3). Dando como resultado 0,3 en gastos de inversión(proveedores).

### ***Escala de medición Variable Independiente Suministro***

En la variable independiente suministro, se desarrolló una escala de 0 a 2, donde 0es bajo, 1 es moderado y 2 es alto, estudiando las variables dependientes de cobertura, fuentes de abastecimiento, PETAP y PTAR.

Tabla 49. Escala de medición suministro

<b>Escala de medición</b>	
Bajo	0
Moderado	1
Alto	2

Fuente: Elaboración propia

Tabla 50.Resultados de las variables independientes y resultado dela variable suministro.

Cobertura	0,3
Fuentes de abastecimiento	0,6
PETAP	0,2
PTAR	0
Resultado	1,1

Fuente: Elaboración propia.

A la escala de medición, se le dieron unos posibles resultados a cada una de lasvariables dependientes para obtener los valores que se muestran en la tabla 50.

Según la escala, la variable suministro, se encuentra dentro del rango moderado ytiene un

valor de 1 aproximándolo, dentro del modelo de medición

Para la variable dependiente Cobertura, se estudiará el incremento de cobertura cada 5 años, del 2010 al 2020 como se ve en la tabla 51, para así, con estos porcentajes poder llevar a cabo la escala.

Tabla 51. Cobertura.

<i>Cobertura cada 5 años (30%)</i>		
<i>Año</i>	<i>Suscriptores</i>	<i>Cobertura (%)</i>
2010	27175	97,94
2015	33734	98,58
2020	39341	98,90

Fuente: Elaboración propia

Se buscó el porcentaje de incremento en cobertura del año 2010 al 2015 y del 2015 al 2020, y tener un posible resultado, para realizar la escala de medición.

Tabla 52. Incremento porcentual de cobertura.

Incremento porcentual de cobertura 2010-2015	0,6%	1%
Incremento porcentual de cobertura 2015-2020	0,3%	

Fuente: Elaboración propia.

Se realizó la escala de medición para cobertura (tabla 53) y darle un valor a la escala (Tabla 54).

Tabla 53. Escala de medición para cobertura.

<b>Escala de medición</b>	
Bajo	(-0%)
Normal	(0%-0,5%)
Alto	(más del 0,6%)

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 54. Valor de la escala de medición para cobertura

<b>Valor de escala de medición</b>	
Bajo	0
Normal	1
Alto	2

Fuente: Elaboración propia.

Se le dio un valor de 0 a 2 a la anterior tabla, donde 0 es bajo, 1 es normal y 2 es alto. En el posible estudio, dio como resultado 1, que en la escala (Tabla 54) es un comportamiento normal. Este valor se multiplico por lo que vale la variable dependiente que es 30% (0,3), dando como resultado 0,3 en la variable dependiente cobertura.

Para la variable dependiente Fuentes de Abastecimiento, se estudiará sin con las fuentes de abastecimiento que se tienen en el momento, se cumple con el aprovisionamiento de la ciudad

Tabla 55. Fuentes de abastecimiento.

<b>Fuentes de abastecimiento</b>	<b>Caudal máximo L/s</b>	<b>Caudal mínimo L/s</b>	<b>Promedio</b>	<b>Porcentaje de abastecimiento</b>
Rio Surba	4743	100	2421,5	71%
Rio Chicamocha	30	30	30	1%
Quebrada Boyacogua	1894	15	954,5	28%
Total			3406	100%

Fuente: Elaboración propia.

Ya obteniendo los porcentajes de abastecimiento de cada fuente, se realizó la escala de medición

Tabla 56. Escala de medición para fuentes de abastecimiento.

<b>Escala de medición</b>	
Abastecimiento máximo (alto)	45% a 100%
Abastecimiento parcial (moderado)	16% a 45%
Abastecimiento mínimo (bajo)	0% a 15%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 57. Valor de la escala para fuentes de abastecimiento.

<b>Valor de escala de medición</b>	
Abastecimiento máximo (alto)	2
Abastecimiento parcial (moderado)	1
Abastecimiento mínimo (bajo)	0

Fuente: Elaboración propia

A esta escala de la tabla 56, se le dieron unos valores de 0 a 2, donde 2 es abastecimiento máximo (alto), 1 es abastecimiento parcial (moderado) y 0 es abastecimiento mínimo (bajo), como se muestra en la tabla 57. En el posible estudio que se realizó para fuentes de abastecimiento, dio como resultado 2, que en la escala es, abastecimiento máximo (alto). Este, se multiplico por el valor que se les dio a fuentes de abastecimiento 30% (0,3), para tener un posible resultado, que seria, 0,6 para esta variable dependiente. Para la variable dependiente PETAP, se estudiaron los volúmenes procesados de la misma, por una cantidad de habitantes, como se ve a continuación

Tabla 58. *PETAP*

<b>PETAP</b>	<b>Tipo de planta</b>	<b>Fuente de abastecimiento</b>	<b>Caudal de diseño (L/s)</b>	<b>Caudal de operación (L/s)</b>	<b>Volumen procesado (L/s)</b>
La milagrosa	Convencional	Rio Surba y Chicamocha	100	70	80
Surba	Convencional	Rio Surba	220	180	200
Boyacogua	Convencional compacta	Quebrada Boyacougua	30	30	30
Estación Moreno	Convencional	Rio Surba	40	-	310
Nota: No tenemos encuesta de la estación moreno ya que esta no se encuentra en operación					310

Fuente: Elaboración propia

Obteniendo el sumatorio total de volúmenes procesados (l/S), se realizó el siguiente indicador, para poder llevar a cabo la escala.

$$PETAP = \frac{\sum \text{Volumen procesados en las PETAP}}{\text{Por cada 100.000 habitantes}} \times 100$$

$$PETAP = \frac{310}{100.000} \times 100 = 0,31$$

Con este indicador y este posible ejercicio, se llegó a la siguiente escala

Tabla 59. Escala de medición para PETAP

<b>Escala de medición</b>	
Bajo	0-0,30
Moderado	0,31-0,60
Alto	0,61- 1

Fuente: Elaboración propia



Tabla 60. Valor de la escala para PETAP.

<b>Valor de escala de medición</b>	
Bajo	0
Moderado	1
Alto	2

Fuente: Elaboración propia

A esta escala de medición, se le dieron unos valores, donde bajo es 0, moderado es 1 y alto es 2 (Tabla 60). En este posible estudio, esta variable independiente dio como resultado 1, que en la escala es un comportamiento moderado (Tabla 59). Este resultado se dividió por el valor que se le dio a PETAP que es 20% (0,2), para así tener un posible resultado de 0,2 en esta variable dependiente. Para la variable dependiente PTAR, se establecerá si las PTAR que hay en la ciudad, alcanza para el aprovisionamiento de la población. Para esto, se realizó un indicador, que es el siguiente:

$$PTAR = \frac{\text{Numero de PTAR}}{\text{Numero de habitantes}}$$

$$PTAR = \frac{0}{100.000}$$

Para este indicador, se desarrolló una escala de medición.

Tabla 61. Valor de la escala paraPTAR.

<b>Valor de escala de medición</b>	
Bajo	0
Moderado	1
Alto	2

Fuente: Elaboración propia

Se definió una escala baja ya que la PTAR se encuentra en construcción actualmente, por lo tanto, no está en operación.

#### ***Escala de Medición Variable Independiente Protección***

En la variable dependiente protección, se desarrolló una escala de 0 a 4, donde 0 es ninguno, 1 es bajo, 2 es medio, 3 es alto y 4 muy alto, estudiando las variables independientes deforestación y POT.

Tabla 62. Escala de medición protección

<b>Escala de medición</b>	
Muy alto	4
Alto	3
Medio	2
Bajo	1
Ninguno	0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 63. Resultados de las variables independientes y resultado de la variable protección

Deforestación	2
POT	1
Resultado	3

Fuente: Elaboración propia

Se le dieron unos posibles resultados a cada una de las variables dependientes para obtener los valores dados en la Tabla 63. Según la escala, la variable protección, se encuentra dentro del rango alto y tiene un valor de 3, dentro del modelo de medición.

Para la variable dependiente Deforestación, se observará el crecimiento porcentual de áreas deforestadas en hectáreas, para ello se desarrolló el siguiente indicador.

$$\text{Deforestación} = \frac{\text{hectareas deforestadas último año} - \text{hectareas deforestadas año anterior}}{\text{hectareas deforestadas año anterior}}$$

Para este indicador, desarrollamos la escala mostrada en la tabla 64

Tabla 64. Escala de medición deforestación

Escala de medición	Porcentaje de incremento
Muy alto	Más del 40%
Alto	30%
Medio	20%
Bajo	10%
Ninguno	5% o menos

Fuente: Elaboración propia

Tabla 65. Valor de escala para protección

<b>Escala de medición</b>	
Muy alto	4
Alto	3
Medio	2
Bajo	1
Ninguno	0

Fuente: Elaboración propia

Se le dio uno valor a esta escala de 0 a 4, donde 0 es ninguno, 1 es bajo, 2 es medio, 3 es alto y 4 muy alto. (Tabla 65). En este caso, se dejó el valor más alto en deforestación que sería 4, este se multiplica por el valor que se le dio a esta variable dependiente, que es 50% (0,5) para dar un posible resultado de 2 en deforestación.

En la variable dependiente POT, se estudiarán los proyectos del POT, que se mencionarán a continuación

Tabla 66. POT

Proyectos en el POT	Manejo, protección y recuperación del ecosistema paramo Manejo, protección y recuperación de la ronda de ríos, quebradas y humedales Construcción de planta de tratamiento de la quebrada Boyacogua Construcción de viveros hortícolas- frutícolas y de especies nativas Recuperación y promoción de zonas de interés ecológico Recuperación de quebrada la aroma Recuperación morfológica de los botaderos de basura
---------------------	---

Fuente: Elaboración propia

Teniendo los proyectos del POT, se realizó un indicador para poder desarrollar la escala de medición.

$$\text{Proyectos en el POT} = \frac{\text{Numero de proyecyos ejecutados}}{\text{Numero de proyectos totales}} \times 100$$

Con este indicador, se realizó la escala de medición para el POT.

Tabla 67. Escala de medición para POT

Escala de medición	Porcentaje de cumplimiento
Muy alto	100%
Alto	80%
Medio	60%
Bajo	40%
Ninguno	20%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 68. Valor de escala para POT

<b>Escala de medición</b>	
Muy alto	4
Alto	3
Medio	2
Bajo	1
Ninguno	0

Fuente: Elaboración propia

Se le dieron unos valores de 0 a 4, donde 4 es muy alto, 3 alto, 2 medio, 1 bajo y 0 es ninguno (Tabla 68). En POT, se dejó un posible resultado de 2, que es un nivel medio en la escala. Este posible resultado se multiplicó por el valor que se le dio a POT que es el 50% (0,5), para obtener como resultado 1 en esta variable dependiente.

### Modelo de Medición General

Para este, se obtuvo el mínimo, promedio y máximo de cada variable dependiente (Demanda hídrica, calidad, contaminación, costos, suministro y protección), para obtener una escala de medición general.

Tabla 69. Mínimo, promedio y máximo de variables dependientes.

	Demanda hídrica	Calidad	Contaminación	Costos	Suministros	Protección	Sumatoria total
Mínimo	0	0	0	0	0	0	0
Promedio	0,25	0,32	0,32	0,11	0,16	0,32	1,48
Máximo	0,5	0,64	0,64	0,22	0,32	0,64	2,96

Fuente: Elaboración propia.

Teniendo estos resultados, se llegó a una escala de medición final, que la valoramos de bajo, normal y alto.

Tabla 70. Escala general

<b>Escala general</b>	
Bajo	0 a 0,6
Normal	0,7 a 2,1
Alto	2,2 a 2,96

Fuente: Elaboración propia

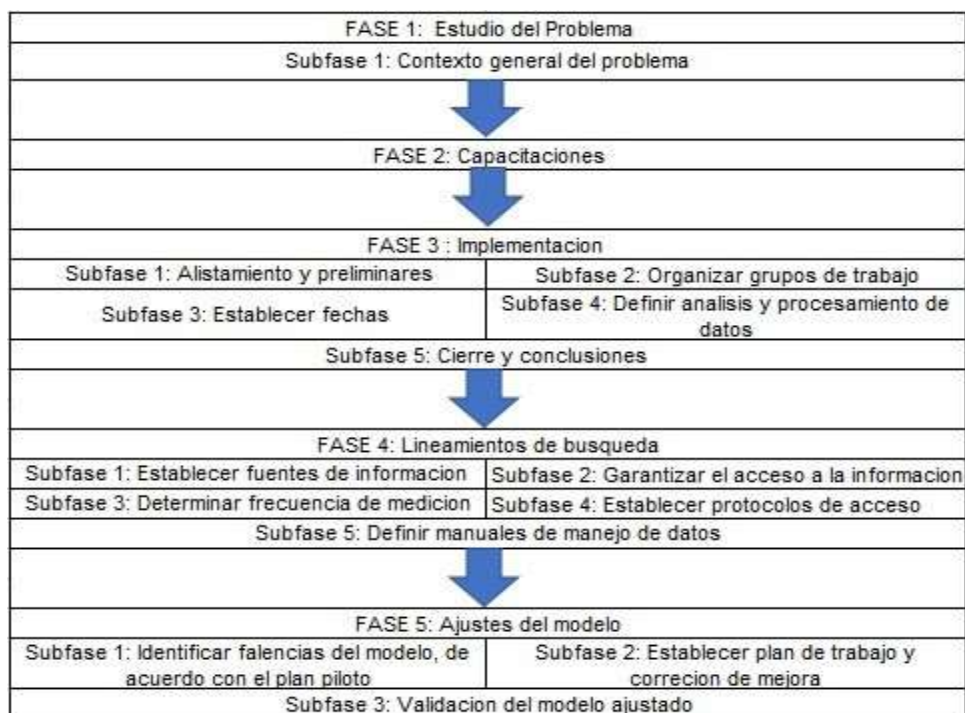
En esta última escala, que sería la general del presente modelo, se asignaron unos rangos de 0 a 0,6 donde es un comportamiento bajo, ya que no se estarían cumpliendo los requisitos requeridos en las variables dependientes e independientes. Un segundo rango de 0,7 a 2,1 donde es un comportamiento normal, esto quiere decir, que cumple un porcentaje en las variables. Y un tercer rango de 2,2 a 2,96 donde es un comportamiento alto, es decir que cumple a cabalidad todos los requisitos de las variables dependientes e independientes para la inclusión del recurso

hídrico en la planeación territorial del municipio de Duitama.

### Objetivo Específico 3 Análisis e implementación del modelo seleccionado

Diseñar e implementar un modelo es una tarea compleja que requiere una adecuada organización y planificación. Para ello se debe tener en cuenta la definición de objetivos, acciones, metodologías y herramientas tecnológicas a utilizar. Esto implica la identificación de las necesidades y perfiles de los participantes. Además, es fundamental establecer un sistema de evaluación y seguimiento que permita medir el éxito del modelo y realizar mejoras continuas. Todo esto implica una planificación rigurosa y una gestión eficiente de los recursos disponibles. Se realizará un estudio piloto para evaluar la viabilidad, identificar problemas y solucionar antes de comenzar la implementación principal. (Figura 9)

Figura 9. Plan Piloto



Fuente: Elaboración propia

Fase 1: Estudio del problema, con este estudio, se espera poder encontrar el problema

concreto que puede ser resuelto mediante la implementación de herramientas innovadoras y eficientes.

Subfase 1: Contexto general del problema, determinar conjunto de factores y circunstancias que influyen en la aparición del problema y que deben ser considerados al abordarlo.

Fase 2: Capacitaciones, se busca desarrollar habilidades específicas, mejorar el conocimiento en el área de estudio y aumentar la productividad en el trabajo.

Subfase 1: Capacitación del modelo de trabajo, busca alinear a los colaboradores al modelo propuesto, definir escenarios ideales y escenarios posibles, resolver aquellas dudas que puedan surgir

Subfase 2: Capacitación en gestión del recurso hídrico, el fortalecimiento de las capacidades de los profesionales y técnicos para garantizar una gestión sostenible y eficiente de este recurso. Es necesario transmitir conocimientos sobre diversas áreas, como la planificación, valoración de servicios ambientales, cultura y gobernanza del agua

Subfase 3: Capacitación en manejo de base de datos, esta capacitación permitirá aprender a crear, elaborar, gestionar, automatizar y clasificar datos e información utilizando diferentes sistemas informáticos

Subfase 4: Capacitación en seguridad y salud en el trabajo, ayudar a crear una cultura de seguridad preventiva, lo que puede mejorar el ambiente laboral y aumentar la productividad de los trabajadores.

Fase 3: Implementación, implica coordinar al equipo de trabajo para que realicen las tareas específicas dentro de los plazos determinados.

Subfase 1: Alistamiento y preliminares, planificar y preparar todo el proceso para evitar



cualquier tipo de improvisación que pueda entorpecer el desarrollo normal del proyecto.

(Definición de objetivos claros, selección de participantes, identificación de las necesidades formativas, definición de contenidos y metodologías)

Subfase 2: Organización grupos de trabajo, el objetivo es lograr una mayor eficiencia y productividad. Cada miembro del grupo aporta sus conocimientos y habilidades para alcanzar los objetivos establecidos. Establecer la jerarquía en la que existe un líder encargado de coordinar todas las actividades

Subfase 3: Establecer fechas, el objetivo principal del cronograma es proporcionar una hoja de ruta clara y detallada a todos los miembros del equipo, para que puedan saber que tareas deben realizarse y cuando deben realizarse.

Subfase 4: Definir análisis y procesamiento de datos, recolección de datos en bruto para luego transformarlos en información entendible y relevante. A través de la interpretación de resultados se buscará obtener un conocimiento más profundo sobre el tema en estudio y tomar las mejores decisiones basadas en evidencias

Fase 4: Lineamiento de búsqueda, su objetivo es encontrar información relevante y útil, puede incluir elección de palabras clave y selección de fuentes confiables.

Subfase 1: Establecer fuentes de información, el objetivo principal es proporcionar acceso a información relevante y actualizada que permita realizar la investigación de manera eficiente y efectiva.

Subfase 2: Garantizar el acceso a la información, permitir que los resultados sean verificados o reutilizados en otros proyectos.

Subfase 3: Determinar frecuencia de medición, la medición puede ser menos frecuente ya que se espera que la información obtenida permita una evaluación adecuada del proceso del

proyecto.

Subfase 4: Establecer protocolos de acceso, tiene como objetivo crear un conjunto de reglas y recomendaciones que se deben utilizar para establecer un orden al momento de acceder a la información.

Subfase 5: Definir manuales de manejo de datos, el objetivo principal es garantizar que los datos sean organizados, rigurosamente verificados para asegurar la precisión y se documenten adecuadamente.

Fase 5: Ajustes del modelo, situaciones imprevistas que surgen requieren ajustes en el plan original. Es esencial que el equipo encargado de la implementación esté preparado para enfrentar esta situación y tenga la flexibilidad para realizar los cambios necesarios.

Subfase 1: Identificar falencias del modelo, de acuerdo con el plan piloto, es importante que los líderes del proyecto estén atentos a las malas prácticas en la implementación del modelo y tomen las medidas para corregir dichas prácticas.

Subfase 2: Establecer plan de trabajo y corrección de mejora, una vez identificados los errores se debe planificar la ejecución de mejoras. Investigación sobre el proceso para identificar los problemas, basados en estos se pueden planear las mejoras necesarias. Realizar un feedback sobre los resultados obtenidos.

Subfase 3: Validación del modelo ajustado, implica una variedad de pruebas y evaluaciones, comparación de los resultados del modelo antes aplicado, evaluación de la sensibilidad del modelo a diferentes entradas y la revisión por expertos.

### *Análisis de requerimientos técnicos y teóricos*

Cargos necesarios para la implementación:

Recolector de datos: tecnólogos en sistemas y computación, tecnólogo en logística, tecnólogo industrial, practicantes de último año de carreras

profesionales, experiencia en manejo de herramientas ofimáticas y disponibilidad de tiempo

Analista de datos: Profesional en Ingeniería industrial, administrador industrial, salud ocupacional con experiencia de dos años como jefe de áreas, manejo de personal, manejo de herramientas ofimáticas en línea, que se destaque por coordinar grupos de trabajo basados en el cumplimiento de metas que se le impartan

Coordinador: Profesional en Ingeniería Industrial, profesional en administración industrial, profesional en administración de empresas, con experiencia en jefaturas de diferentes procesos, preferiblemente procesos logísticos y/o tecnológicos, con excelentes manejos de herramientas ofimáticas y con experiencia en gerencia de proyectos.

Tabla 71. Bases de datos

---

Base de datos, suscripción/mes
DIAN
Camara de Comercio
Empoduitama
Alcaldía Municipal de Duitama
DANE

---

Fuente: Elaboración propia

Herramientas ofimáticas: Hojas de cálculo: permiten crear y editar tablas de manera fácil y eficiente.

Bases de datos: organizar y gestionar datos de manera eficiente

Correos electrónicos Capacitadores:

Líderes en SST

Especialista en Gerencia del Recurso Hídrico

Líder en tecnología e innovación

Líderes del proyecto

### Diseño de propuesta de implementación

Una vez determinado el plan piloto y los requerimientos técnicos para llevar a cabo la implementación, se presenta el cronograma de implementación (Anexo 3)

Para exponer el tiempo de dedicación previsto se utiliza el Diagrama de Gantt así:

Figura 10. Diagrama de Gantt primera fase

Cronograma de implementación

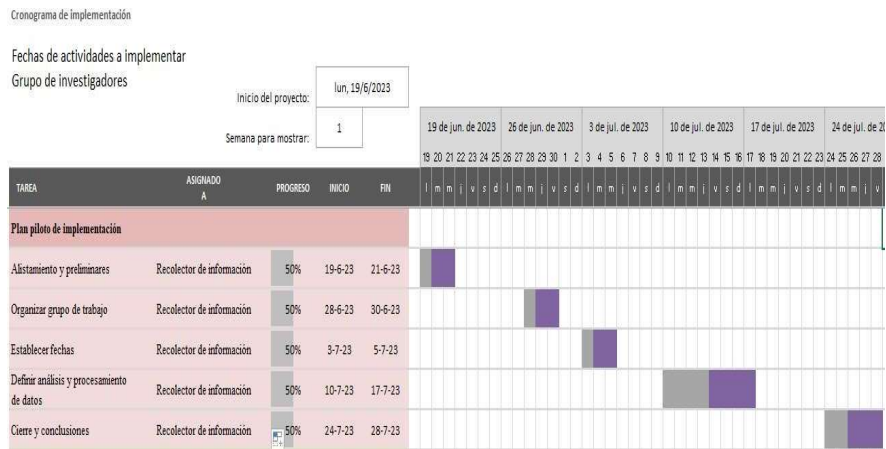
Fechas de actividades a implementar

Grupo de investigadores



Fuente: Elaboración Propia

Figura 11. Diagrama de Gantt segunda fase



Fuente: Elaboración Propia

Figura 12. Diagrama de Gantt tercera fase



Fuente: Elaboración Propia

Figura 13. Diagrama de Gantt cuarta fase



Fuente: Elaboración propia

Para el desarrollo final del proyecto hemos diseñado una matriz de valoración que integra las escalas antes expuestas, de esta manera podemos aplicarlo (Tabla 69)

Tabla 72. Modelo de aplicación

<i>Demanda hídrica</i>						<i>calidad</i>
		0,25				0,16
<i>Val</i>	Población	Industria	Comercio	Salubridad		Normatividad
<i>Oración</i>	0,3	0,4	0,3	0,5		0,5
<i>Total, por variable</i>	0	1	2	2		3
<i>Total, variable dependient</i>	0	0,4	0,6	1		1,5
<i>E</i>						
<i>Escala</i>		0,25				0,4
	0	0	0	0		0
	1	1	1	1		1
	2	2	2	2		2
				3		3
				4		4

Contaminación

costos

		0,16		0,11	
	Fuentes Contaminadas	Sanciones y Penalizaciones	Usos Finales	Gastos de Operación	Gastos de Inversión
	0,6	0,4	0,4	0,3	0,3
Valoración Total, por variable	4	2	1	0	0
Total, variable dependiente	2,4	0,8	0,4	0	0
Escala		0,512		0,044	
	0	0	0	0	0
	1	1	1	1	1
	2	2	2	2	2
	3	3			
	4	4			

Suministro

protección

	Cobertura	0,16 Fuentes de abastecimiento	Etap	P Tar	0,16 P Deforestación	Ot	P
	0,3	0,3	,2	0,2	0,5	,5	0
Valoración Total, por variable	2	2		1	0,3		3
Total, variable dependiente	0,6	0,6	,2	0	0,15	,5	1
Te Escala		0,224			0,48		
	0	0		0	0		0
	1	1		1	1		1
	2	2		2	2		2
	3	3					
	4	4					

Fuente: Elaboración Propia

## Conclusiones

A lo largo de la investigación hemos abordado un tema que ha sido debatido y expuesto en diferentes escenarios. Conocer todas aquellas variables que directa e indirectamente afectan este valioso recurso nos lleva a preguntarnos que estamos haciendo para garantizar nuestra calidad de vida. Hemos concluido que no hay una trazabilidad de proyectos, implementación o mejora de los planes de desarrollo municipal, y es que basta con poner sobre la mesa el Plan de Ordenamiento Territorial, desactualizado, obsoleto y sin ningún control por parte de los entes responsables, lo cual no es viable ni conveniente para ningún municipio.

El desarrollo socioeconómico de la ciudad debe estar articulado entre el municipio, las empresas prestadoras de servicios públicos y la comunidad en general, generando un compromiso y una cultura que garantice la sostenibilidad ambiental y calidad de vida para las personas. Parámetros ya desarrollados en los planes de agua como PORH (Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico) ofrecen guías y conceptos básicos para lograr esa gestión del recurso hídrico en los planes de desarrollo municipal, pero de nada nos sirve tener guías y estándares ya implementados si no está a cargo de personas idóneas y profesionales en el área. Desde las autoridades pertinentes se debe crear conciencia y responsabilidad para lograr un equilibrio entre la oferta y la demanda del recurso hídrico.

Es aquí donde este proyecto ofrece una herramienta estratégica y moldeable para ayuda en la toma de decisiones. En el momento de llevar cabo este plan, es importante recordar que no es inmutable. Hay factores externos que influyen en el desarrollo, por lo tanto, es necesario ser flexibles y estar preparados para realizar reajustes en el plan. Sin duda alguna, hoy todos tenemos un compromiso con la sostenibilidad del municipio, hoy la protección del agua debe ser un pilar fundamental en cada una de las ciudades, no solo por el objetivo de reducir la contaminación del



líquido (ya de por sí es una razón valiosa), sino porque se trata de establecer un estándar y parámetros que evidencien el compromiso de las autoridades por preservar y trabajar por la vida de los ciudadanos, al desarrollar políticas que velen por el progreso de la sociedad, toda vez que un esfuerzo por la conservación del medio ambiente, es un esfuerzo por reducir los efectos negativos ambientales y sus consecuencias en el ambiente económico, ambiental y de calidad de vida de las ciudades.

El presente proyecto constituye una herramienta esencial para identificar los puntos críticos que se deben considerar para llevar a cabo una implementación exitosa de los planes de desarrollo municipal. Permite analizar en profundidad los aspectos más relevantes. Es fundamental tener en cuenta que la implementación no es solo una tarea técnica, sino un proceso que involucra a todos los actores y debe estar alineado con los objetivos estratégicos. Por lo tanto, es necesario contar con un equipo multidisciplinar, una planificación detallada, una gestión eficiente del cambio y una comunicación asertiva que asegure el éxito de un proyecto.

### Lista de referencias

- Afrontar la escasez de agua.* (2013). *FAO informe sobre temas hídricos.*
- Arenas, A. L. O. (2017). *Planificación y gestión de los recursos hídricos: una revisión de la importancia de la variabilidad climática.*
- Avendaño Ramirez, L & Mesa Lopez, M. (2018, junio). *Researchgate. inundaciones por fallencias en el sistema de alcantarillado en Duitama, ACTUAL administración municipal (alcaldía).* Recuperado 27 de septiembre de 2021
- Avance Jurídico Casa Editorial Ltda. (s. f.). *Gestor Normativo de la Resolución 688 de 2014 CRA.* © Avance Jurídico Casa Editorial Ltda.,
- Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico CRA**
- Barrientos, J. (2011, 13 agosto). *universidad de piura. modelo de gestión integrada de recursos hídricos de las cuencas de los ríos moquegua y tambo.* Recuperado 2021
- Caja de herramientas comunitarias. (s. f.). *Capítulo 15.* Recuperado 28 de febrero de 2022
- Cuerpos de agua – *Agua.org.mx.* (2017, 13 diciembre). *Agua.org.mx.*
- Calderon, G., Zulaica, M. L., Massone, H. E., & Torre, J. D. (2020). *Vinculación entre el Ordenamiento Territorial y la gestión del agua en Argentina y en la provincia Buenos Aires. Análisis de aspectos normativos e institucionales (2003-2019).* *revista de geografía Norte Grande*, 77, 173-189
- Calidad - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2021, 17 junio). *Ministerio de Ambiente y Desarrollo*
- Canrranco, M., & Ordoñez, A. (2018). *universidad andina simon bolivar. La Gestión Integrada del Recurso Hídrico (GIRH) como herramienta para contribuir al proceso de adaptación del cambio climático en la cuenca transfronteriza Catamayo-Chira.* Recuperado 2021

Cap-Net. (2021, 7 abril). *Agua como Recurso Estratégico para el Ordenamiento Territorial - Cap-Net.*

Comité Español del ACNUR. (2019, 2 febrero). *Escasez de agua en el mundo: causas y consecuencias.* La Agencia de la ONU para los Refugiados. Recuperado 24 de octubre de 2021

Corporacioncompromiso.org. s. *Costo Medio de Operación de Acueducto y Alcantarillado (CMO) | Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico.* (s. f)

Díaz, C. D. C. (2019, 9 mayo). El reto municipal de una gestión sostenible del agua. *iAgua.*

Decreto 1640 de 2012 - *Gestor Normativo - Función Pública.* (2012, 2 agosto).funcionpublica. Recuperado 25 de abril de 2022

Delgado Munevar, W. G. (2015). *gestión y valor económico del recurso hídrico*

[Grafico]. Desde el Marco de la Gestión Integral del Agua. *Propuesta Para Promover el Manejo Eficiente del Recurso Hídrico en la Microcuenca Alta del Río Botello en el Municipio de Facatativá, Desde el Marco de la Gestión Integral del Agua.*

Recuperado 4 de agosto de 2021

Eficiente del Recurso Hídrico en la Microcuenca Alta del Río Botello en el Municipio de Facatativá, Desde el Marco de la Gestión Integral del Agua. Recuperado 4 de agosto de 2021

El desafío del agua en las mega ciudades de América Latina y el Caribe. (2021, 24 junio).

UNESCO. Recuperado 10 de agosto de 2021

El estado mundial de la agricultura y la alimentación. (s. f.). Publications

EL TIEMPO. (2010b, enero 21). *El 46% del agua potable de los duitamenses se queda en el*

- camino por daños en tubería*. Recuperado 27 de septiembre de 2021 Guevara Alban, G. P., Verdesoto Arguello, A. E., & Castro Molina, N. E. (2020, 1 julio).
- Vista de Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas y de investigación-acción)*. Recimundo. Recuperado 21 de febrero de 2022
- HOP Group. (2018, 31 julio). *¿Para qué una planta de tratamiento de agua potable?* | *Acuatecnica*. Acuatécnica.
- Huaricallo, D. (2013, 27 diciembre). universidad nacional del altiplano. *Análisis de la gestión del recurso hídrico para consumo humano en la microcuenca Huancho, Huancane - Puno*. Recuperado 2021
- Institucional, C. (2020, 24 septiembre). *¿Qué es la investigación aplicada y cuáles son sus principales características?* Blog - IBERO Tijuana Posgrados. Recuperado 22 de febrero de 2022
- Inglesias, A., Estrela, T., & Gallart, F. (s. f.). untitled. *impactos sobre los recursos hídricos*
- Jouravlev, A. (2003). *Recursos Naturales e Infraestructura* (Los municipios y la gestión de los recursos hídricos ed., Vol. 66). CEPAL.
- La «deforestación del agua» en el Amazonas. (s. f.).
- La Perla De Boyaca, D. (s. f.). *Mapa de Duitama*. Flickr.
- Ley 99 de 1993 - Gestor Normativo - Función Pública. (2021, 18 marzo). Función Pública. Recuperado 25 de abril de 2022
- Ley 79 de 1986 - Gestor Normativo - Función Pública. (2015, 1 diciembre). Función Pública. Recuperado 25 de abril de 2022, de
- Manzano, L. (2017, 7 octubre). UAEM. *Modelo hidrogeomático de indicadores sistémicos para la gestión integrada de los recursos hídricos*. Recuperado 2021

- Martínez, L. (2015, 20 julio). *Consecuencias del mal uso del agua*. Luis MartínezAmbientalis.  
Recuperado 3 de septiembre de 2021
- Mondragón, E. (2005). CATIE. *Análisis de la eficiencia en el uso del recurso hídrico, ensistemas de agua de uso doméstico, en la Microcuenca del Río La Soledad, Valledé Ángeles, Honduras*. Recuperado 2021
- Mundial, B. (2020). Nuevos lentes para un viejo problema: cómo promover el desarrollo territorial en Latinoamérica. *World Bank*.
- Pazmiño, S. (2016). Repositorio Dspace. *La sostenibilidad del recurso hídrico en elEcuador: análisis multicriterial de la gestión del agua*. Recuperado 2021
- Pineda, J.. (s. f.). encolombia. *Contaminación del Agua, Causas, Consecuencias ySoluciones Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico*. (2022, 18 enero). Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Recuperado 3 de marzo de 2022,
- Rojas, A. (2019, 27 junio). universidad el rosario. *Metodología para el manejo delrecurso hídrico*. Recuperado 4 de octubre de 2021
- Romero, E. (2013). Dialnet. *Gestión integrada de los recursos hídricos y bosques nativosde la cuenca del arroyo Feliciano, Entre Ríos, Argentina*. Recuperado 2021
- Tancara Q, Constantino. (1993). la investigacion documental. *Temas Sociales* , (17), 91-106. Recuperado en 21 de febrero de 2022
- Valladares, A. (2014). *Repositorio Digital de Acceso Abierto. Análisis de las variacionesde las reservas de agua en la región de los Esteros del Iberá, Corrientes, Argentina*.  
Recuperado 2021
- Vega Mendoza, H. (2011). *Propuesta Para Promover el Manejo Eficiente delRecurso Hídrico en la Microcuenca Alta del Río Botello en el Municipio de Facatativá, Zerpa*, M. P. (2019,

13 marzo). Problemas con el recurso agua. *iAgua*.