REGIONALIZACIÓN PARA LA SOSTENIBILIDAD: CASO DE ESTUDIO SERVICIO ECOSISTÉMICO AGUA POTABLE PNN CHINGAZA

SANDRA MILENA ARAQUE FORERO

TESIS PARA OPTAR AL TITULO DE MAGISTER EN DESARROLLO SUSTENTABLE Y GESTIÓN AMBIENTAL.

DIRECTOR

DANIEL IGNACIO ARRIAGA SALAMANCA

Msc en Saneamiento ambiental

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD DE MEDIO AMBIENTE.
MAYO DE 2016

CONTENIDO

0. Introducción 7

1. Problema de investigación 10

2. Marco teórico 14

2.1 Servicios ecosistémicos 14

2.1.1 Enfoques sobre el concepto de los servicios ecosistémicos 15

2.1.2 Clasificación de los servicios ecosistémicos 17

2.1.3 Definiciones y categorías de clasificación del agua para consumo humano 19

2.1.4 Métodos de análisis del estado de los servicios ecosistémicos 19

2.2 La sostenibilidad como categoría de los servicios ecosistémicos 21

2.3 Región y ordenamiento territorial como instrumento para hacer sostenible el servicio ecosistémico de agua potable 24

2.3.1 Tipos de regiones 25

2.3.2 La región en Colombia 26

2.3.3 El concepto de región adoptado en este estudio 27

3. Objetivos 30

3.1 Objetivo general 30

3.2 Objetivos específicos 30

4. Hipótesis 30

5. Metodología 31

6. Establecimiento de los beneficiarios del servicio ecosistémico de abastecimiento de agua 35

6.1 Municipios productores 36

6.2 Municipios consumidores 40

6.3 Análisis de la correlación espacial de los indicadores en los municipios productores y consumidores 44

6.3.1 Análisis de la dependencia espacial de las variables resultado 47

7. Análisis del estado actual del servicio ecosistémico 51

7.1 Dimensión ecológica 51

7.1.1 Determinación de las cuencas presentes en el estudio 51

7.1.2 Oferta y demanda de recurso hídrico en las cuencas 53

7.1.3 Calidad del recurso hídrico 62

7.1.4 Dinámica de la Cobertura del suelo en la zona aledaña al PNN Chingaza 66

7.1.5 Áreas protegidas dentro de la zona de estudio 73

7.2 Dimensión social 77

7.2.1 Población de la zona de estudio 77

7.2.2 Cifras del trasvase de cuenca 78

7.2.3 Amenazas a la sostenibilidad del servicio ecosistémico 79

7.3 Dimensión institucional 86

7.3.1 Análisis de los prestadores del servicio de acueducto 86

7.3.2 Análisis de los recursos disponibles en la región en relación con la sostenibilidad del servicio ecosistémico de agua potable 88

8. Análisis de los actores presentes en la región 96

8.1 Fase 1: identificación de los actores 96

8.2 Fase 2: Identificar los objetivos estratégicos del trabajo a ser analizador por los actores 98

8.3 Fase 3: Evaluar las influencias que tienen unos actores sobre otros: 98

8.4 Fase 4: en esta fase se determinan las relaciones que los actores tienen sobre cada uno de los tres objetivos planteados 102

9. Propuesta de la región 111

9.1 Propuestas con las que se debe articular la propuesta de región 111

9.1.1 La Región administrativa y de planificación especial –RAPE- región central 111

9.1.2 La Región hídrica del río Bogotá, orden 4.13 sentencia río Bogotá Consejo de Estado 114

9.1.3 Planes de ordenación y manejo de cuencas que hacen parte de la propuesta 115

9.2 Líneas estratégicas de la región 116

9.2.1 Regulación de las tasas por uso del agua 117

9.2.2 Conservación del servicio ecosistémico 117

9.2.3 Fortalecimiento institucional para la prestación del servicio de abastecimiento de agua 118

9.2.4 Apropiación social del ecosistema y de los servicios ecosistémicos 119

9.2.5 Uso sostenible de la biodiversidad, modelos de desarrollo limpio y pago por servicios ambientales 119

9.2.6 Acciones de articulación con otras iniciativas 119

9.3 Actores y sus roles dentro de La región 120

9.4 Fuentes de financiación de la región 121

9.5 Indicadores a equiparar en la región 121

10. Conclusiones y recomendaciones 122

10.1 Beneficiarios del servicio ecosistémico de agua potable 123

10.2 Estado actual del servicio ecosistémico 123

10.3 Actores presentes en la región 124

10.4 Propuesta de región 125

10.5 Acciones específicas para la sostenibilidad del servicio ecosistémico 125

10.6 Roles de los actores dentro de la región 127

11. Bibliografía 129

12. Anexos 140

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Dimensiones de análisis del Estado Actual del servicio ecosistémico de provisión de agua 33
Figura 3: Gráfica de influencia dependencia variables 46
Figura 2: Región Hídrica 50
Figura 4: Subzonas hidrográficas de análisis 53
Figura 5: Oferta y Demanda de Agua Sub zonas hidrográficas 54
Figura 6: Oferta Anual de Agua ENA 2010 55
Figura 7: Demanda Anual de Agua ENA 2010 55
Figura 8: Oferta Anual de Agua ENA 2010 55
Figura 9: Oferta de agua año seco ENA 2010/2014 59
Figura 10: Oferta de agua año medio ENA 2010/2014 59
Figura 11: índice de uso de agua año seco 59
Figura 12:índice de uso de agua año medio 59
Figura 13: oferta anual de agua ENA 2014 61
Figura 14: Índice de uso del agua ENA 2014 61
Figura 15: Demanda biológica de oxigeno 63
Figura 16: Demanda química de oxígeno 64
Figura 17: Sólidos suspendidos totales 64

Figura 18: IACAL por SZH 65
Figura 19: Mapa de Cobertura del Suelo año 2002 67
Figura 20: Mapa de Cobertura del Suelo año 2009 69
Figura 21: Clasificación de áreas protegidas en la zona de estudio 75
Figura 22: Erosión en el área de los Municipios 80
Figura 23: Conflicto de uso del suelo 82
Figura 24: Bloques de exploración Petrolera 84
Figura 25: Liquidez de los prestadores de Servicios de Acueducto 87
Figura 26:Eficiencia en el recaudo Prestadores del servicio de acueducto 87
Figura 27: Coeficiente de cubrimiento de costos de los prestadores del servicio de acueducto 87
Figura 28: IFA Prestadores del servicio de acueducto 87
Figura 29: Tasas de cambio de los municipios productores y consumidores 90
Figura 30: Plano de influencia de los actores 101
Figura 31: Plano de correspondencia de actores /Objetivo 105
Figura 32: posición de los actores hacia los objetivos 106
Figura 33: Histograma de relaciones de los actores respecto del estudio 107
Figura 34: Plano de convergencia entre actores 108
Figura 35: distancias de primer orden entre objetivos 109
Figura 36: superposición de región Chingaza sobre la RAPE 112

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: áreas de los municipios PNN Chingaza. 37
Tabla 2: Áreas de las reservas forestales protectoras nacionales en cada uno de los municipios 39
Tabla 3: porcentajes acumulados áreas protegidas 39
Tabla 4: Municipios Consumen Agua Chingaza 41
Tabla 5: Estado de Concesiones de Agua 42
Tabla 6: Calificaciones de las variables grupo de trabajo 45
Tabla 7: Valores del I-Moran 47
Tabla 8: Calculo de continuidad espacial 48
Tabla 9: Macrocuencas y Zonas hidrográficas 52
Tabla 10: Área de las Sub Zonas Hidrográficas en el estudio 52
Tabla 11: Cobertura del suelo año 2002 67
Tabla 12: Cobertura del suelo año 2009 70
Tabla 13: Cambios de cobertura entre el 2002 y 2009 Nivel 1 CLC 71
Tabla 14: Cambio de Cobertura 2002_2009 Municipios Chingaza 72
Tabla 15: Cambio de Bosques a otros usos en los Municipios de Cundinamarca con área en Chingaza 72
Tabla 16: Porcentaje de áreas protegidas por municipios 73
Tabla 17: Datos de población municipios con contratos vigentes de agua en bloque 77
Tabla 18: áreas de conflicto de uso zona de estudio 83

Tabla 19: Ingresos Corrientes y libre destinación en millones de los municipios 89
Tabla 20: información de la inversión de los recursos del 1%..... 91
Tabla 21: Predios adquiridos en la cuenca del Río Bogotá recursos del 1% 92
Tabla 22: Ingresos en miles por predial e industria y comercio año 2014 92
Tabla 23: Recursos SGP Agua potable y saneamiento básico en pesos año 2014..... 93
Tabla 24: Tasas por uso de Agua 94
Tabla 25: Actores identificados en la región..... 96
Tabla 26: Relaciones entre los actores 99
Tabla 27: Relaciones actores_ objetivos 102
Tabla 28: Estado de formulación de Los POMCAS 115

SIGLAS

ANH: Agencia Nacional de Hidrocarburos
ANLA: Agencia Nacional de Licencias Ambientales
ANM: Agencia Nacional de Minería
BADEIMA: Base de Datos de Estadísticas e Indicadores Ambientales
CAG: Corporación Autónoma regional del Guavio
CAR: Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca
CDC: Concejo de Distrito Capital
CDSM: Corporación para el Desarrollo Sostenible de la Macarena.
CEPAL: Comisión económica para América Latina y el Caribe
CM: Concejos Municipales
CORPORONOQUIA: Corporación Autónoma Regional de La Orinoquía
DBO: Demanda Biológica de oxigeno
DC: Alcaldía Mayor de Bogotá
DEP: Departamentos
DNP: Departamento Nacional de Planeación
DQO: Demanda Química de Oxigeno
EAAB: Empresa de acueducto y alcantarillado de Bogotá
EMA: Empresas municipales de Acueductos
IACAL: indicador potencial de la calidad del agua
IFA: Índice financiero agregado
IPM: índice de pobreza multidimensional.
MACTOR: Método, Actores, Objetivos, Resultados de Fuerza
MC1: Municipio Categoría 1
MC2: Alcaldía Municipal categoría 2
MC3: Alcaldías Municipales Categoría 3
MC4: Alcaldías Municipales Categoría 4
MC5: Alcaldías Municipales Categoría 5

MC6: Alcaldías Municipales Categoría 6
MIC MAC: Matriz de Impactos Cruzados – Multiplicación Aplicada a una Clasificación
MINAGRICULTURA: Ministerio de Agricultura
MINAMBIENTE: Ministerio de Ambiente y desarrollo sostenible
MINMINAS: Ministerio de Minas y Energía
NBI: índice de necesidades básicas insatisfechas
NT: Nitrógeno
PND: Plan Nacional de Desarrollo
PNN: Parque Nacional Natural
PNNC: PNN Chingaza
PT: Potasio
RAPE: Región de administración y de planificación especial
RO: Regional Orinoquia Parques Nacionales Naturales
SDA: Secretaria distrital de Ambiente
SPC: Comunitarias
SSP: Superintendencia de servicios públicos
SSPM: Secretarias de servicios públicos
SST: Solidos suspendidos totales
SUPERSERVICIOS: Superintendencia de servicios públicos
SZH: Subzona Hidrográfica
ZH: Zona Hidrográfica

0. Introducción

"*Regionalización para la sostenibilidad: caso de estudio servicio ecosistémico agua potable PNN Chingaza*", es una propuesta preliminar de regionalización, que permite: identificar acciones para la sostenibilidad del servicio ecosistémico de agua potable que brinda el PNN Chingaza, e impedir su eventual desaparición.

Este caso representa un análisis que trasciende las fronteras administrativas impuestas artificialmente a los municipios sin más criterio que el dictado por la coyuntura en que las asambleas departamentales fijaron sus límites. La investigación trasciende incluso las fronteras fijadas para las cuencas hidrográficas, cuya estructura se realiza siguiendo los causes de las pequeñas quebradas hasta convertirse en ríos y de esos ríos hasta que discurren finalmente en un gran río del que son tributarios varios cauces en extensas zonas de la geografía nacional. El trazado depende de la forma como la naturaleza delineó montañas y valles para que las aguas fuera reunidas en un gran cauce. No obstante, la presente investigación analiza una situación en la que las fronteras de municipios y cuencas se rompen por el artificio del transvase de cuenca.

El desarrollo de las ciudades le ha impuesto al hombre el desafío de alterar el curso de los ríos para poder abastecer de agua a grandes concentraciones de población, generando infraestructuras que permiten canalizar el agua de una cuenca para para llevarla a otra. El caso objeto de estudio es el "trasvase" de cuencas en donde el agua que se produce en la Macrocuenca del Orinoco y se consume en la Macrocuenca del Magdalena; es trasladado mediante una red de tuberías ingeniosamente adaptadas a un embalse artificialmente creado para tomar el agua de varios ríos y quebradas en que se conoce como El Sistema Chingaza, y llevarla lejos de su destino natural. El agua posteriormente ser distribuida por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá –EAAB-, en Bogotá por venta directa a los usuarios y a otros municipios de la Sabana mediante contratos de venta agua en bloque.

El hecho de trasladar el agua da origen a una relación entre un conjunto de municipios, que se identificaron como beneficiarios mediante el análisis de las relaciones frente al servicio ecosistémico de agua potable del Sistema Chingaza. Estos se clasificaron en dos grupos; unos denominados "productores", haciendo una analogía a esta categoría dentro del

mercado toda vez que el agua proviene de los ríos y quebradas que se localizan y discurren en su jurisdicción político administrativa, y otros denominados “consumidores” que son aquellos con mayores concentraciones de población que utilizan el agua potable que les ha permitido un extenso desarrollo urbano.

Tras determinar cuáles son los municipios asociados al Sistema Chingaza; se establece el estado actual del servicio ecosistémico de agua potable, analizando sus dimensiones ecológica, social e institucional. La dimensión ecológica incluye información de oferta, demanda y calidad del agua utilizando los estudios nacionales del agua, la dinámica de la cobertura del suelo y las áreas protegidas. La dimensión social analiza la población, las cifras del trasvase de cuenca y las amenazas al servicio ecosistémico de agua potable, y por último, la dimensión institucional muestra el estado actual de los prestadores del servicio de acueducto y los recursos que tienen relación directa con el servicio ecosistémico de agua potable y que estarán disponibles para una posible regionalización.

Así mismo, utilizando el método de la prospectiva denominado MACTOR., se identifican aquellos actores presentes en la zona de trabajo delimitada y se establecen sus posiciones actuales frente a la sostenibilidad de la prestación del servicio ecosistémico y la posibilidad de una regionalización,

Tras establecer los límites de la región identificando los municipios que pueden conformarla y después de analizar el estado actual del servicio ecosistémico y sus relaciones con actores institucionales más representativos; se procede a realizar la propuesta preliminar de regionalización que permita identificar acciones para la sostenibilidad del servicio ecosistémico de abastecimiento incluyendo una serie de recomendaciones sobre la implementación de esta figura en el territorio y su articulación con otras iniciativas.

Al existir una gran variedad de actores en el territorio, acorde con la normatividad vigente es posible realizar un modelo de articulación alrededor del servicio ecosistémico de agua potable mediante una región amparada en la Ley 1454 de 2011, y concordante con otras iniciativas como la RAPE (Región de administración y de planificación especial), la región hidrográfica de la cuenca del río Bogotá, lo cual permitirá que estos actores comprendan y actúen conforme a su rol y sus funciones.

El documento se desarrolla en doce capítulos que contienen la base teórica, la exposición del caso de estudio, los objetivos, la hipótesis principal y la metodología para analizar la información obtenida. Ya en el desarrollo del tema central se identifican los municipios beneficiaros y los actores y sus roles frente al servicio ecosistémico de abastecimiento de agua y se hace análisis respecto del estado actual del servicio ecosistémico desde las dimensiones ecológica, social e institucional. Con la información obtenida finalmente se elabora una propuesta preliminar para la estructuración de una región funcional cuyo propósito es generar la institucionalidad para garantizar la sostenibilidad del servicio ecosistémico de agua potable en la zona más poblada del país.

1. Problema de investigación

El agua es parte fundamental de la construcción de las ciudades y como recurso natural cumple varios propósitos entre los cuales se cuenta el de ser fuente para la vida humana (Mendez, 2010). En Colombia, acorde con los datos publicados por Parques Nacionales Naturales-PNN- (2014), 19 áreas protegidas de orden nacional producen el agua para más de 25 millones de personas, lo cual constituye el 11,3% de la oferta hídrica nacional. Dentro de las áreas protegidas que brindan agua a las regiones de Colombia, se encuentra el Parque Nacional Natural Chingaza, el cual abastece la mayor parte del agua a la zona más densamente poblada del país, es decir, a Bogotá y sus alrededores.

Para el año 1997, el sistema Chingaza abastecía más de la mitad del consumo de agua potable de Bogotá (Hernandez E. P., 1997). En la actualidad, el sistema de abastecimiento de Bogotá está integrado por tres subsistemas: ríos Tunjuelo y San Cristóbal con aproximadamente el 5% de aporte, el Tibitoc con aproximadamente del 15% y el Chingaza con un aporte aproximado del 80% (Sguerra et al., 2011).

Bogotá ha tenido un aumento considerable de población pues pasó de 6.788.691 habitantes en 2005 a 7.467.804 habitantes en 2011 (Torres, 2013). Y se proyecta en 8.380.801 habitantes en 2020 (Departamento Administrativo Nacional de Estadística [Dane], 2015), ello deriva en aumento del consumo de agua que de acuerdo con el promedio anual se encuentra entre 26,39 $\frac{m^3}{Habitante}$ (Secretaria Distrital de Planeación [SDP],2012). Es decir que el consumo puede llegar a ser aproximadamente de 225 Mmc.

La presión sobre el ecosistema de Chingaza no solo se circunscribe al abastecimiento de Bogotá, sino además al de algunos municipios del centro y occidente de Cundinamarca, que han tenido un alto crecimiento y desarrollo urbanístico en los últimos 20 años de acuerdo a los aumentos de población y crecimientos en el porcentajes de urbanización, que revela el estudio región Metropolitana (SDP, 2015).

La Empresa de Acueducto de Bogotá –EAAB- (2015) desde 1988 vende agua en bloque a 7 municipios y 3 áreas industriales y se proyecta que en los próximos años le venda a 13 municipios adicionales, lo cual sumara para el 2020 aproximadamente 1.593.000 habitantes

(Dane, 2005); quienes en promedio pueden consumir 164 Mm3/año, aumentando de esta forma las cargas sobre el páramo de Chingaza, el cual probablemente no cuente con los recursos para el abastecimiento da esta población en el futuro (Preciado, 2005).

Para conocer las cargas sobre el ecosistema se debe entonces establecer cuáles son los municipios beneficiarios del servicio ecosistémico de abastecimiento de agua potable que brinda el PNN Chingaza y en qué medida, su crecimiento urbano y desarrollo industrial, van a demandar un mayor nivel de abastecimiento.

Por otro lado, no solo es necesario identificar a los beneficiarios del servicio ecosistémico, sino que además es pertinente conocer cuáles son las amenazas del área protegida, para así formular alternativas que puedan hacer sostenible el servicio a largo plazo. Sobre el particular es oportuno mencionar que el plan de Manejo del PNN Chingaza elaborado por PNN (2005) identifica como amenazas a la sostenibilidad del área protegida la falta de articulación de acciones entre los actores al interior de PNN, puesto que tanto los municipios como las corporaciones autónomas regionales tienen focos de gestión diferentes a las del parque.

Los tres actores señalados cuentan con competencias relacionadas con la protección del ecosistema pero no realizan acciones conjuntas para focalizar la inversión de sus recursos. Este aspecto se evidencia al observar la falta de ejecución de los instrumentos de planeación en su parte ambiental y su visión desarticulada respecto del Parque. No obstante, lo que contrasta con la falta de coordinación en la gestión, es la tendencia a la disminución de recursos financieros que permitan realizar inversiones que garanticen la sostenibilidad a largo plazo.

Para que exista coherencia en las gestiones que realizan las entidades estatales sobre el área protegida, se deben determinar los actores y sus roles y en ese sentido establecer las acciones que permitan la articulación de iniciativas hacia la sostenibilidad del mismo.

Teniendo en cuenta que existen diversos factores que amenazan al área protegida, es importante reconocer y determinar el estado actual del servicio ecosistémico de agua potable en el PNN Chingaza desde sus dimensiones ecológica, social e institucional; pues solo de

esta manera es posible identificar los aspectos que harían insostenible a largo plazo el suministro de agua para la ciudad Bogotá y las zonas aledañas.

Los factores amenazantes de prioridad alta en el PNN Chingaza se encuentran relacionados con la presencia y cercanía de actividades opuestas a la conservación como son las prácticas agrícolas, la ganadería, la cacería y la tala de bosques. Estas actividades tienen alta incidencia en el borde del parque, que debido al trazado del área protegida, comprende una zona bastante amplia del mismo. El índice de área/ perímetro tiene un valor de 2000, cuando el ideal es de 5.520, con lo cual se concluye que existe un alto efecto de borde, al contar con un perímetro muy grande respecto de su área total. Adicionalmente, en la zona existe un corredor biológico que desborda el perímetro del parque, lo cual dificulta el aislamiento genético (PNN, 2005).

Los Páramos de Chingaza, Sumapaz y Guerrero, cuentan con tensiones por factores como la deforestación ocasionada por la tala para el aprovechamiento de maderas, la presencia de cultivos y por lo tanto la aplicación de fertilizantes, la pérdida del suelo en especial en las zonas con labranza en alta pendiente, el pastoreo que genera compactación de los suelos, la introducción de especies exóticas, la generación de quemas para la labranza de cultivos nuevos o aquellos que se generan de forma accidental, la minería a cielo abierto y la construcción de edificaciones y vías (Sguerra et al. 2011).

Respecto de los procesos de expansión de la frontera agraria estos han venido transformado el territorio en actividades agropecuarias, dominadas por la ganadería extensiva, seguida de cultivos y uso urbano, industrial, minero. Estas actividades se desarrollan en suelos de alta pendiente y por lo tanto muy susceptible a la degradación que además ponen en peligro la prestación de los servicios ecosistémicos, entre ellos la oferta y la regulación hídrica (Sguerra et al. 2011).

De acuerdo con las consideraciones precedentes, el rápido crecimiento poblacional y urbanístico del área a la que abastece el PNN Chingaza, se ve contrastado con las amenazas de deforestación, ampliación de la frontera agrícola, carencia de inversiones y debilidad institucional; siendo así, el problema central de este proyecto de investigación es la posibilidad de que el servicio ecosistémico de abastecimiento de agua que está brindando el

PNN Chingaza, sea insostenible a largo plazo, es decir que el mismo disminuya en calidad y cantidad o que incluso pueda llegar a desaparecer.

El artículo 286 de la Constitución Política de 1991 da el carácter de entidades territoriales a los departamentos, los distritos, los municipios y los territorios indígenas; dejando abierta la posibilidad de que las regiones creadas por la Ley, puedan tener el carácter de entidades territoriales.

Así mismo, el artículo 307 del texto constitucional señaló, desde el año 1991, que el Congreso debía expedir una Ley Orgánica que determinara cuáles serían las condiciones para solicitar que una región se convirtiera en entidad territorial, cuáles serían sus atribuciones, sus órganos de administración, sus recursos y su participación en el manejo de los ingresos provenientes del Fondo Nacional de Regalías.

La Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial -LOOT- fue expedida veinte años después de producirse el mandato constitucional y quedó plasmada en la Ley 1454 del año 2011. Siendo así, el debate acerca de cuáles deben ser los lineamientos para crear o configurar regiones en Colombia apenas inicia, y dentro de este proyecto se busca realizar una propuesta preliminar deregión que permita iniciar acciones para la sostenibilidad futura de la prestación del servicio ecosistémico de agua potable que brinda el PNN Chingaza.

2. Marco teórico

El marco teórico se estructura partiendo de diferentes enfoques respecto del concepto de servicios ecosistémicos y la forma como se puede evaluar su estado de conservación, presentando ejemplos de su clasificación y de las visiones que existen sobre el agua potable, abastecimiento de agua o agua limpia. Posteriormente se establece la relación del servicio ecosistémico con el termino de sostenibilidad del mismo y por último se hila como la categoría de desarrollo regional y de región puede contribuir a mantener la sostenibilidad del servicio ecosistémico.

2.1 Servicios ecosistémicos

Los ecosistemas juegan un importante papel en la generación del bienestar humano, sin embargo, el mantenimiento a largo plazo del bienestar depende no solo de las funciones de los ecosistemas, sino también de las prácticas humanas en relación con los mismos cuya visión univoca solo ha consistido en una valoración y pago monetario; olvidando con ello otros temas importantes como las relaciones directas entre los habitantes cercanos al recurso, y la generación de un sistema social ecológico altamente interconectado (Farhad, Gual & Ruiz., 2015).

El concepto de servicios ecosistémicos se ha ganado la atención en la economía y las aplicaciones de investigación y conservación de la ecología (Tallis, 2013). Se ha convertido en un lenguaje a la hora de referirse a la conservación del medio ambiente; con la elaboración de políticas eficaces, las cuales a pesar de los esfuerzos no han conseguido simplificar las complejidades existentes entre los servicios y su incorporación en los procesos de planeación (Portman, 2013).

La relación entre el hombre y la naturaleza ha sido ampliamente investigada y en los últimos años el concepto de servicios proporcionado por los ecosistemas ha sido parte de las teorías que explican esta relación, teniendo sus orígenes en el movimiento ambientalista que empieza en los años 60, cuando se habla de los efectos negativos de la contaminación, la deforestación de bosques, tropicales particularmente, la reducción de la capa de ozono, y el cambio en el clima (Camacho y Ruiz, 2012).

Desde aquella época se hace evidente la crisis de los recursos naturales, y los impactos severos que sobre ellos causan las actividades humanas. Empieza además a ser inquietante que el planeta pueda sostener y producir los suficientes bienes que se requieren para la naciente población mundial; en este sentido se evidencia que existe un vínculo entre el bienestar humano y las funciones que tiene el planeta (Balvanera y Cotler, 2007). Se resalta también una paradoja: a pesar que la humanidad es cada vez más urbana, sigue dependiendo de la naturaleza para su supervivencia, puesto que las ciudades son dependientes de los ecosistemas más allá de sus límites (Bolund y Hunhammar, 1999).

Con el fin de contar con información científica para la toma de decisiones, y conocer el estado y los impactos sobre los ecosistemas y sus efectos en el bienestar de la humanidad, se realiza desde el año 2001 y hasta el 2005, uno de los mayores estudios que describe el estado conservación de los ecosistemas en un periodo de 50 años (1950-2000). Esta labor fue realizada por cinco agencias de Naciones Unidas con un grupo de más de 1360 científicos a nivel global y fue llamada la evaluación de los ecosistemas del Milenio (Montes y Sala, 2007).

La evaluación de los ecosistemas del milenio logró que se identificará a los servicios ecosistémicos como parte fundamental de la comprensión de la relación del hombre y la naturaleza; pese a lo cual continúan discusiones respecto de una definición universal, así como un sistema de clasificación general de dichos servicios (Kroll Franziska, 2012), por ello, además de la visión de la evaluación de los ecosistemas del milenio, se han generado diferentes ideas y conceptos sobre los servicios ecosistémicos.

2.1.1 Enfoques sobre el concepto de los servicios ecosistémicos

En las definiciones sobre servicios ecosistémicos se abordan conceptos como funciones, procesos, servicios o beneficios; sin tener diferencias claras y con frecuencia refiriendo a conceptos similares (Ojea,Ortega & Chíabai, 2012).

Quetiér, Tapella, Conti, Cáceres y Díaz (2007) comentan que existe una confusión entre los beneficios y la contribución que los ecosistemas prestan para obtenerlos, pues los servicios ecosistémicos no son disfrutados directamente del ecosistema, sino que deben contar con algún tipo de intervención humana, para ser aprovechados. De igual forma opina

Moricz (2012), para quien los servicios ecosistémicos pueden ser entendidos también como los **beneficios** que proveen los ecosistemas a los seres humanos, mediante su transformación en **bien** o **servicio**.

Para Fisher, Turner & Morling. (2009) los servicios ecosistémicos son aspectos de los ecosistemas que producen bienestar humano de forma directa sin la intervención humana, de igual forma opinan Boyd y Banzhat (2007), para quienes los servicios ecosistémicos son los componentes de la naturaleza, directamente disfrutados, consumidos o utilizados para producir el bienestar humano.

Para Brauman & Daily (2008), los servicios ecosistémicos son **bienes** y **servicios** producidos por las condiciones y procesos de los ecosistemas; y para Helfenstein (2014) los servicios ecosistémicos se pueden entender como los **beneficios** que obtienen las personas de los ecosistemas, por ello se pueden entender como constituyentes fundamentales del **bienestar** humano a través de las funciones cultural, de Sopórte, provisión y regulación que cumplen (Luque, 2006).

En los términos de Costanza et al. (1997) los servicios ecosistémicos representan los beneficios a las poblaciones humanas que se derivan, directa o indirectamente, a partir de funciones de los ecosistemas, es decir que asume una posición armónica en la cual la obtención der servicios ecosistémicos no necesariamente implica la transformación del bien o servicio. De igual forma opina Almeida et al (2007) para quien los servicios ecosistémicos son las condiciones y procesos donde los ecosistemas satisfacen las necesidades de la gente.

Dentro del informe de los ecosistemas del milenio se definen los servicios ecosistémicos como aquellos beneficios que la gente puede percibir de los ecosistemas (Assessment Millennium Ecosystem, 2005), de forma similar opina Wallace (2007) para quien los servicios ecosistémicos son los beneficios que las personas perciben de los ecosistemas, la diferencia para este autor está en la clasificación que se dé a estos servicios.

Para el caso de estudio y considerando que en el mismo es necesario suponer como servicio ecosistémico sencillamente los beneficios que obtienen las personas de un ecosistema bien sea de forma directa o indirecta, se tendrán como teoría guía la de Costanza

et al. (1997), Almeida et al (2007), evaluación de los ecosistemas del Milenio (2005) y Wallace (2007); esta posición esta en concordancia con la política Nacional de Biodiversidad y sus servicios ecosistémicos es decir con la guía ambiental que para el tema ha emitido el gobierno nacional al considerar que los servicios ecosistémicos son "*aquellos procesos y funciones de los ecosistemas que son percibidos por el humano como un beneficio (de tipo ecológico, cultural o económico) directo o indirecto* (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MADS], 2012, p. 120).

2.1.2 Clasificación de los servicios ecosistémicos

Existen diferentes clasificaciones de los servicios de los ecosistemas y pese a varios intentos de llegar a un esquema de clasificación única, esta tarea no ha sido concretada. (Fisher, 2009). Al respecto Ojea et al. (2012); muestran seis clasificaciones de servicios ecositémicos: la de Daily en 1997, la de los ecosistemas del Milenio en el 2005, la de Boyd y Banzhaf en el 2007, la de Wallace en 2007, la de Fisher en 2009 y la de la evaluación de UK NEA en 2011.

Desde la perspectiva de Wallece (2007), los servicios ecosistémicos se pueden clasificar en: recursos, protecciones de predadores, enfermedades y parásitos, ambiente físico y químico agradable u óptimo, servicios socio culturales. Estos servicios son percibidos de manera diferente por cada uno de los individuos.

Los servicios ecosistémicos se pueden clasificar por la existencia de servicios de soporte que se identifican de forma directa con el intercambio de materia y energía del ecosistema, es decir, con su funcionamiento. A su vez, varios servicios de provisión y regulación presentan una relación directa con procesos funcionales. Por ejemplo, la provisión de agua depende del rendimiento hidrológico de la cuenca en cuestión, y el rendimiento hidrológico resultará de la magnitud relativa de los flujos de evaporación, transpiración, drenaje y escorrentía (Paruelo, 2011).

La evaluación de los ecosistemas del Milenio inició el proceso de catalogación de los servicios que prestan los ecosistemas y los beneficios que perciben las personas, evidenciando que ante la degradación y la perdida de ecosistemas no existen sustitutos. En este estudio los servicios ecosistémicos se dividen en aquellos que son de provisión, de

regulación y servicios culturales. La de provisión de agua fresca está en la primera categoría (Assessment Millennium Ecosystem, 2005).

Los bienes y servicios de los ecosistemas a menudo aparecen en escalas incompatibles de análisis y se clasifican de manera incomparable por diferentes autores, en este sentido se aprecia el trabajo de recopilación bibliográfica realizado por De Groot, Matthew & Boumans. (2002), quien señala que los ecosistemas realizan cuatro funciones, las cuales producen veintitrés servicios bienes y servicios ecosistémicos de la siguiente manera:

1. Funciones de regulación: los servicios ecosistémicos asociados a la funciónn de regulación son: regulación de gas, regulación del clima, la prevención de perturbaciones, regulación del agua, **abastecimiento de agua**, la retención de suelos, la formación del suelo, el ciclo de nutrientes, el tratamiento de residuos, la polinización y el control biológico.

2. Funciones de hábitat: Los servicios ecosistémicos asociados a la función de hábitat son la función de refugio y función de vivero.

3. Funciones de producción: Están relacionadas con los servicios ecosistémicos de comida, materias primas, recursos genéticos, recursos medicinales, recursos ornamentales.

4. Funciones de información: se relacionan con los servicios ecosistémicos de información estética, recreación y eco-turismo, inspiración cultural y artística, la información espiritual e histórica y la información científica y educativa.

Para el caso de estudio, en la misma línea que para la comprensión del concepto de servicios ecosistémicos, se utilizará la clasificación de la evaluación de los ecosistemas del mileno que está acorde con la establecida y apropiada por el gobierno colombiano a través de la política nacional de biodiversidad y sus servicios ecosistémicos, para la cual, los servicios ecosistémicos se clasifican en:

> Aquellos de aprovisionamiento, como comida y agua; servicios de regulación, como la regulación de las inundaciones, sequías, degradación del terreno y enfermedades; servicios de sustento como la formación del sustrato y el reciclaje de los nutrientes; y servicios culturales, ya sean recreacionales, espirituales, religiosos u otros beneficios no materiales (MADS, 2012, p.120)

2.1.3 Definiciones y categorías de clasificación del agua para consumo humano

Respecto del agua potable o agua para el consumo humano, de igual forma que para la definición general de servicio ecosistémico y su clasificación, existen diversas visiones. Para Fisher et al. (2009) el agua limpia es un servicio ecosistémico y el agua potable es un beneficio que se toma por los humanos, es decir en este último intervienen acciones como la extracción para la cual se requieren herramientas específicas.

Según Boyd y Banzhaf (2007), el agua para consumo humano se puede considerar un servicio cuando esta se encuentra en buenas condiciones directamente del ecosistema, en caso que el agua tenga que tener algún tipo de tratamiento el agua será un servicio intermedio.

Wallace (2007) considera al agua como un servicio y como un elemento biótico del ecosistema; pues de esta dependen procesos ecosistémicos como la regulación del clima y por tanto hacen parte del proceso de funcionamiento del mismo; de igual forma opinan De Groot et al (2002), para quienes el agua es una función de regulación que tiene procesos como la filtración, la retención y el almacenamiento.

En el caso de estudio, el agua es brindada por el PNN Chingaza y se perciben como un servicio ecosistémico de provisión de agua para el consumo humano. Ahora bien, considerando que la clasificación tomada es la de los ecosistemas del milenio, se identificara el agua para el consumo humano, como un servicio de aprovisionamiento denominado abastecimiento de agua, tomando entonces la posición de Wallace (2007) como el mejor referente al considerar que el agua hace parte del ciclo del ecosistema pero también depende de él para su calidad y cantidad.

2.1.4 Métodos de análisis del estado de los servicios ecosistémicos

Los ecosistemas de alta montaña inciden en la cantidad y calidad de flujos de agua, y los costos de tratamiento de agua potable depende del estado de conservación de las cuencas aportantes (Ruiz, 2007); de tal forma que se hace indispensable diagnosticar y evaluar el estado de los servicios ecosistémicos, para lo cual es necesario comprender variables que evidencien su estado en términos de estructura, composición y función, y además

considerando la integración de valores económicos, sociales y ambientales. (Baptiste et al, 2014)

En este sentido Bapstite, Torre y Caro (2014) proponen realizar inicialmente la identificación de los servicios ecosistémicos, para saber cuáles son y quiénes son sus potenciales beneficiarios; posteriormente evalúa los servicios ecosistémicos considerando tres componentes: el ecológico, el económico y el social.

Otro caso de estudio es el análisis realizado por Almeida et al. (2007) quienes invitan a describir los servicios ecosistémicos mediante un diagnóstico socio-ambiental. Proponen además que para el tema de provisión de agua se hagan balances de oferta y demanda que permitan identificar la presión que se está ejerciendo sobre el recurso.

El abastecimiento de agua tiene relación directa con la existencia de coberturas naturales de bosques y de herbazales puesto que estas coberturas intervienen en el ciclo del agua, (Balvanera, 2012); este ciclo se compone de acciones de filtración, retención y almacenamiento de agua en esteros, lagos y acuíferos. La filtración se relaciona con cobertura del suelo, y la retención está relacionada con las características geográficas tal es el caso de la topografía y la pendiente (Oyarzún, Nahuelhual y Núñez, 2005). En ese sentido es necesario conocer el estado de las coberturas del suelo del PNN Chingaza y la degradación que hayan tenido para así poder analizar el abastecimiento de este seevicio ecosistémico.

Para evaluar el estado y la sostenibilidad del servicio ecosistemico de agua potable, existen indicadores como el de disponibilidad de agua o indicador Falkenmark, que mide la cantidad de agua disponible en un área determinada en un año. El valor ideal de este indicador es del 1.700 m3 por habitante al año, puesto que si se tienen valores menores se encuentran zonas con escaces de agua. Otro indicador es el indice de vulnerabilidad de agua que se hace calculando el total de extracciones anuales como un porcentaje de la disponibilidad de recursos hídricos (Mejía, Arroyo y Ballesteros, 2015). Existen además indicadores de desarrollo sostenible que desde 1995 se viene retroalimendo y construyendo.

En el caso del agua dulce se tienen varios indicadores como los de: intensidad de uso del agua por actividades, la proporción del total de recursos utilizados y la demanda química de oxigeno. (Comisión Económica para América Latina y el Caribe [Cepal], 2009).

En Colombia el crecimiento de las poblaciones y por tanto de sus demandas de agua, al igual que las presiones sobre los recursos hidricos, han hecho que el Ideam realice el estudio nacional de agua –ENA-; el cual contiene una síntesis del estado de los recursos hídricos de Colombia a la luz de la relaciones demanda-oferta (Dominguez, Rivera, Vanegas y Moreno, 2008). Los indicadores mas destacados creados por los ENA son: demanda de agua, oferta de agua, índice de vulnerabilidad al desabastecimiento en años secos y medios; y el indice de uso de agua para años secos y medios (Instituto de Hidrologia, Meteorologia y Estudios Ambientales [IDEAM],2014).

Respecto de la calidad del agua, los ENA miden la cantidad de oxígeno consumida para la descomposición microbiológica (oxidación) de la materia orgánica presente en el agua, o demanda orgánica de oxígeno; (IDEAM, 2011) y la demanda química de oxígeno (DQO) que trata de medir la cantidad de oxígeno requerido para oxidar la materia orgánica en una muestra de agua, bajo condiciones específicas de agente oxidante, temperatura y tiempo (IDEAM, 2007).

2.2 La sostenibilidad como categoría de los servicios ecosistémicos

Durante el Siglo XX el paradigma del desarrollo fue puesto en duda y se invitó a los países a pensar en la relación que existe entre la preservación del medio ambiente y el desarrollo económico, entendiéndose que, si existe desarrollo social, se puede obtener un desarrollo económico sostenido (Cunha, Ferreira & Pires, 2015). El término de desarrollo sostenible tiene gran relevancia y esta siempre incluido en las metas de gobiernos locales, nacionales y regionales, pese a ello su definición y medición resulta compleja y difusa (García, Payan y Venegas, 2015).

El **desarrollo sustentable** cuenta con varias definiciones y visiones de igual forma que los servicios ecosistémicos. Guimaraes (s.f.) opina que las sustentabilidad del desarrollo

debe tener ingredientes y conceptos del mercado regulado, y de decisiones políticas, pues para los actores de la política pública resulta extraño hablar de generaciones futuras y largo plazo, cuando el mercado se entiende por un óptimo de corto plazo; en este sentido lo ambiental netamente pierde valor si no puede ser transado en el mercado. Así las cosas, la sustentabilidad tiene un desafío que es eminentemente político, pues antes de buscar argumento técnicos que lo justifiquen, debe encontrar la alianza política correcta.

Considera Gallopín (2003) que el desarrollo sostenible es un concepto muy diferente al de sostenibilidad, pues el primero involucra la palabra desarrollo que apunta cambio, mientras que la sostenibilidad indica el mantenimiento de la situación existente; entonces, en algunas ocasiones se desea mejorar o transformar un sistema en sí mismo y en otras por el contrario se desea cambiar el sistema para mejorar algunos de sus productos.

Corolario de lo anterior, se puede afirmar que existen dos enfoques para abordar el tema de la sostenibilidad; la fuerte, que considera al sistema económico dependiente del ecosistema y la débil que considera que el sistema económico cuenta con un stock global que incorpora capital natural, humano y económico, y que estos tipos de capital son sustituibles entre si desde que el stock total de capital se mantenga constante.

Dentro del informe Brundtland, el desarrollo sostenible se define como aquel desarrollo que satisface las necesidades de las generaciones actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus necesidades y aspiraciones. (UN, s.f.)

Para Collet, Ruelland, Borrel, Dezetter & Servat (2015), la definición de la sostenibilidad depende del sistema que se desea sea sostenible, pese a que este debate continua, la sostenibilidad siempre tiene en cuenta el futuro y en el caso del agua se trata de utilizar indicadores que contengan las variables locales y que respondan a las necesidades de las poblaciones.

Para Kansiime (2002) existe un poderoso vínculo entre el agua y el desarrollo sostenible, pues el agua es importante para el desarrollo económico, al ser esencial para el cultivo de alimentos, el consumo humano y prácticamente todos los procesos de fabricación, en este sentido, los sistemas de recursos hídricos sostenibles son aquellos diseñados y gestionados para contribuir plenamente a las necesidades y objetivos de la sociedad, actual y

futura, siendo indispensable el mantenimiento de la integridad ecológica, ambiental e hidrológica (Matondo, 2002), por lo tanto las necesidades derivadas del crecimiento económico son amenazas para el futuro suministro del agua, el reto de los ecosistemas es satisfacer las necesidades del agua urbana (Lundin, 2003).

Los ecosistemas ofrecen importantes servicios, tal es el caso de la prestación de agua limpia y fresca de fuentes naturales. Estos recursos son presa de la degradación, que se presenta por la deforestación, los impactos sobre los medios de vida, en este sentido la deforestación de los bosques se va a sentir en forma de sequías, inundaciones, deslizamiento de tierra y erosión de los suelos (Nrayan, PAtel, Shchafft, Rademacher & Koch-Shulte, 1999).

Para Sutton (2004), la sostenibilidad de un ecosistema es la capacidad de mantener aquellas cualidades necesarias, para que se puedan prestar bienes y servicios que permitan mantener las condiciones de vida y la disponibilidad continua de fuentes de agua.

Respecto de la sostenibilidad de estos servicios ecosistémicos es importante reconocer que para la evaluación se deben tener **modelos multicriterios** en donde se analicen varias dimensiones, entre las cuales están la ecológica, económica, social y de igual forma se deben considerar algunos indicadores que permitan una medición constante (Cunha et al.,2015).

De acuerdo con lo expuesto, el concepto de sostenibilidad que se va a utilizar en este estudio, parte de evidenciar en primera medida el estado de un ecosistema desde lo ecológico en términos de los procesos ecosistémicos necesarios para producir el bien o servicio ambiental (base ecológica), continúa considerando la forma como se relacionan las poblaciones vecinas cercanas al ecosistema (base de equidad y percepción cultural) y la categoría de valor económico (costos y beneficios del uso del ecosistema); con lo cual se constituirá la base para la toma de decisiones políticas y económicas para el manejo de los ecosistemas (De Groot et al., 2002).

La sostenibilidad de los sistemas urbanos de agua es preocupante, pues existe un alto porcentaje de personas que aún no pueden acceder a este recurso y algunas que hoy tienen acceso, probablemente no lo tendrán en el futuro debido al crecimiento urbano desordenado y no planificado y al grado de degradación de los ecosistemas (Milman y Short, 2008). Así

las cosas, la conformación de una región se vislumbra como un instrumento de gestión orientado a hacer sostenible el servicio ecosistémico de agua potable. Para lograrlo se requiere que tanto los municipios que se encuentran dentro del PNN, como aquellos ubicados fuera del parque y que se son abastecidos por sus aguas, puedan aunar esfuerzos para realizar inversiones que propendan por la sostenibilidad del servicio, equiparando la oferta ambiental que tienen los municipios del parque, con la oferta de recursos financieros que pueden aportar las entidades territoriales que imponen mayores cargas al ecosistema.

2.3 Región y ordenamiento territorial como instrumento para hacer sostenible el servicio ecosistémico de agua potable

La geografía ha tenido a lo largo de los años un interés por la definición del concepto región, por ello se han presentado diversas tendencias entre ellas la de la geografía francesa que fue la primera en desarrollar de manera clara estudios regionales con los que buscaban interpretar la región basada en las relaciones de los habitantes y el entorno. Posteriormente, en Estados Unidos se afianzo el concepto hasta alcanzar en alto nivel teórico en donde la geografía y la región se consideraron conceptos similares (Reyes y Córdoba, 2009).

El concepto de región ha sufrido cambios concepto que se desarrollaron a partir de tres grandes razones:

1. En los años cincuenta y sesenta, la geografía se hizo fuertemente cuantitativa, empírica y positivista, siguiendo una corriente epistemológica de choque frente a los estudios regionales clásicos que eclipsó definitivamente el antiguo concepto de región como diferenciación entre áreas.

2. Los mismos análisis culturales —relacionados con la idea de paisaje cultural— que le dieron vida al concepto de región le impusieron características humanas al espacio hasta llegar a un punto en que el concepto lugar, y ya no tanto región, se volvió la unidad mínima de análisis geográfico, de tal forma que lo pequeño, las microescalas, las vivencias, las percepciones y lo mental adquirieron importancia.

3. La fenomenología era muy sólida como corriente epistemológica y constituía una novedad para los geógrafos jóvenes de los años sesenta, de modo que los estudios

regionales clásicos de los años treinta y cuarenta perdieron preeminencia (Reyes y Córdoba, 2009, p.136).

La globalización no ha logrado que el concepto de región pierda vigencia. Hoy en día el concepto no se agota en la descripción de un simple recorte territorial, como lo indicaban los clásicos estudios de geografía regional, sino que, se caracteriza por territorios que se identifican en la cooperación o en la competencia con otros, pese a que en ocasiones incluso no comparte límites, ni son contiguos (Gomez, 2001).

Lira (2005) considera que la región es un recorte territorial subnacional en donde se realiza una aproximación de la relación sociedad-territorio, en el cual se cumplen ciertas características, sin reparar sobre las diferencias entre espacio y territorio.

Montañez y Delgado (1998) consideran que la región es una expresión de la espacialización del poder y de las relaciones de conflicto y cooperación, que no se reduce a un modelo de indagación sobre la distribución territorial, sino que también se trata de una forma de organización del espacio que resulta del desarrollo social, económico, político y cultural (Farinós Dasí, 2001).

Coraggio (1994) define a las regiones como ámbitos definidos del dominio territorial que van desde una relación de acoplamiento o de una relación de semejanza. Acorde con este concepto la región debe tener relaciones definidas o un eje articulador desde cualquier dimensión del desarrollo, alrededor del cual se establezcan las relaciones de semejanza.

Para Boisier (2001) la región es un territorio organizado que contiene, en términos reales o potenciales, los factores de su propio desarrollo. Así las cosas, la geografía, con total independencia de la escala, genera regiones de planificación económica en donde se ubican espacios lo suficientemente diferenciados entre sí, los cuales generan relaciones de dominación y dependencia similares a los que tienen los países a su interior, posibilitando la generación de programas de desarrollo volcados a estimular el crecimiento de las mismas.

2.3.1 Tipos de regiones

La forma de articular regiones se pueden resumir en varios grupos según la forma como se relacionan sus integrantes, en este sentido se pude hablar de: i) región homogénea: que es

aquella que tiene una o más variables similares que la relacionan, ii) la región plan o programa, que es aquella que se constituye alrededor de unas metas claras o un programa de ejecución, y iii) región funcional o nodal, la cual se caracteriza por tener un eje articulador o por estar estructurada alrededor de la prestación de un servicio o cumplimiento de una función legal (Alberto, 2012).

Para Moya (2001) existen dos grandes tipos de regiones, las regiones formales entre las cuales se encuentran las regiones naturales, político administrativas, geográficas, es decir aquellos que tienen homogeneidad en sus componentes; y las regiones funcionales que tienen como elemento fundamental el análisis de las actividades humanas sobre un territorio y factores exclusivos como causa de su identidad, tiene además un núcleo rector, y la existencia de flujos entre los integrantes de la región.

2.3.2 La región en Colombia

En Colombia el concepto de región ha querido incorporarse como un hito importante al ordenamiento legal desde la Constitución de 1991, en la que se dio la orden al Congreso de la República de formular una ley orgánica de ordenamiento territorial que estableciera la forma como se articularía el territorio por medio de regiones. Este propósito se logra 20 años después de que se diera el mandato constitucional al Congreso por medio Ley 1454 de 2011-, la cual tiene como propósito promover y poner en marcha las zonas de inversión para la superación de la pobreza y la marginalidad, a fin de ligar la inversión de la Nación al desarrollo local. (Ley1454, 2011).

Un elemento fundamental para la formulación de una propuesta de regionalización es la comprensión del concepto de ordenamiento territorial entendido como un medio para dirigir y controlar los cambios en el uso de la tierra. La ordenación del territorio (OT) en los países latinoamericanos tiene una historia muy reciente que se remontan a los inicios de la década de los ochenta. Desde su origen ha sido concebida de manera diversa, asociada a las políticas ambientales, urbanísticas, de desarrollo económico regional y de descentralización. Hoy predomina la idea de la ordenación del territorio, como instrumento o estrategia para lograr el desarrollo sustentable, entendido en términos de política plurisectorial, horizontal (Massiris, 2002).

El ordenamiento territorial es parte fundamental de la conformación de regiones. La definición normativa del ordenamiento territorial gira en torno a lo establecido en la Ley 338 de 1997, cuyo artículo 5 dice:

> Artículo 5º.- Concepto. El ordenamiento del territorio municipal y distrital comprende un conjunto de acciones político-administrativas y de planificación física concertadas, emprendidas por los municipios o distritos y áreas metropolitanas, en ejercicio de la función pública que les compete, dentro de los límites fijados por la Constitución y las leyes, en orden a disponer de instrumentos eficientes para orientar el desarrollo del territorio bajo su jurisdicción y regular la utilización, transformación y ocupación del espacio, de acuerdo con las estrategias de desarrollo socioeconómico y en armonía con el medio ambiente y las tradiciones históricas y culturales (Ley388, 1997, Art 5).

Acorde con Hernández (2010) el ordenamiento territorial es un ejercicio científico de carácter integral que incluye reflexiones sobre las dimensiones económicas, ecológicas, sociales y culturales, de un territorio y de la población que lo ocupa o utiliza.

Este trabajo tendrá variables relacionadas con el recurso hídrico, los indicadores económicos y los indicadores sociales para determinar la mejor forma de ordenar el territorio en torno a una región.

2.3.3 El concepto de región adoptado en este estudio

El concepto de región adoptado en esta investigación es una síntesis de los conceptos de Boisier (2001) quien indica que la región debe entenderse como un territorio organizado que contiene los factores de su propio desarrollo, con total independencia de la escala geográfica; y el de región funcional de Moya (2011), en donde el elemento o núcleo rector es el servicio ecosistémico de abastecimiento de agua que cuenta con flujos de este servicio entre los municipios productores y consumidores que están ligados a la sostenibilidad en general como concepto y se desarrollan tomando en cuenta los ecosistemas estratégicos (Agudelo, 2005).

Para analizar las regiones es necesario conocer el entorno económico y social e identificar variables estratégicas para cimentar el desarrollo, de igual forma que las sinergias entre los actores, (Burbano & Moreno 2015). Existen métodos de la prospectiva que se convierten en un instrumento poderoso para concertar y promover el desarrollo de los territorios (Espinosa, 2008), estos método permiten anticiparse y realizar un proceso de planeación y de toma de decisiones donde se involucren las variables de un sistema para identificar aquellas que se consideran claves y las relaciones entre ellas y permite establecer los roles de los actores dentro de un modelo de planeación estratégica (Burbano & Moreno, 2015; Godet, 2007).

Las metodologías de prospectiva cuentan con herramientas como el MIC MAC (Matriz de Impactos Cruzados – Multiplicación Aplicada a una Clasificación) que es un algoritmo de multiplicación matricial que permite identificar y jerarquizar las variables (Sarría et al., 2009), de un sistema y clasificarlas entre influyentes y dependientes (Arango,Garza, Cuevas, Leyva y Estrada, 2013).

En el MIC MAC se deben utilizar indicadores de los que se conozca su método de cálculo y que puedan ser verificables y comparables. Así por ejemplo, el NBI es un tipo de indicador que puede utilizarse en el MIC MAC, puesto que su método de cálculo es bastante conocido ya que existe desde 1978 y ha sido utilizado para conocer la realidad de la población en aspectos referidos a las condiciones físicas de la vivienda y el acceso a los servicios básicos (Baltazar, 2007).

Otra herramienta de prospectiva es la matriz de alianzas y conflictos, tácticas, objetivos y recomendaciones – MACTOR- que es un método de juego de actores que permite identificar las relaciones de fuerza entre los actores y estudiar sus convergencias y divergencias con respecto a objetivos (Sarría, Hernández y Aguillera., 2009; Garza y Cortez, 2011).

Así mismo, los estudios sobre economía regional, han venido desarrollando una serie de herramientas y métodos de análisis espacial, entre ellos el I de Moran local y global dichos indicadores permiten evaluar la existencia de relaciones socioeconómicas entre los agentes que en este caso son representados por los municipios y, al mismo tiempo, la relación que

estos tienen con su ubicación geográfica: con el fin de establecer si tienen dependencia espacial (Pérez , 2005).

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

Realizar una propuesta preliminar de regionalización, que permita: identificar acciones para la sostenibilidad del servicio ecosistémico de agua potable que brinda el PNN Chingaza, e impedir su eventual desaparición.

3.2 Objetivos específicos

- Establecer los principales beneficiarios del servicio ecosistémico de agua potable que brinda el PNN Chingaza
- Determinar el estado actual del servicio ecosistémico de agua potable en el grupo de municipios beneficiarios del agua del PNN Chingaza desde sus dimensiones ecológica, social e institucional.
- Identificar los actores presentes en la zona de trabajo delimitada y establecer sus posiciones actuales frente a la sostenibilidad de la prestación del servicio ecosistémico.
- Realizar la propuesta de regionalización que permita identificar acciones para la sostenibilidad del servicio ecosistémico de abastecimiento incluyendo una serie de recomendaciones sobre la implementación de esta figura en el territorio y su articulación con otras iniciativas.

4. Hipótesis

La hipótesis que se desea descartar o validar con la realización de trabajo de investigación es que: la ausencia de una instancia de articulación de gestiones y de recursos respecto de la prestación del servicio de abastecimiento de agua potable por parte del PNN Chingaza hace que no se realicen acciones eficaces de manejo y que por tanto su sostenibilidad se vea comprometida.

5. Metodología

El proyecto de investigación gira en torno a la propuesta preliminar de región que permita la sostenibilidad en la prestación del servicio ecosistémico de agua potable, tiene un enfoque mixto cuantitativo-cualitativo, puesto que se trata de un problema complejo que exige la mezcla de los dos enfoques, obteniendo con ello una visión más profunda acerca del comportamiento de la prestación del servicio de abastecimiento de agua. Para Sampieri (2010) con este tipo de métodos de investigación se busca tener una imagen más integral del fenómeno.

El estudio tuvo además un alcance correlacional, dado que asoció un conjunto de variables para establecer los factores que puedan redundar en la sostenibilidad del servicio ecosistémico de abastecimiento de agua en la región que se conforme con los municipios que hoy están conectados al agua en bloque, y aquellos que están dentro del PNN Chingaza.

A continuación se define el enfoque metodológico y el alcance del mismo por cada uno de los objetivos:

Respecto del objetivo 1 "*Establecer los principales beneficiarios del servicio ecosistémico de agua potable que brinda el PNN Chingaza*"

Para los beneficiarios de la región se hizo la revisión de la información secundaria proveniente de varias fuente: la entregada por parte del Acueducto, el estudio nacional del agua, estadísticas de Bogotá y su área metropolitana realizadas por la Secretaria de Planeación Distrital, estadísticas de la Gobernación de Cundinamarca, datos de los informes de la Contraloría General de la República sobre la venta de agua en Bloque, cifras del Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, con el fin de determinar los valores de consumo y las necesidades proyectadas de uso del recurso en los próximos años.

A partir de la información recolectada se realizó análisis multicriterio con la ayuda de la Herramienta de Prospectiva denominada MIC MAC o análisis estructural descrita por Godet(2007), ello con el fin de identificar las variables importantes para la región y con ella poder establecer por medio del "I de Moran" si existen relaciones espaciales entre las variables e identificar cuales indicadores sirven para identificar los objetivos de la

conformación de la región y los potenciales beneficiarios del servicio ecosistémico de agua potable.

Para abordar el objetivo 2 "*determinar el estado actual del servicio ecosistémico de agua potable en el PNN Chingaza desde sus dimensiones ecológica, social e institucional"*, se realizó la aproximación metodológica que a continuación se describe:

Acorde la propuesta de Baptiste et al. (2014) que sugiere considerar diferentes dimensiones para el análisis de los servicios ecosistémicos y al mismo tiempo diferentes variables y dimensiones como los componentes ecológico, economico y social; se realizaró el análisis de los dimensiones social (Uso del recurso y amenazas sobre el recurso), institucional (Prestadores del servicio de Acueducto, Figuras de uso y Administración, recursos relacionados con la prestación del servicio de abastecimiento de agua) y ecológica (Oferta y demanda del recurso, cobertura del suelo) de la prestación del servicio ecosistemico de abastecimiento de agua potable.

Para analizar la dimensión ecológica, acorde con el estudio Baptiste et al. (2014), se observaron los cambios en el uso del suelo en la zona objeto de estudio, utilizando la información cartográfica secundaria que se produjo a escala 1:100.000 para el país por parte del IDEAM en los años 2002 y 2009. Esta información se procesó con la ayuda del Software Arcgis 10.2, superponiendo las capas cartográficas y determinando las áreas de cambio en la cobertura del suelo, posteriormente se realizaron estadísticas descriptivas de esta información para determinar las áreas que presentaron mayor cambio respecto a la cobertura del suelo.

Figura 1: Dimensiones de análisis del Estado Actual del servicio ecosistémico de provisión de agua
Fuente: Creación propia

Así mismo, se retoma el Estudio de Almeida et al. (2007), realizando análisis de las ofertas y demandas del agua con el fin de determinar los índices de escasez, comparándolo con la recopilación de información que sobre estas mismas variable hace Mejía et al., 2015. Los datos utilizados en este aspecto son provenientes del ENA (2010 y2014), los cuales además fueron espacializados por "cuencas" en áreas que denominaron macrocuencas, zonas y subzonas hidrográficas. En este caso de estudio se utilizó la información de las Subzonas hidrográficas sobre las cuales se encuentran los 31 municipios del estudio, se analizaron además los datos de calidad de agua haciendo una comparación de los dos estudios.

Para abordar la Dimensión Institucional se utilizó la información disponible respecto de los prestadores del servicio público de acueducto en los 31 municipios analizados y se observaron las figuras de uso y administración presentes en esta zona y los recursos disponibles con los que cuentan los municipios, haciendo un énfasis especial en los recursos destinados para el fortalecimiento y manejo de sus servicios de abastecimiento de agua.

En lo que respecta a la Dimensión Social, se buscó establecer el grado de afectación que las prácticas sociales han tenido sobre el servicio ecosistémico, utlizando la información secundaria disponible sobre el cambio en la cobertura del suelo, los conflictos uso del suelo

(IGAC), la desertificación (IDEAM), la presencia de zonas de explotación minera y petrolera. (Agencia Nacional de Hidrocarburos)

En relación con el tercer objetivo: "*Identificar los actores de la región delimitada y establecer sus roles dentro del proceso de regionalización incluyendo una serie de recomendaciones sobre la implementación de esta figura en el territorio y su articulación con otras iniciativas." ;* se realizó un proceso de análisis que trata de estimar las relaciones de los actores Mactor, con el fin de identificar las acciones que cada actor tiene y sus interés en la región, la conservación de los servicios ecosistémicos y la prestación del servicio de abastecimiento de agua. Estos análisis estuvieron basados de forma exclusiva en información secundaria respecto de sus funciones como Municipios, Departamento y Nación.

Por otro lado, frente al cuarto objetivo: "*Realizar la propuesta de regionalización que permita identificar acciones para la sostenibilidad del servicio ecosistémico de abastecimiento de agua*"; se condensó la información obtenida en los procesamientos anteriores identificando los aspectos más relevantes para una propuesta de regionalización que abarque el territorio observado.

Para cumplir el objetivo general se realizó un apartado en donde se evidenciaran los objetivos generales de la región, el tipo de región propuesta, las alternativas de su financiación, los actores principales y sus respectivos roles y un plan de acción general para cada uno de ellos, todo ello basado en el análisis del conocimiento generado a partir del estudio del estado actual del servicio ecosistémico, la identificación de los beneficiarios del servicio ecosistémico y la identificación de los actores y sus roles dentro de la propuesta de región.

6. Establecimiento de los beneficiarios del servicio ecosistémico de abastecimiento de agua

El propósito del presente capítulo es establecer los municipios beneficiarios del servicio ecosistémico de agua potable que se obtiene del Sistema Chingaza, identificando cuáles son los municipios productores del servicio, es decir aquellos en cuyo territorio se encuentran las fuentes abastecedoras; y cuáles son los municipios consumidores, es decir aquellos que están fuera de las zonas abastecedoras y obtienen o pueden llegar a obtener el agua potable que brinda el sistema.

En primer lugar, es pertinente señalar que para definir el Sistema Chingaza es preciso identificar dos aspectos: por un lado la instauración de diferentes clases de áreas protegidas cuya extensión geográfica se superpone sobre los territorios de diferentes municipios y, por otro lado, las concesiones de aguas que corresponden a permisos de captación de aguas en puntos específicos de los cauces de ríos o quebradas cuya extensión puede abarcar varios entes territoriales pero cuyos efectos jurídicos se determinan de acuerdo a la jurisdicción de las autoridades ambientales donde se encuentra el punto de captación.

De acuerdo a lo anterior se puede encontrar un tipo normatividad que establece las diferentes clases de zonas protegidas, las cuales pueden estar total o parcialmente asociadas al Sistema Chingaza; y otro tipo de normatividad que autoriza las captaciones de agua sobre ríos o quebradas que pueden agotar su curso dentro de las áreas protegidas o sobrepasar sus fronteras; siendo así que el Sistema Chingaza se puede definir por la relación entre las zonas protegidas que lo comprenden y las concesiones de aguas que lo abastecen.

Así las cosas, se puede observar que territorialmente el Sistema Chingaza tiene la mayor parte de sus operaciones dentro del PNN Chingaza, y recibe aporte de cuatro reservas forestales aledañas al Parque: la de los ríos Blanco y Negro, la de los ríos Chorrera y Concepción y la de las reservas La Bolsa y el río Rucio.

Por otro lado, en lo que respecta específicamente al recurso hídrico, el sistema de abastecimiento cuenta con dos concesiones dentro del PNN Chingaza y otras concesiones en las reservas forestales aledañas al Parque.

Antes de señalar concretamente las concesiones, es oportuno indicar que el Sistema Chingaza deriva sus aguas de las cuencas de los ríos Guatiquía y Blanco, ambas de la Macrocuenca del Orinoco. Está dividido en dos subsistemas: Chuza y Río Blanco. El subsistema denominado Chuza toma aportes de los ríos La Playa y Frío, la Quebrada Leticia y el río Chuza. Mientras que el subsistema Río Blanco lo constituyen las captaciones de las quebradas Cortadera, Palacios, Piedras Gordas y Horqueta, Peñas Blancas, Chocolatal, Carrascales, Calostros, Mangón, Blancas, Siberia, Colorada y otras 12 quebradas menores (EAAB, 2006).

El conjunto de captaciones del Sistema Chingaza se puede describir de la siguiente manera: la captación del Subsistema Chuza integrada por el Río Guatiquía con un caudal de 5,254 m3/s, el Río Chuza con un caudal de 5,93 m3/s y la quebrada Leticia con 0,3 m3/s, estas concesiones de agua fueron aprobadas por PNN con la Resolución No. 0260 de 2007, por medio de la cual se modifica la Resolución No. 158 del 2004. (Contraloría, 2012). La captación del Subsistema río Blanco quebrada el Mangón con una captación de 0,0839 concedida por PNN mediante la Resolución 157 de 2004.

Además de las concesiones de agua sobre el PNN Chingaza se encuentran concesiones de otras dos autoridades Ambientales seis quebradas con un caudal de 0,38 m3/s concedida por Corporinoquía mediante la Resolución 483 de 2002 y 10 quebradas con una captación total de 0,86 m3/s concedida por Corpoguavio mediante las Resoluciones No. 0969 de 23 de noviembre de 2010 y No. 097 de 1 de marzo de 2011.

De acuerdo con los actos administrativos mencionados, las captaciones totales del Sistema Chingaza ascienden a 13,71 m3/s (Contraloría, 2012), y toda el agua obtenida es distribuida por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, no solo al Distrito Capital sino también a algunos municipios de su área de influencia (EAAB, 2006).

6.1 Municipios productores

Se considera en este trabajo como municipios productores aquellos en donde parte de su territorio está dentro de la figura de Parque Nacional Natural Chingaza y/o en las reservas forestales protectoras nacionales que aportan al sistema Chingaza; lo cual representa una restricción al uso del suelo y una menor generación de ingresos tributarios (predial e industria

y comercio); de forma similar que una responsabilidad legal frente a la protección y conservación de los servicios ecosistémicos que brindan.

El área que hoy se conoce como PNN Chingaza nació de una delimitación inicial realizada para el reconocimiento del Páramo de Chingaza como una zona de reserva forestal protectora en el municipio de Fómeque Cundinamarca y por tanto como de interés general mediante el Acuerdo 24 de 1971 del Instituto Nacional de Recursos Naturales y del Ambiente –INDERENA-, posteriormente la misma entidad delimito y reservo un área de 50.000 Ha a la que denomino Parque Nacional Natural Chingaza, ubicado en los municipios de Fómeque, Quetame, La Calera, Guasca, Junín y Gachalá en Cundinamarca y el Calvario y Restrepo Meta; ello mediante el Acuerdo 15 de 1977 el Acuerdo se aprueba posteriormente por parte del Ministerio de Agricultura mediante la Resolución ejecutiva 154 de 1977 (INDERENA, 1977).

Posteriormente mediante la Resolución 070 de 1978 que aprueba el Acuerdo 01 de 1978 que amplía el PNN en 374 Ha incluyendo el predio denominado Páramo de Mangón Grande (INDERENA, 1978).

En el 2008 mediante la Resolución 550 el Ministerio de Ambiente realindera y amplía el PNN Chingaza llegando a un área aproximada de 76.600 en la jurisdicción de once municipios, cuatro del departamento del Meta (Restrepo, San Juanito, El Calvario y Cumaral) y siete del departamento de Cundinamarca (Guasca, Gachalá, Junín, Medina, Choachí, La Calera y Fómeque), (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial [MAVDT], 1998) las áreas de los mismos se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1: áreas de los municipios PNN Chingaza.

Municipios	Total área en el parque	Porcentaje	total área municipio	Porcentaje Municipio
Fómeque	25000	32.60%	47800	52.30%
San Juanito	12250	16.00%	16200	75.60%
Restrepo	4930	6.40%	28900	17.10%
Guasca	3100	4.10%	34600	9.00%
La Calera	1800	2.40%	34000	5.30%
Junín	2200	2.90%	33700	6.50%
Choachí	750	1.00%	20900	3.60%
Gachalá	5400	7.00%	44100	12.20%

Municipios	Total área en el parque	Porcentaje	total área municipio	Porcentaje Municipio
El Calvario	2100	2.70%	28600	7.30%
Medina	19000	24.80%	119200	15.90%
Cumaral	70	0.10%	58000	1.00%
Total	**76600**	**100%**	**466000**	**16%**

Fuente: Plan de Manejo ambiental, PNN Chingaza-2005-2009

Fómeque es el municipio con más área dentro del PNN con 25.000 Ha, seguido por el municipio de Medina con 19.000 Ha y San Juanito con 12250 Ha, los demás municipios tienen áreas que oscilan entre 5400 y 70 Ha; respecto de las áreas totales de los municipios que están dentro del PNN corresponden en el caso de San Juanito al 75,6% del municipio, para Fómeque el 52,3% y Medina el 15,9%, para Gachalá un 12,2%, los demás municipios tienen porcentajes de menos del 10% de su área total dentro del PNN; los cuatro primeros municipios con áreas superiores al 10% pueden ver más los impactos positivos y negativos de tener este tipo de área en sus jurisdicciones (PNN, 2005).

Sobre las reservas forestales protectoras nacionales es importante señalar que: la Bolsa se encuentra en la jurisdicción del Municipio de Junín Cundinamarca con una extensión aproximada de 2700 Ha, aprobada mediante el Acuerdo 028 de 1990 expedido por el Instituto Nacional de Recursos Renovables y del Ambiente, (INDERENA, 1990). La de las Cuencas de los Ríos Blanco y Negro en los municipios de Fómeque, La Calera, Guasca y Choachí con una extensión aproximada de 11.925 Ha, aprobada mediante el Acuerdo 28 de 1982 del INDERENA y la Resolución 9 de 1983 Ministerio de Agricultura (Min Agricultura, 1983).

La Reserva Forestal Protectora nacional de las Cuencas Altas de los Ríos Chorrera y Concepción ubicada en el municipio de Junín cuente con un área aproximada de 4.450 Ha, fue aprobada mediante la Resolución 19 de 1991 Ministerio de Agricultura; (Min Agricultura, 1991). La Reserva Forestal protectora Nacional Río Sucio cuenta con una extensión aproximada de 600 Ha en la jurisdicción del municipio de Gachalá aprobada mediante Acuerdo 33 de 1987 del Inderena y Resolución 177 de 1987 del Ministerio de Agricultura (Corporación Autónoma Regional del Guavio [CORPOGUAVIO], 2016).

En la Tabla 2 se encuentran las áreas de estas reservas forestales y sus porcentajes respecto al área total de cada uno de los municipios:

Tabla 2: Áreas de las reservas forestales protectoras nacionales en cada uno de los municipios

Nombre	Municipio	Ha	% área total	%área Mun
Río Blanco y Negro	El calvario	58,33	0,46%	0,20%
Río Blanco y Negro	Choachí	3008,30	23,72%	14,39%
Río Blanco y Negro	Fómeque	4591,95	36,20%	9,61%
Río Blanco y Negro	La calera	1757,51	13,86%	5,17%
Río Blanco y Negro	Junín	14,93	0,12%	0,04%
Río Blanco y Negro	Guasca	3253,77	25,65%	9,40%
Río Chorreras y Concepción	Junín	1441,72	32,56%	4,28%
Río Chorreras y Concepción	Guasca	2985,95	67,44%	8,63%
La Bolsa	Junín	2709,89	100,00%	8,04%
Predio Río Rucio	San Juanito	20,11	3,35%	0,12%
Predio Río Rucio	Gachalá	580,88	96,65%	1,32%

Fuente: creación propia a partir de información cartográfica de las reservas Forestales RUNAP

Acorde con lo anterior, es evidente que el Sistema Chingaza no solo depende del cuidado del PNN Chingaza sino de otras áreas aledañas al mismo, representadas en cuatro reservas forestales protectoras nacionales que de acuerdo al plan maestro de acueducto y alcantarillado de Bogotá hacen parte de las áreas que brindan agua a Bogotá (EAAB,2006).

En la Tabla 3 se presentan los porcentajes acumulados de áreas protegidas en los municipios productores, se evidencia que los municipios tienen altos porcentajes de sus áreas administrativas con figuras de protección PNN y Reservas forestales que impiden dar otros usos al suelo. San Juanito tiene un porcentaje superior al 75% en áreas protegidas, Fómeque de 61%, Guasca del 27%, Restrepo y Choachí con cifras cercanas al 17%

Tabla 3: porcentajes acumulados áreas protegidas

Municipios	**Porcentaje Municipio**
Fómeque	61,91%
San Juanito	75,72%
Restrepo	17,10%
Guasca	27,03%
La Calera	10,47%
Junín	14,59%
Choachí	17,99%
Gachalá	13,52%

Municipios	Porcentaje Municipio
El Calvario	7,50%
Medina	15,90%
Cumaral	1,00%

Fuente: Creación propia a partir de información cartográfica

Se determinan como municipios productores de agua a los once municipios listado en la Tabla 3, donde se encuentran presentes las áreas protegidas que contribuyen a la regulación hídrica necesaria para la conservación y producción del agua necesaria para el abastecimiento de agua potable de la región abastecida por el Sistema Chingaza.

6.2 Municipios consumidores

Para efectos de la presente investigación, se consideran municipios consumidores aquellos que hoy consumen o consumirán en los próximos años el agua proveniente del Sistema Chingaza. En primer lugar es necesario mencionar en la categoría de municipios consumidores a Bogotá, ente territorial que desde 1968 tiene la concesión de las aguas de los Ríos Chuza, La Playa y Frío, la cual fue otorgada antes de la creación del PNN Chingaza por el Ministerio de Agricultura mediante la Resolución No. 055 de 1968 (Min Ambiente, 2004).

Posteriormente y mediante la Resolución 158 de 2004 expedida por la entonces UAESPNN se otorga concesión de aguas por un caudal de 11,481 de las corrientes denominadas Río Guatiquía, Embalse de Chuza y Quebrada Leticia; en beneficio de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, destinados al suministro de agua de los municipios de La Calera, Soacha, Funza, Madrid, Mosquera y Bogotá (UAESPNN, 2004).

Finalmente por medio de la Resolución 260 de 2007 expedida por PNN se ratifican las concesiones y los caudales de la Resolución 158 de 2004, sin embargo, en este acto administrativo se amplía la posibilidad de abastecer del recurso a once municipios más: Tocaima, Zipaquirá, Tabio, Facatativá, Bojacá, Cota, Tenjo, Tena, La Mesa, Anapoima y Apulo (UAESPNN, 2007).

Dados los antecedentes mencionados, algunos municipios consumidores se encuentran unidos con la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá –EAAB- por la prestación

del servicio de agua en bloque[1], los demás están presupuestados pues sus fuentes de agua superficiales y subterráneas empiezan a agotarse y a tener baja calidad, en la Tabla 4 se presentan los municipios y su estado respecto al consumo de agua suministrada desde el sistema Chingaza (EAAB, 2015).

Tabla 4: Municipios Consumen Agua Chingaza

Municipio	**Estado de uso de la concesión**	**Porcentaje de Dependencia**	**Metro cúbicos facturados año 2014 (m3)**
Anapoima*	No	0	0
Apulo*	No	0	0
Bogotá D.C	Si	80	225.000.000
Bojacá*	No	0	0
Cajicá	Si	100	4.123.811
Chía	Si	100	9.824.212
Cota**	Si zona industrial	0	
		Zi 100	600338,4
Facatativá*	No	0	0
Funza	Si	72	2.088.940
La Calera	Si	20	218.031
La Mesa*	No	0	0
Madrid	Si	97	2.195.019
Mosquera	Si	97	5.170.928
Soacha	Si	100	658.490
Sopó	Si	84	1.161.286
Tabio*	No	0	0
Tena*	No	0	0
Tenjo**	Si Zona industrial	0	
		ZI=100	400225,6
Tocaima*	No	0	0
Tocancipá	Si	91	1798187
Zipaquira*	No	0	0
Total			253239468
Producción Total			495.480.302
Agua no contabilizada			172.328.049
Restante de agua			69.912.785

[1] Decreto 302 de 2000

Fuente: Creación propia a partir de información de presentación EAAB, 2015

Así las cosas, si bien los actos administrativos referenciados vinculan a varios municipios, en la actualidad no todos están aprovechando directamente el recurso hídrico extraído del Sistema Chingaza, sin embargo, tienen la posibilidad de servirse del mismo en el futuro.

Por otro lado, pese al alto índice de agua no contabilizada que tiene Bogotá, el cual asciende al 34% del total de la producción (EAAB,2015), aún restan poca más de 69 millones de metros cúbicos que pueden ser negociados con los municipios restantes para el abastecimiento de aproximadamente 2.688.953 habitantes que tengan un consumo promedio similar al de Bogotá; para la fecha de análisis se encontraban vigentes y en uso un total de 13 contratos de venta de agua, los cuales a la fecha ya están vencidos e incluso 6 tienen porcentajes de uso que superan el agua inicialmente concesionada, datos que se muestran en la Tabla 5

Tabla 5: Estado de Concesiones de Agua

Municipio / sector	Prestador	Fecha de suscripción	Plazo	Volumen m3/mes concesionado	Volumen mes usado	Porcentaje de uso
La Calera/ Arboretto	Aguas de Bogotá	28-jun-10	21 meses 28-mar-12	5000	4064	81%
La Calera	Empresa de Servicios Públicos de la Calera - ESPUCAL	Agosto – 1985	25 años vencido Agosto – 2010	90.000	410852	457%
Bogotá Parcelación el Jardín Borde Norte de Bogotá	Coopjardín ESP LTDA	09-ago-99	3 años 06-Jul-2003	18.000	67392	374%
Cajicá	Empresa de Servicios Públicos de Cajicá S.A. ESP	19-may-81	20 años May – 2001	100.000	353.141	353%

Municipio / sector	Prestador	Fecha de suscripción	Plazo	Volumen m3/mes concesionado	Volumen mes usado	Porcentaje de uso
Chía	Empresa de Servicios Públicos Emserchía	No se ha suscrito contrato desde mayo de 2013 que Emserchía empezó a ser el prestador en el municipio.		0	821.703	N/a
Funza	Empresa Municipal de A.A.A. de Funza	mar-95	No definido	168.371	162.050	96%
Madrid	Empresa de A.A.A de Madrid	2º Contrato 10-Mar-09	3 años. Prorrogado automáticamente por 3 años más 09-mar-15	220.000	198004	90%
Mosquera	Hydros Mosquera S. en C.A. ESP	4º Contrato: 12-Mar-10	5 años. Prorrogado mediante otro Si por 6 meses 11-sep-15	31.500	48.310	153%
Soacha	EMAR S.A. E.S.P	10-sep-99	1 año (prorrogado en 2 años) 09-sep-02	63392	59706	94%
Sopó	Empresa Servicios Públicos de Sopó	2º Contrato: 28-Jun-2011 Dic – 2011	6 meses	7055	7658	109%
Tocancipá	Oficina de Servicios Públicos de Tocancipá	10-oct-85	20 años 09-oct-05	45.000	124.723	277%
Tocancipá Zona industrial	Aquapolis S.A. ESP	21-ene-05	5 años (prorrogado en 1,5 años)	35000	20360	58%
Cota/ Zona industrial Cota	Aguas de la Sabana de	13-may-05	20 años	460.000	83313	18%

Municipio / sector	Prestador	Fecha de suscripción	Plazo	Volumen m3/mes concesionado	Volumen mes usado	Porcentaje de uso
	Bogotá S.A. E.S.P		12-may-25			
			20-jul-11			

Fuente: creación propia a partir de información de presentación EAAB

Con la información disponible tanto de municipios productores como consumidores, la región de estudio, está compuesta por 31 municipios, 10 con la categoría de productores, 20 con la categoría de consumidores y la Calera que cuenta con doble clasificación pues tiene una pequeña proporción en el PNN Chingaza, y adicionalmente consume agua abastecida por el Sistema. No obstante, la conformación de la región depende de los análisis factoriales que se realicen con los flujos de agua existentes entre los municipios.

6.3 Análisis de la correlación espacial de los indicadores en los municipios productores y consumidores

Con el fin de establecer si los 31 municipios seleccionados en realidad tienen relaciones respecto de variables comunes que permitan avanzar de forma posterior la consolidación de una propuesta de región, se realizó un análisis estructural que permitió identificar, de un grupo inicial de variables con relaciones fuertes con el objeto de estudio, cuales se consideraban claves, reguladoras, autónomas y de resultado; en una eventual propuesta de región. Adicionalmente, respecto de las variables reguladores se realiza un análisis de las correlaciones espaciales.

La selección de las variables se hizo mediante el método de análisis estructural, realizando dos pasos, uno inicial con una lista exhaustiva de 52 variables que describan de forma muy general el funcionamiento del sistema y pertenezcan a diferentes dimensiones, las cuales se pueden ver en el **Anexo 1**. Con este grupo de variables se hizo un una sesión de trabajo, a la cual fueron invitados 22 profesionales entre los cuales se encontraban personas relacionadas en su trabajo con el recurso hídrico, los servicios ecosistémicos, los temas de ordenamiento territorial. Adicionalmente estas personas son habitantes de los municipios objeto del estudio. De los profesionales invitados inicialmente 12 contestaron de forma positiva a la invitación inicial y finalmente al taller asistieron 9.

En el taller realizado en el mes de septiembre del año 2015 se calificaron cada una de las variables con el siguiente rango en relación exclusiva al abastecimiento de agua potable, la sostenibilidad del servicio ecosistémico: 0: No tiene ninguna relación, 1: tiene una relación débil, 2: tiene una relación moderada. En el **Anexo 2** se puede observar el listado de variables con su respectiva calificación

Se identificaron entonces un total de 22 variables con relación moderada y fuerte y con ellas se realizó una matriz de impactos cruzados - multiplicación aplicada a una clasificación-, la cual permitió identificar las variables motrices y dependientes. Comparada con el estudio de Sarría et al. (2009) el análisis parte con 10 variables menos, pues en ese estudio se utilizaron un total de 32 variables para analizar un caso de infraestructura y ordenamiento territorial.

La matriz resultante de las 22 variables se elaboró en una nueva sesión de trabajo con un equipo conformado por un arquitecto, un abogado, una geógrafa y una ingeniera catastral, y los resultados se muestran en la Tabla 6.

Tabla 6: Calificaciones de las variables grupo de trabajo

	DAA	IDH	OAA	IUATL	IVHL	OAAS	IUTS	IVHS	CAT	ACT	IC	ICA	SGPA	VIGEN	PRE	NBI	POB	DPOB	CP	IPM	HEAB	ISA
DAA	0	3	0	3	3	0	3	3	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0
IDH	0	0	3	3	3	3	3	3	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0
OAA	2	0	0	3	3	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0
IUATL	0	3	0	0	2	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0
IVHL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OAAS	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0
IUTS	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IVHS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CAT	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	1	2	1	2	0	0	0	2	0	0
ACT	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	2	2	0	2	3	2	1	1	3	0	1
IC	2	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	1	3	3	0	2	0	0	0	2	1	2
ICA	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3	0	0
SGPA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0
VIGEN	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3	0	4	0	3	0	0	0	0	0	0	0
PRE	3	2	0	3	3	0	3	3	0	2	3	0	4	1	0	0	0	2	2	1	0	4
NBI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
POB	3	1	1	3	3	1	3	3	3	1	3	1	4	0	2	2	0	3	3	3	2	4
DPOB	1	3	1	3	3	1	3	3	2	2	2	1	0	0	3	2	0	0	0	2	0	0
CP	3	2	2	3	3	2	2	3	3	4	2	2	0	0	3	2	3	3	0	3	2	4
IPM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
HEAB	0	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4
ISA	0	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	4	4	0	0	4	0	0	0	4	3	0

Fuente: Creación propia

Esta matriz se incorpora en el software denominado MIC MAC y da como resultado un plano en donde se ubican cada una de las variables cascadas en cuatro grupos, dicho plano se encuentra en la Figura 3

Variables Clave: en este estudio diferente a lo que le ocurrió a Sarria et al (2009) no se encuentran variables en esta categoría.

Variables Autónomas: se encuentran las variables de vigencia de la actualización catastral, índice de calidad de agua, recursos del sistema general de participaciones, Inversión en el sector ambiental, Oferta anual de agua año lluvioso y oferta anual de agua año seco, de igual forma que la vigencia de la actualización catastral; estas corresponde a tendencias pasadas o inercias del sistemas, que no constituye una determinante para el mismo (Arango et al., 2013).

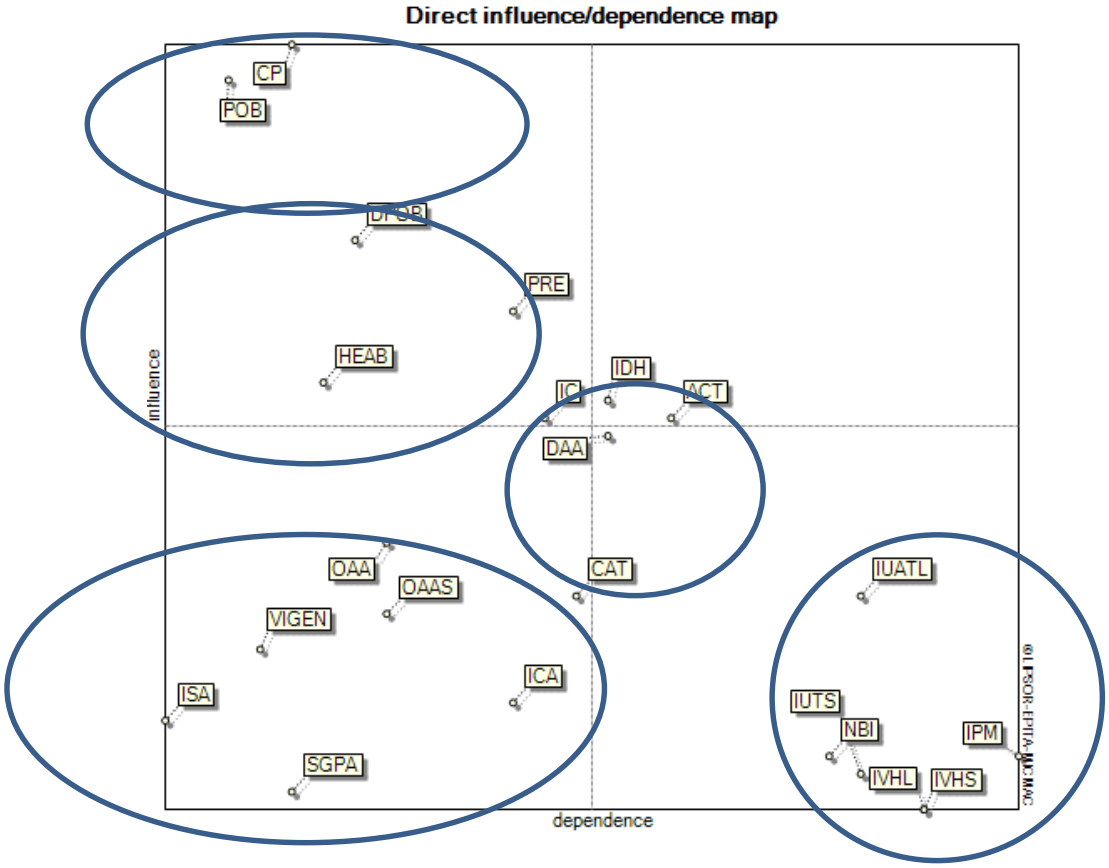

Figura 2: Gráfica de influencia dependencia variables
Fuente: creación propia Software MIC MAC

Variables Reguladoras: Dentro de esta categoría se encuentran los Ingresos corrientes, Demanda anual de Agua, índice de regulación hídrica y la vigencia de la actualización catastral, se consideran las variables que determinan el buen funcionamiento del sistema en condiciones normales (Arango et al., 2013).

Variables Resultado: dentro de esta categoría se encuentran el índice de uso de agua en tiempo lluvioso, el índice de uso de agua en tiempo seco, NBI, el índice de Vulnerabilidad al desabastecimiento en año seco y lluvioso, el índice de pobreza multidimensional y el índice de necesidades básicas insatisfechas, estas variables son indicadores descriptivos de la evolución del sistema. Se trata de variables que no se pueden abordar de frente sino a través de las que dependen en el sistema (Arango et al., 2013). Con el grupo de variables resultado serán las que se harán los análisis de dependencia espacial.

6.3.1 Análisis de la dependencia espacial de las variables resultado

De acuerdo a la información obtenida por método Mic Mac, se decide utilizar las variables con categoría de Variables Resultado, determinando de esta manera si existe alguna relación de dependencia entre unos y otros municipios que pueda evidenciar que requieren estar unidos para poder lograr tener indicadores positivos; las variables a analizar son necesidades básicas insatisfechas, índice de pobreza multidimensional, el índice de uso en año seco y lluvioso y el índice de vulnerabilidad al desabastecimiento año seco y lluvioso. Para realizar este ejercicio se acude al I de Moran que es obtenido con el uso del software Arcgis en su versión 10.2.

Con los resultados obtenidos que se muestran en la Tabla 7, Las hipótesis a contrastar con el uso del I-Moran fueron:

Ho: los datos de la variable en la región de Chingaza se comportan de forma aleatoria

Ha: Los datos de la variable en la región de Chingaza tienen autorocorrelación

Tabla 7: Valores del I-Moran

Indicador	I de Moran	Z-score	Varianza	P-Value
Índice de necesidades básicas insatisfechas NBI	0,57	5,53	0,10	0,00
Índice de pobreza multidimensional IPM	0,55	5,53	0,01	0,00

Indicador	I de Moran	Z-score	Varianza	P-Value
Índice de uso del agua en año seco	0,08	1,17	0,01	0,24
Índice de uso del agua año lluvioso	0,01	0,41	0,01	0,68
Índice de vulnerabilidad al desabastecimiento año seco	0,43	4,36	0,01	0,00
Índice de vulnerabilidad al desabastecimiento año lluvioso	0,20	2,25	0,01	0,02

Fuente: Creación propia I-Moran

Con los datos obtenidos a un nivel de significancia del 95% se rechaza la hipótesis nula y se comprueba que existe correlación espacial entre los datos de NBI, IPM, índice de vulnerabilidad al desabastecimiento año seco, índice de vulnerabilidad al desabastecimiento año lluvioso de los 31 municipios de la región.

De igual forma, con los datos obtenidos a un nivel de significancia del 95% se acepta la hipótesis nula y se comprueba que los datos del índice de uso del agua en año seco y el índice de uso del agua en año lluvioso, se pueden considerar aleatorios, es decir que el hecho de que un municipio tenga un bajo índice de uso del agua no tiene relación con el comportamiento de sus vecinos.

Al observar los resultados del I de Moran de las 6 variables resultado analizadas, se puede evidenciar que existe una fuerte correlación entre los 31 municipios estudiados, que se refleja en los índices de pobreza tanto el NBI, como el IPM, de igual forma que con los índices de vulnerabilidad al desabastecimiento de agua tanto en año seco como en año lluvioso.

Con el fin de comparar los resultados obtenidos en el Software Arcgis, se realizó el análisis de los mismos con el uso del Software Geoda que permite además determinar las correlaciones locales y la identificación de clúster o conjuntos de municipios con características similares los resultados se relacionan en la Tabla 8

Tabla 8: Calculo de continuidad espacial

Indicador	Bajo-Bajo	Bajo-alto	Alto-Alto	Continuidad espacial global
NBI	Zipaquirá, Cajicá, Chía, Tenjo, Cota, Sopó y Tocancipá		Junín Gachalá y San Juanito Anapoima, Apulo y Nocaima	si

Indicador	Bajo-Bajo	Bajo-alto	Alto-Alto	Continuidad espacial global
IPM	Zipaquira, Cajicá, Chía, Tenjo, Cota, Sopó y Tocancipá		Cumaral, Restrepo, Medina, San Juanito, Gachal y Junín.	si
Índice de uso del agua en año seco	NA	NA	NA	No
Índice de uso del agua año lluvioso	NA	NA	NA	No
Índice de vulnerabilidad al desabastecimiento año seco	NA	NA	NA	No
Índice de vulnerabilidad al desabastecimiento año medio				

Fuente: Creación propia a partir de información del software Geoda

En el Software Geoda, utilizando las mismas variables se identifican continuidades espaciales locales sobre de los índices de pobreza, representados en el NBI y el IPM; en ese sentido se puede considerar que los 31 municipios si tienen una relación directa que los identifica como integrantes de una región y que el hecho de estar cerca y unidos puede en mayor medida impactar de forma positiva sus indicadores de pobreza e incluso puede establecer también acciones que permitan reducir la vulnerabilidad al desabastecimiento de agua en años secos y lluviosos.

A manera de conclusión: teniendo en cuenta los datos citados en este apartado y los cálculos de las dependencia especial de las variables; se establecen como beneficiarios del servicio ecosistémico de agua potable del Sistema Chingaza en la categoría de municipios productores a Choachí, Cumaral, El Calvario, Fómeque, Gachalá, Guasca, Junín, Medina, Restrepo, San Juanito; y en la categoría de municipios consumidores a Anapoima, Apulo, Bojacá, Bogotá, Cajicá, Chía, Cota Facatativá, Funza, La Calera, La Mesa, Madrid, Mosquera, Soacha, Sopó, Tabio, Tenjo, Tena, Tocaima, Tocancipá, Zipaquirá, representados en la Figura 3:

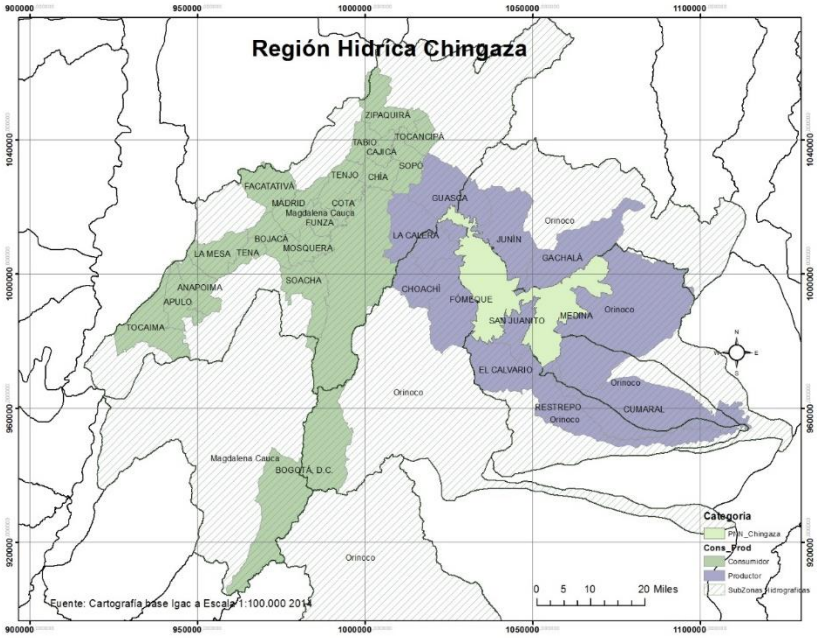

Figura 3: Región Hídrica
Fuente: creación propia sobre el software Arcgis 10.1 cartografía Base IGAC 2014

7. Análisis del estado actual del servicio ecosistémico

Es indispensable definir y analizar la sostenibilidad del servicio ecosistémico de abastecimiento de agua, por lo cual se debe conocer el estado actual del mismo, lo que además servirá para ampliar el conocimiento del problema presente en la región de trabajo evidenciando la necesidad de ejecutar acciones que permitan conservarlo, considerando que cuanto mayor sea la presión que se ejerce sobre este, menor será la capacidad de sustentar y sostener las necesidades de abastecimiento del recurso hídrico a las poblaciones futuras. (Almeida et al., 2007), en especial cuando se trata de una zona del país que alberga a la mayor parte de la población de nacional.

El análisis del estado actual del servicio ecosistémico se abordará desde las dimensiones ecológica, social e institucional; discriminando los factres relevantes que sirven para identificar el servicio ecosistémico y su relación con la población que conforma la región propuesta y las instituciones del Estado tiene algún grado de decisión sobre las problemáticas que afectan las zonas protegidas.

7.1 Dimensión ecológica

Para analizar la dimensión ecológica del servicio ecosistémico de agua potable extraída del Sistema Chingaza se realiza un balance oferta y demanda del recurso hídrico haciendo una comparación de cifras de los ENA 2010 y 2014; además se muestra la forma como se encuentran los indicadores de calidad de agua y se analizan los cambios de cobertura del suelo entre los años 2002 y 2009.

7.1.1 Determinación de las cuencas presentes en el estudio

Para determinar cuáles son las cuencas hidrográficas a analizar se realizó la superposición de los 31 municipios seleccionados en el capítulo anterior, con las zonas hidrográficas del IDEAM (2014) a escala 1:500.000, mediante la utilización de la herramienta de análisis espacial de superposición del Software Arc Gis 10.2. Como resultado de esta operación espacial se identifican las macrocuencas, zonas y subzonas hidrográficas que deben ser abordadas para la propuesta de regionalización.

El área de estudio comprende dos zonas hidrográficas, a saber: la macrocuenca del Orinoco y la macrocuenca del Magdalena Cauca. Sobre la primera, se aborda de manera específica la zona hidrográfica del Meta; mientras que en la segunda se hace lo propio en dos zonas hidrográficas, la del alto Magdalena y la del Medio Magdalena. (IDEAM, 2014).

En la Tabla 9 se muestra que porcentaje del área total de los 31 municipios está superpuesta en cada macrocuenca y en cada zona hidrográfica, así:

Tabla 9: Macrocuencas y Zonas hidrográficas

Macrocuencas	Porcentaje (%)	Zona Hidrográfica
Orinoco	55,12%	Meta (55,12%)
Magdalena Cauca	44,88%	Alto Magdalena (44,71%)
		Medio Magdalena (0.17%)

Fuente: Creación propia a partir de información del ENA 2010

Del mismo modo, en el área de Estudio (AE) se encuentra en 13 subzonas hidrográficas (SZH) de las cuales 7 cubren más del 95% de los 31 seleccionados. En la Tabla 10, se muestra que porcentaje del área total de los municipios se encuentra en cada una de las 7 subzonas hidrográficas más significativas por cobertura.

Tabla 10: Área de las Sub Zonas Hidrográficas en el estudio

Macrozona	Zona	Sub Zona Hidrográfica	Área (Ha)	% Cobertura
Magdalena Cauca	Alto Magdalena	Río Bogotá	340516,66770	39,66%
Orinoco	Meta	Río Guatiquía	124062,04974	14,45%
Orinoco	Meta	Río Guayuriba	98048,42940	11,42%
Orinoco	Meta	Río Humea	97448,56591	11,35%
Orinoco	Meta	Río Guavio	82697,99806	9,63%
Orinoco	Meta	Río Guacavía	70835,01102	8,25%
Magdalena Cauca	Alto Magdalena	Río Sumapaz	43133,01521	5,02%

Fuente: Creación propia a partir de información del ENA 2010

En la Figura 4 se muestran las subzonas hidrográficas en relación con los municipios que se han establecido como beneficiarios del servicio ecosistémico de agua potable del sistema Chingaza.

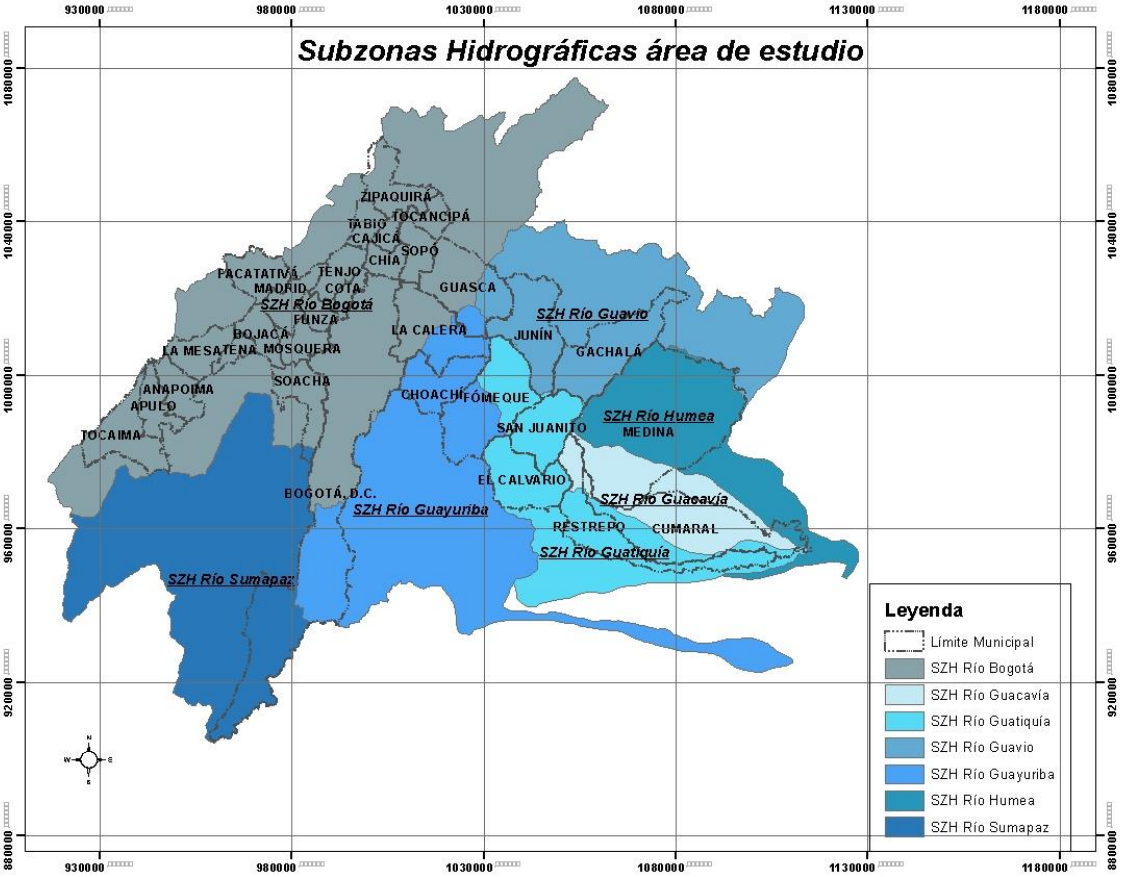

Figura 4: Subzonas hidrográficas de análisis
Fuente: estudio a partir de información de cuencas escala 1:100.000 IDEAM, cartografía Base IGAC 2014

7.1.2 Oferta y demanda de recurso hídrico en las cuencas

En este apartado se busca establecer la relación entre la oferta y la demanda del recurso hídrico en la región estudiada, la cual refleja el punto en el cual el impacto agregado de todos los usuarios menoscaba el suministro o la calidad del agua. (Mejía et al., 2015). Los estudios nacionales del Agua 2010 y 2014 presentan índices de sostenibilidad ya avalados por iniciativas de gran acogida, como los objetivos de desarrollo del milenio implementados por Naciones Unidas. Así por ejemplo, el índice de uso del agua, que se relaciona con la medición del objetivo de desarrollo del milenio No. 7, correspondiente al tema de Sostenibilidad Ambiental (CEPAL, 2009), muestra la relación entre la oferta y la demanda de agua, siendo así que para efectos de esta investigación no se generaron índices de sostenibilidad diferentes a los ya creados por iniciativas como la descrita.

7.1.2.1 Estudio nacional del agua 2010

Se analizaron los datos del Estudio Nacional de agua (ENA) del año 2010 de oferta en años secos y medios, de igual forma la demanda dentro de las 7 Subzonas hidrográficas seleccionadas y la demanda y oferta de agua en años secos y medios para cada uno de los 31 municipios.

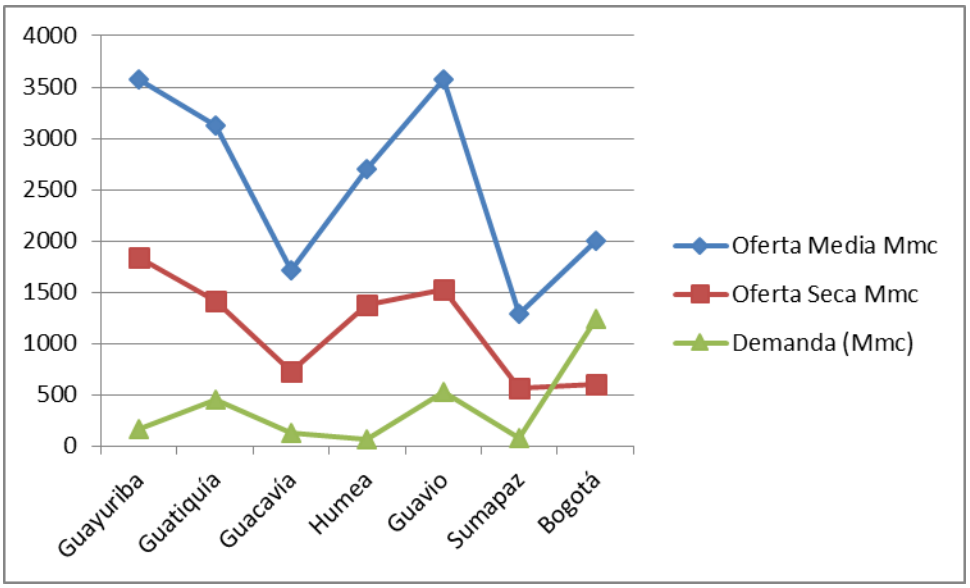

Figura 5: Oferta y Demanda de Agua Sub zonas hidrográficas
Fuente: creación propia a partir del Estudio Nacional del agua año 2010

En la Figura 5 se observan las curvas de oferta año medio y seco, las cuales, comparadas con la demanda en millones de metros cúbicos –Mmc-, demuestran que existe una enorme demanda de agua en la cuenca del río Bogotá frente a una menor presión por el recurso, en las cuencas del Guayuriba, Guacavía y Sumapaz. Adicionalmente se observa que en la cuenca del Río Bogotá, la demanda en los años secos supera en dos veces la oferta y solo esta cuenca tiene demandas superiores a la oferta, inclusive en años secos. Por lo tanto, se puede inferir que la oferta de agua en la subzona hidrográfica del río Bogotá, no puede cubrir la demanda generada.

El IDEAM (2010) tiene datos de la oferta y demanda del recurso a escala municipal, información que no se encuentra disponible en el IDEAM (2014). Utilizando la información

del primer estudio, se realizó una comparación a través de la espacilización de la información que se encuentra en las figuras 6, 7 y 8; en las que se representan en gamas del Rojo al Verde los valores de oferta y demanda de agua en los municipios, siendo los rojos los valores considerados críticos por altos o bajos y los verdes los valores considerados positivos.

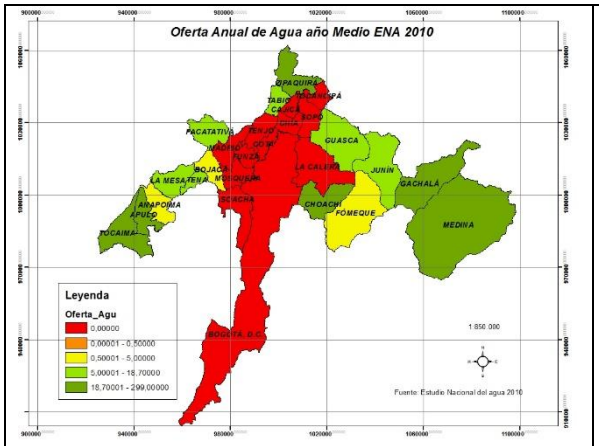

Figura 6: Oferta Anual de Agua ENA 2010

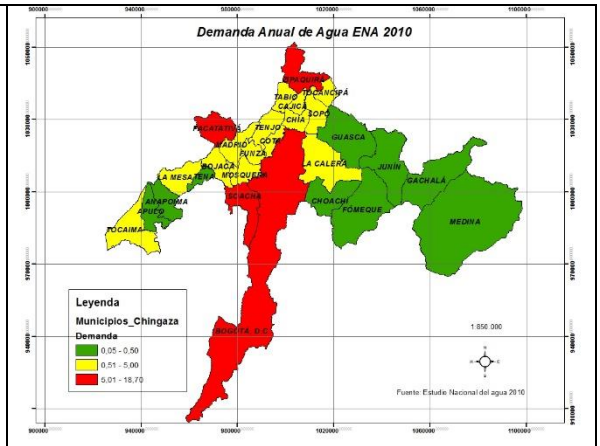

Figura 7: Demanda Anual de Agua ENA 2010

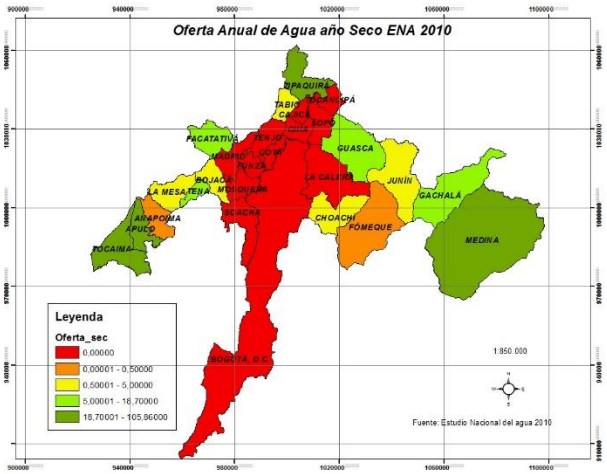

Figura 8: Oferta Anual de Agua ENA 2010
Fuente: creación propia a partir de información del ENA 2010 y cartografía base IGAC escala 1:100.000

En la Figura 6, la oferta anual de agua en año medio se representa en valores que van desde el 0 hasta los 299 Mmc[2] de agua en 5 rangos así: Rango (1) representado en color rojo que corresponde a doce municipios que no tiene oferta de agua superficial incluyendo

[2] Millones de Metros cúbicos

aquellos que toman el agua de pozos profundos; tales como Tenjo, Cota y Tabio en Cundinamarca y están incluidos Bogotá y Soacha cuya demanda anual representan los mayores valores.

El rango (2) está comprendido entre los valores (0,1Mmc-0,5 Mmc), estaría representado con el color naranja y no tiene municipios; mientras que el rango (3), representado en color amarillo, presenta valores que oscilan entre (0,51 -5 Mmc) y cuenta con tres municipios; de los cuales destaca Bojacá, donde la oferta y la demanda anual pertenecen al mismo rango.

El rango (4) está comprendido entre los (5 Mmc-18,7 Mmc) y cuenta con un total de siete municipios y está representado en color verde claro. En este rango se destaca Facatativá, que de acuerdo a la figura 7, está en el mismo rango respecto de la demanda anual de agua; por lo cual su balance es casi cero, es decir que tiene tan solo el agua que necesita.

Por último, el rango (5) representado en color verde oscuro, con ocho municipios, los valores oscilan entre (18,7 Mmc, 299Mmc), que son los municipios que más ofertan agua y, comparados con la figura 7, presentan menos demanda.

Con el fin de comparar los datos de las ofertas en años medios y secos se establecen los cuatro rangos iniciales iguales a los de la oferta en año medio, como se estableció en la Figura 6; no obstante, en la Figura 8, el rango cinco difiere, pues los valores oscilan entre (18,7 Mmc, 105,4 Mmc). Con esta clasificación en el rango (1) se ubican doce municipios, en el rango (2) se encuentran dos municipios, en el rango 3 se encuentran cinco municipios, en el rango (4) se encuentran cuatro municipios, y en el rango cuyos valores oscilan entre (18,7 Mmc, 105,4 Mmc), es decir el último rango, se encuentran cinco municipios.

Así las cosas, se puede concluir que en el quinto rango pasamos de tener seis municipios a contar con cinco, en el rango (4) se pasó de tener siete a contar solo con tres y en los rangos con menores ofertas, aumentaron el número de municipios. En el rango (3) se pasa de contar con tres a tener cinco, y en el rango 2 se pasa de no tener municipios a tener

dos. Otro hecho significativo es el cambio del intervalo del rango(5), lo que significa que disminuye de 299Mmc a 105Mmc al año.

Por otro lado, la demanda de agua representada en la Figura 7 cuenta con tres intervalos así: en el rango(1) se encuentran diez municipios y sus límites coinciden con los del rango(2) de las ofertas de agua; en el rango (2) se encuentran diez y seis municipios y sus límites coinciden con el rango (3) de la oferta de agua; y en el rango (3) cuyos límites oscilan entre (5,1-180 Mmc) se encuentran cuatro municipios; entre los que están Soacha y Bogotá, pues claramente son los que más demanda del recurso hídrico presentan.

Del análisis de las Figuras 6,7 y 8 se concluye que los municipios con muy baja oferta anual de agua en año medio y que tienen una alta demanda son Bogotá y Soacha, los cual nos prueba que el crecimiento de las ciudades no considera la disponibilidad de servicios ecosistémicos, en especial el agua para consumo humano.

Las cifras observadas también nos revelan municipios que tienen una gran oferta y una demanda baja, como Medina, Apulo y Anapoima. Sin embargo, este dato debe ser analizado en detalle respecto de los dos últimos municipios, pues si cuentan con oferta de agua cuál sería entonces la motivación para que la EAAB hubiera solicitado dentro de la concesión de aguas permiso para realizar un convenio de suministro de agua con estos dos municipios.

En conclusión: "… *El crecimiento actual de la nación ha congregado la demanda hídrica sobre regiones donde su oferta es escasa y en las cuales los procesos de crecimiento poblacional amplifican la presión sobre un recurso que ya registra altos requerimientos para mantener la estructura socio-económica instalada*…" (Dominguez. et al., 2008, p. 196).

7.1.2.2 Estudio nacional del agua 2014

El estudio nacional del agua IDEAM (2014), tiene información actualizada de la oferta, demanda y calidad del agua sólo en las escala de las subzonas hidrografícas; en este sentido

este apartado se trabajará solo con los datos de las siete subzonas hidrográficas seleccionadas.

Lo primero que se realizó fue comparar los datos del IDEAM (2010) y del IDEAM (2014) con el fin de establecer los cambios que hayan sufrido las subzonas hidrográficas en este periodo. Para ello se realizaron cuatro gráficos en donde se comparan la oferta anual de agua en la año seco y medio y los índices de uso de agua en años secos y medios.

En la Figura 9 se muestra que para los cálculos del IDEAM (2014) se considera que seis subzonas hidrográficas hoy tienen mayores ofertas de agua en años secos respecto de los cálculos del IDEAM (2010); ya que la séptima subzona hidrográfica incluida en este estudio, correspondiente a la cuenca del Río Guayuriba, presentó una disminución del 3%.

El mayor aumento de oferta lo tuvo el Río Guacavía (58%), lo sigue el Río Humea (46%), y el Bogotá (41%), la cuenca del Guavio (32%), el Guatiquía (23%) y el menor aumento lo tuvo el Sumapaz (18%). La suma de las ofertas de agua de todas las cuencas tuvo un aumento del 27% que corresponde a 2154 Mmc.

Respecto de oferta anual de agua en años medios representada en la Figura 9, la subzona hidrográfica del Río Bogotá muestra una disminución del 16%, frente a aumentos en las demás cuencas (Guayuriba 56%, Guatiquía 42%, Sumapaz 39%, Guacavía 35%, Humea y Guavio 26%). Por lo tanto el valor consolidado del aumento en los años medios de las cuencas analizadas es de 32%.

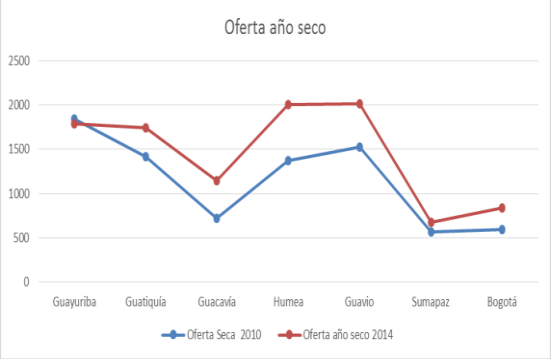

Figura 9: Oferta de agua año seco ENA 2010/2014

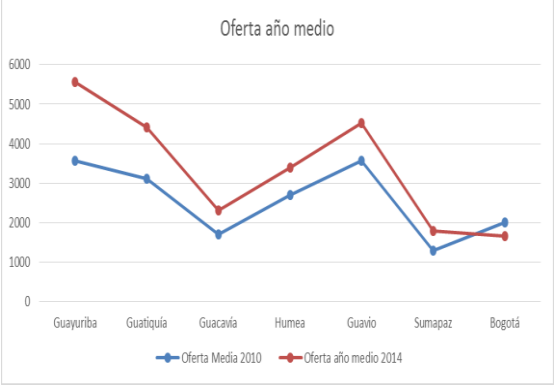

Figura 10: Oferta de agua año medio ENA 2010/2014

Figura 11: índice de uso de agua año seco

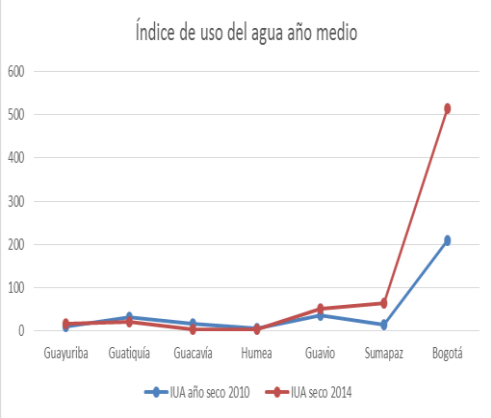

Figura 12:índice de uso de agua año medio

Fuente: creación propia a partir de información de los ENA 2010 Y ENA 2014

En la Figura 11 y la Figura 12 se representan los índices de uso del agua cuyo cálculo consiste en la relación de la oferta anual de agua con demanda de agua. Estos índices disminuyeron en las subzonas hidrográficas de Guacavía (medio -87%, seco -88%), Guatiquía (medio-47%, seco -38%) y Humea (medio-55%, seco-61%). Con esta cifra es importante considerar que la demanda de agua tuvo una disminución en el Guacavía del 82%, Humea del 43%, y del Guatiquía del 24%.

Por otro lado se presentó un aumento considerable en el índice de uso del agua en las subzonas hidrográficas Guayuriba (medio 10%, seco77%), en el Guavio (medio 53%, seco47%), en el río Bogotá (medio 318%, seco 1475%) y en el Sumapaz del (medio 271%, seco 366%). Para esta cifra es importante considerar que la demanda de agua del Río

Guayuriba aumento en un 72%, la del Guavio en un 94%, la del Sumapaz en un 416% y la del Bogotá en un 416%.

Es de notar que los aumentos considerable del uso en la subzona hidrográfica del Río Bogotá y la disminución de la demanda del río Guatiquía se explican en el hecho de que el agua de trasvase no se cuenta dentro de la demanda de la subzona hidrográfica del Guatiquía si no del Bogotá. De acuerdo con el IDEAM 2014*"…Aunque dentro del concepto de uso, en ENA 2014, una extracción (trasvase) debe considerarse como una demanda, en el agregado nacional este volumen estaría ya incluido en la demanda de agua de sectores que usan este recurso en la subzona que recibe el agua trasvasada…"* (IDEAM, 2014, p. 173)

Después de hacer a la comparación de las cifras del IDEAM (2010) y el IDEAM (2014), se procede a realizar la comparación de los datos de año seco y año medio dentro del IDEAM (2014) tal como se observa en la Figura 13, de esta forma, las cifras de esa variable indican que la subzona con mayor disminución de oferta en año seco es la SZH del Río Guayuriba cuya disminución es del 68%, seguida por el Sumapaz con un 62%, Guatiquía con un 61%, Guacavía y Bogotá con un 50% y el que tiene menor disminución es SZH Humea que merma su oferta en un 42%.

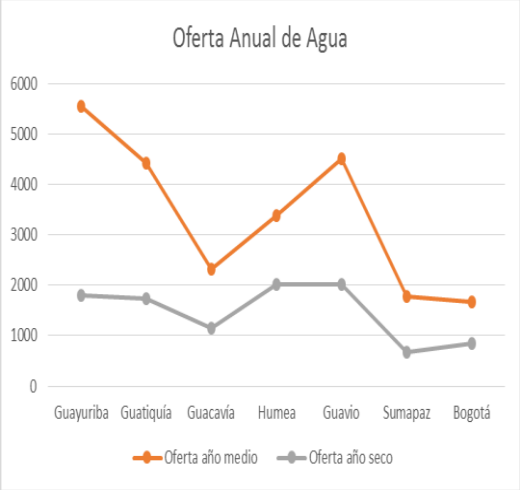

Figura 13: oferta anual de agua ENA 2014

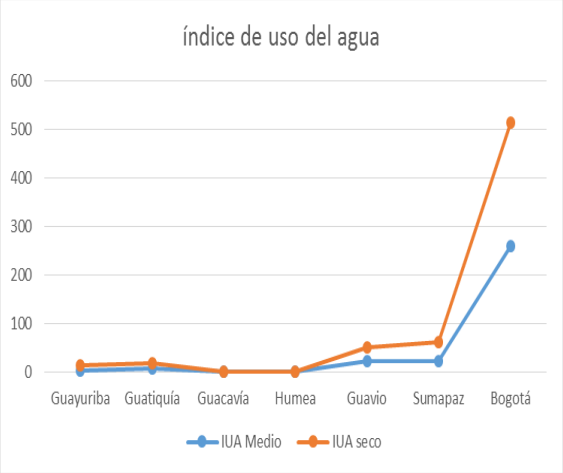

Figura 14: Índice de uso del agua ENA 2014

Fuente: creación propia a partir de información del ENA 2014

En la Figura 14 se representa el índice de uso de agua, evidenciando que la subzona hidrográfica con mayor índice de uso del agua es la perteneciente a la subzona del Río Bogotá. El uso de agua en esta SZH en los años medios corresponde a más del doble de la disponibilidad de este recurso (259.17Mmc); mientras que en los años secos el panorama es un tanto más desalentador toda vez que es más de cinco veces la oferta de sus recursos hídricos. Por otra parte, la SZH del Río Sumapaz reporta un índice de uso del agua del 23,9% en año medio y del 63,96% en año seco, siendo estas dos subzonas las que tienen mayor uso del recurso respecto de su recurso disponible.

Las subzonas con menor índice de uso del agua corresponde al río Guacavía, Humea, Guayuriba y Guatiquía no superando el 8% del total de la oferta anual en los años medios ni el 20% en los años secos. En este sentido se puede decir que estas subzonas tienen recursos disponibles que dan pie para ser utilizados con el fin de continuar garantizando la sostenibilidad del servicio ecosistémicos de abastecimiento de agua de Bogotá y los municipios de su área de influencia, lo cual permite garantizar el acceso al agua.

Es importante calcular indicadores respecto del estrés hídrico y la sostenibilidad del agua. En ese sentido, la oferta disponible de la SZH del río Bogotá (veintiún municipios consumidores) en año medio respecto de la población, hoy indica que existe una oferta de agua disponible per-cápita de aproximadamente de 179 m3 al año; menor al nivel de

referencia de 500 m3/ año por habitante , que indica escasez hídrica absoluta, lo cual es una muestra de una crisis del agua, tal como lo indica Domínguez et al (2008) quien considera que existe una crisis de facto del agua cuando se llega al valor mencionado de acuerdo al indicador de Falkenmark (Mejía et al., 2015).

La oferta total de las siete subzonas en año medio es de 23.660 Mmc y en año seco es de 10.210 Mmc, presentándose así una disminución del 57% respecto al IDEAM (2010). Al calcular con estos datos el índice de Falkenmark, se estima en 1.090 M3 per cápita para año medio. De esta forma se evidencia que la oferta se encuentra en el rango de estrés hídrico medio (1000-5000), pero muy en el limbo de Escasez de agua crónica (falta de agua para el desarrollo económico y humano) (entre 500-1000), (Mejía et al., 2015); más aun, considerando que el cálculo se hizo solo con los habitantes de los 31 municipios del estudio, cuya área total no coincide con el 100% del área de las subzonas hidrográficas. Por lo tanto, se puede concluir que con el crecimiento poblacional en la zona de estudio, en un futuro no muy lejano, la sostenibilidad del recurso sea cada vez menor porque nos acerca os peligrosamente al rango de escasez crónica.

7.1.3 Calidad del recurso hídrico

Respecto a la calidad del recurso hídrico el (ENA 2010) y (ENA 2014) presenta índices como la demanda biológica de oxigeno –DBO- y la demanda química de oxigeno –DQO- que hacen parte de los indicadores ambientales avalados para evaluar la sostenibilidad en el área temática de calidad de agua (CEPAL, 2009), de tal manera que en este apartado se utilizará dicha información.

7.1.3.1 Calidad del agua en ENA 2010

Dentro de este estudio se encuentran las cifras específicas de DBO Y DQO de las subzonas hidrográficas con mayores presiones. De las siete cuencas del estudio se consideran tan solo dos Subzonas hidrográficas con altas presiones la del río Bogotá, la cual registra 135.525 toneladas de DBO y 375.743 Toneladas al año de DQO y la del río Guatiquía con 10.982 toneladas al año de DBO y 28.623 Toneladas al año de DQO. Las demás subzonas analizadas se consideran con bajas presiones de estos dos indicadores y dentro del estudio no

se calcularon los datos específicos, es importante además anotar que los datos de la SZH del río Bogotá son los más altos dentro de las 41 SZH analizadas.

7.1.3.2 Calidad en el estudio nacional del agua 2014

Para el año 2014, el estudio nacional del agua hace una ampliación de la información y se encuentran datos concretos de DBO y DQO en todas las SZH. A diferencia del ENA 2010, en el nuevo estudio se calcula el índice de Sólidos Suspendidos Totales SST. En la Figura 15 se puede apreciar la DBO calculado el ENA 2014, para as SZH objeto de análisis.

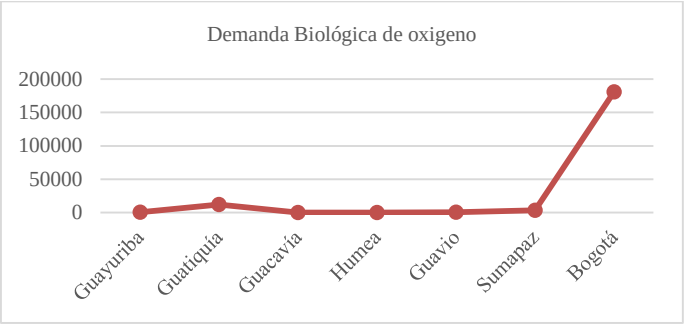

Figura 15: Demanda biológica de oxigeno
Fuente: Estudio Nacional de Agua 2014

Como se puede apreciar, la subzona hidrográfica con más carga contamínate es la del río Bogotá, siendo esta demanda superior en 15 veces a la de la subzona del Guatiquía, 57 veces la del Sumapaz, 360 veces la del Guayuriba, 966 veces la del Guavio, 1658 veces la del Humea; siendo esta última la menos contaminada de las siete subzonas. La SZH del Río Guacavía no registra datos para estas variables.

La suma de las cargas contaminantes de las seis subzonas hidrográficas diferentes al río Bogotá tiene una proporción de menos del 9% de la carga contaminante que tiene Bogotá. Así mismo, la información de DBO comparativamente entre los años 2010 y 2014 particularmente en la zona del río Bogotá tuvo una variación de 15.000 toneladas en el año lo cual equivale a un aumento de carga contaminantes del 9,1% aproximadamente.

En la Figura 16 se presenta la DQO y nuevamente la SZH del Río Bogotá es la más contaminada, superando 12 veces la carga de la SZH del Guatiquía, 37 veces la del Sumapaz,

523 la del Guayuriba, 1291 la del Guavio, 2440 la del Humea siendo esta última la de menor carga, considerando que la subzona del Guacavía no tiene datos calculados para esta variable.

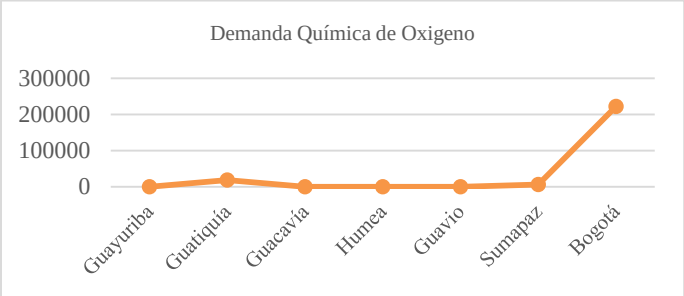

Figura 16: Demanda química de oxígeno
Fuente: Estudio Nacional de Agua 2014

Una comparación del DQO entre los estudios del 2010 y del 2014, nos puede llevar a concluir que hubo una disminución del 69% de esta contaminación puesto que se redujo en 153.000 toneladas al año.

En la Figura 17 se muestra que la relación de los sólidos suspendidos totales de la SZH del Río Bogotá es 12 veces las del Guatiquía, 90 veces la del Sumapaz, 247 veces la del Guayuriba, 633 veces la del Guavio y 1041 veces la del Humea, para el caso del Guacavía los datos no están disponibles. El resultado de sumar los sólidos suspendidas de todas las SZH es superado en 9 veces por el valor de este mismo indicador en la SZH del Río Bogotá.

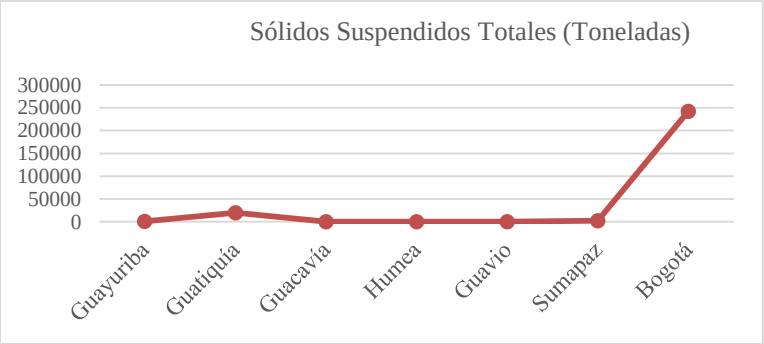

Figura 17: Sólidos suspendidos totales
Fuente: Estudio Nacional de Agua 2014

Los estudios nacionales del agua cuentan además con el indicador potencial de la calidad del agua –IACAL-. Este indicador refleja la presión de las cuencas dadas las cargas contaminantes presentes en el agua, y mide el peso que tiene la presencia de población, sector cafetero, industrial, sacrificio y otros sectores determinando la categoría de las cargas contaminantes de DBO, DQO Y SST, NT, PT estableciendo jerarquías para estos valores y determinando el valor compuesto del IACAL. En la Figura 18 se muestran los datos para las siete SZH estudiadas.

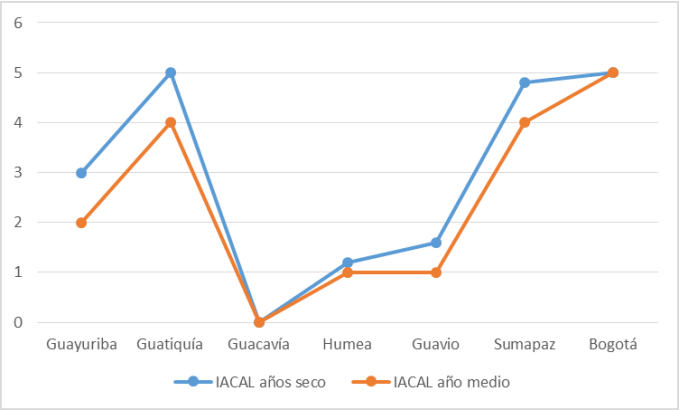

Figura 18: IACAL por SZH
Fuente: Creación propia a partir de datos del Estudio Nacional del Agua año 2014

Para año seco las subzonas con mayores presiones son la del río Bogotá y la del Guatiquía con un valor de (5). La SZH del Sumapaz tiene presiones muy cercanas al valor de la SZH del Bogotá (4,8), la subzona del Guayuriba tiene un valor de (3), y el Humea y Guavio de (1,6-1,8), el Guacavía no tiene datos de este indicador.

En año medio la presión sobre la subzona del río Bogotá se mantiene en (5), mientras que la del Guatiquía disminuye a (4), y se iguala con la del Sumapaz; la del Guayuriba disminuye a (2) y la del el Humea y Guavio se encuentran en (1).

En ese sentido la SZH del río Bogotá, cuenta con las más altas presiones pues su IACAL es el mayor tanto en año medio como en año seco. De igual forma se evidencia que la SZH del río Guatiquía tiene un IACAL también alto, lo cual se puede asociar a las presiones que se generan en Villavicencio por aguas servidas y en las áreas de cultivo del

Departamento del Meta. Otra cuenca con altas presiones es la del Río Sumapaz que se encuentra en los niveles altos de ambos indicadores en periodos secos y en periodos medios.

Las SZH de los ríos Guacavía, Humea y Guavio se consideran con muy bajas presiones sobre la calidad del recurso, mientras la cuenca del río Guayuriba tiene una presión media y para el río Guacavía no se encuentran disponibles los datos.

Corolario de lo anterior se puede afirmar que la cuenca que requiere de más esfuerzos para potabilizar el agua para el consumo humano o para otros usos es la del río Bogotá, pues como se evidenció, se trata de la cuenca que más toneladas de cargas continentes está recibiendo al año. Es decir que si se tiene en cuenta el indicador de uso de agua que señala la cantidad de metros cúbicos de agua por habitante que produce la cuenca y los indicadores de calidad de agua, se puede concluir que este servicio ecosistémico es insostenible en la SZH del Río Bogotá, puesto que no solo la demanda es alta sino que además la poca oferta del recurso se encuentra altamente contaminada.

7.1.4 Dinámica de la Cobertura del suelo en la zona aledaña al PNN Chingaza

Los cambios en el uso de la tierra afectan el ciclo del agua, puesto que varían factores como la retención de agua en el suelo, la evapotranspiración, de igual forma que los índices de infiltración y la cantidad de escorrentía y el tiempo de la misma (Mejía et al., 2015).

Obedeciendo este criterio se analizó la cobertura del suelo en el año 2002 y en el año 2009 elaborada con metodología Corine Land Cover, adaptada para Colombia por el IDEAM. Se utilizarán los segundos niveles de las coberturas identificadas, clasificación que permite identificar el cambio de coberturas de Bosques a otros usos.

7.1.4.1 Cobertura del suelo periodo 2000-2002

La cobertura del suelo del suelo para el periodo 2000-2002 fue superpuesta con el área de estudio mediante el uso de la herramienta de Arcgis denominada “clip”, resultado

que se puede observar en la Figura 19, que muestra el nivel dos (2) de la metodología de clasificación:

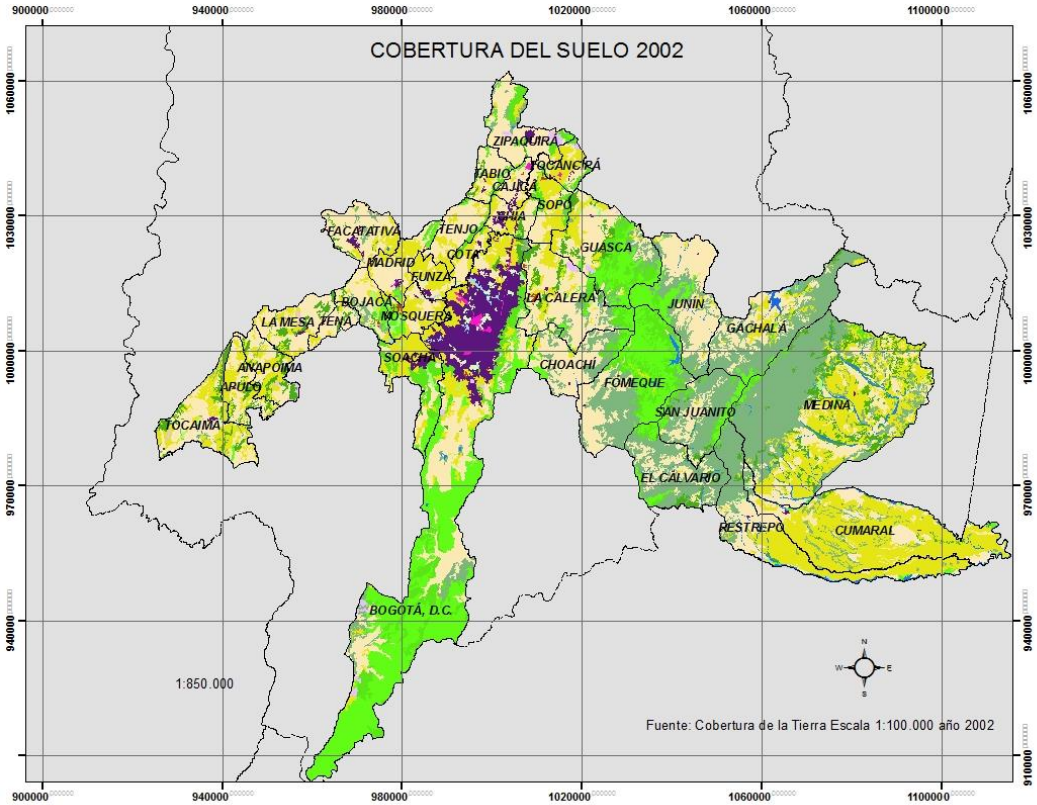

Figura 19: Mapa de Cobertura del Suelo año 2002
Fuente: Creación propia a partir de información de cobertura de la tierra IGAC 2002 Escala 1:100.000

Leyenda

Cobertura_2009_todos

	Zonas Verdes Urbanas	Bosques
Sin Clasificar	Cultivos Transitorios	áreas con vegetación Herbácea
Zonas Urbanizadas	Cultivos Permanentes	Áreas abiertas sin o con poca vegetación
Zonas Industriales	Pastos	áreas húmedas continentales
Zonas de extracción Mineras	Áreas Agricolas Heterogeneas	Aguas Continentales

Para el periodo 2000-2002 los municipios objeto del análisis contaban con las coberturas relacionadas en la Tabla 11.

Tabla 11: Cobertura del suelo año 2002

Clasificación	Área(Ha)		% Cobertura
Sin clasificar	4.087		0%
Territorios artificalizados	37.531,4		4%

Clasificación	Área(Ha)		% Cobertura
Territorios agrícolas	452.638,7		53%
Bosques o áreas seminaturales	352.566,3		41%
áreas húmedas	1.392,6		0%
superficies de agua	10.458,5		1%
Total	858.674,5		100%

Fuente: este estudio superposición de información cartográfica

La cobertura con mayor significancia en el área concierne a los territorios agrícolas, correspondiendo al 53% del área total de los 31 municipios analizados. En esta misma categoría, pero aumentando el nivel de detalle de la clasificación, se encuentran 6.141 ha. en cultivos transitorios; 9.511 ha. en cultivos permanentes, 187.800 ha. en pastos y 249.186 ha. en áreas agrícolas heterogéneas. Siendo esta última cobertura la más significativa en el área.

Los municipios en el área del PNN Chingaza tienen menos proporción del territorio en bosques o áreas naturales con un 35% de su cobertura, cuentan con más áreas agrícolas pues registran un 57%; un porcentaje menor de territorios artificializados con un 2%, y un 2% de superficies de agua. Es decir que sus territorios son más rurales, cuenta con más agua y menos espacios artificiales construidos. Así mismo, 19% de áreas con vegetación herbácea o arbustiva se encuentra al interior del PNN Chingaza. Por lo tanto, de acuerdo con la normatividad actual, estos municipios cuentan con menores ingresos, en tanto que las rentas propias, que dependen de los impuestos de industria y comercio y predial, están asociados a un mayor índice de territorios artificializados.

Acorde con Oyarzún et al. (2005) la conversión de los bosques nativos a otros usos de suelo como agricultura y plantaciones, afectan el abastecimiento de agua de manera significativa, y estas variaciones del recurso pueden afectar el normal funcionamiento del ecosistema y de contera la producción de agua potable.

7.1.4.2 Cobertura del suelo periodo 2005-2009

El mapa de coberturas la zona que se muestra en la Figura 20 muestra las categorías a nivel 2 la clasificación Corine Land Cover presentes en los 31 municipios:

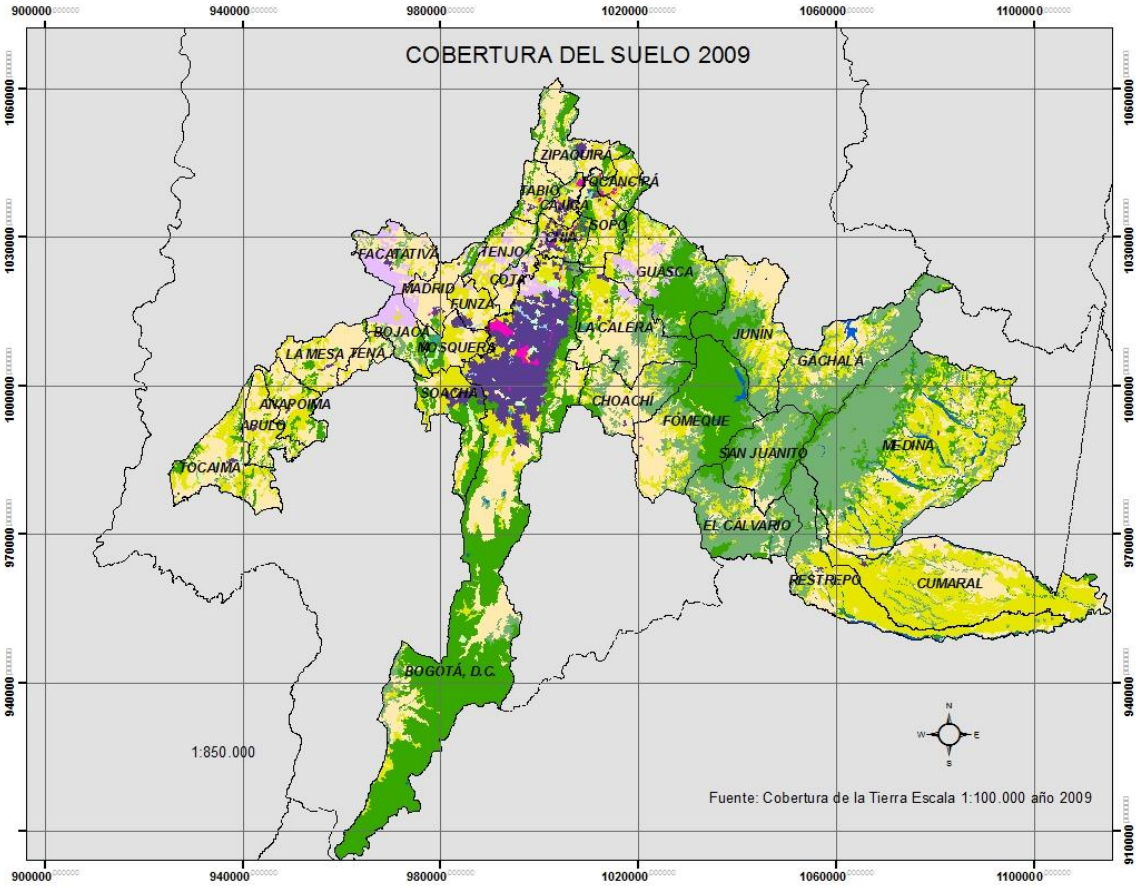

Figura 20: Mapa de Cobertura del Suelo año 2009
Fuente: Creación propia a partir de información de cobertura de la tierra IGAC 2009 Escala 1:100.000

Leyenda

Cobertura_2009_todos

- Sin Clasificar
- Zonas Urbanizadas
- Zonas Industriales
- Zonas de extracción Mineras
- Zonas Verdes Urbanas
- Cultivos Transitorios
- Cultivos Permanentes
- Pastos
- Áreas Agricolas Heterogeneas
- Bosques
- áreas con vegetación Herbácea
- Áreas abiertas sin o con poca vegetación
- áreas húmedas continentales
- Aguas Continentales

Para el periodo 2005-2009 el comportamiento de las coberturas a nivel 1 de la clasificación de Corine Land Cover se muestra en la Tabla 12

Tabla 12: Cobertura del suelo año 2009

Clasificación	Área	% Cobertura
Territorios agrícolas	432459	50,36%
Bosques o áreas seminaturales	347655	40,49%
Territorios artificalizados	46381	5,40%
superficies de agua	10437	1,22%
áreas húmedas	1047	0,12%
Sin clasificar	20694	2,41%

Fuente: Este estudio a partir de información cobertura del suelo IDEAM 2009

Entre el periodo entre el 2002 y el 2009 existe un aumento de cobertura de territorios artificializados debido principalmente al aumento de las zonas industriales y de las zonas urbanas, este cambio principalmente se presentó en la zona de los municipios consumidores de agua, puesto que en los productores fue tan solo de 355 ha, frente a una variación total en de 7.244 ha. en los municipios consumidores. En estos últimos disminuyeron además las áreas cubiertas con usos agrícolas, pese a que existió un aumento en las áreas de pastos de aproximadamente 15.000 ha.

Las zonas de bosques naturales disminuyeron en un porcentaje del 1,39% de las que originalmente se tenían en el año 2002, y esta disminución se presentó principalmente en los municipios aledaños a Chingaza en donde aumentaron los territorios agrícolas en 985 Ha y se disminuyeron las áreas de Bosques en 4300 Ha aproximadamente; por lo tanto en estas zonas existe una ampliación de la frontera agrícola en desmedro de la presencia de bosques y coberturas naturales.

Respecto del PNN Chingaza propiamente dicho, en el año 2009 existe un porcentaje mayor de cobertura de bosque y áreas naturales que aumentó en 418 Ha, se disminuyeron los usos agrícolas y las superficies de agua tuvieron un aumento de un poco más de 30Ha en este periodo. Por lo tanto se puede inferir que la figura del PNN ha permitido que se conserven las coberturas necesarias para la prestación del servicio ecosistémico de abastecimiento de agua.

7.1.4.3 Cambio en la cobertura del suelo entre el 2002 y el 2009

A fin de analizar las eventuales amenazas que pueden significar el cambio en la cobertura del suelo para el PNN Chingaza, se hizo un análisis de los 31 municipios objeto de estudio, para ver cuánto se ha ampliando la frontera agrícola o dónde se están teniendo cambios de cobertura que puedan afectar la dinámica del Parque Nacional Natural.

Con esta clasificación se realizó el cruce de las capas para identificar los principales cambios en la cobertura del suelo en los 31 municipios analizados. Solo dentro del nivel 1 de la clasificación de Corine Land Cover se evidenció un cambio de 97.956 Ha de cobertura siendo las que más sufrieron cambios las áreas de territorios agrícolas y los territorios con áreas seminaturales como se puede notar en la Tabla 13. No obstante, es probable que el cambio en los territorios agrícolas de 27.362 Ha a bosques se deba a un error en la clasificación del 2002.

Dado que el interés del estudio es la conservación del agua para el consumo humano y que esta tiene relación directa con la existencia de coberturas naturales de Bosques y de herbazales, es preciso mencionar que estas coberturas intervienen en el ciclo del agua. Así por ejemplo, una cuenca hidrológráfica cubierta con bosque puede presentar una evapotranspiración que supera en un promedio de 170 mm al año a la de una cuenca equivalente pero deforestada (Balvanera, 2012).

Tabla 13: Cambios de cobertura entre el 2002 y 2009 Nivel 1 CLC

	No clasificado	Territorios artificializados	Territorios agrícolas	Territorios y áreas seminaturales	Áreas húmedas	Superficies de agua	Total
no clasificado	0	112	2.520	1129			3.761
territorios artificializados	623	0	1.111	162	15	0,05	1.911,05
territorios agrícolas	17.014	9.741	0	27.362	407	1.131	55.655
territorios y áreas seminaturales	2.731	591	30.407	0	26	408	34.163
áreas húmedas	0	318	382	79	0	63	842
superficies de agua	0	0	1054	520	50	0	1624
	20368	10762	35474	29252	498	1602,05	97956,05

Fuente: Este estudio a partir de información de coberturas Corine Land Cover 2002 y 2009 IDEAM

La cobertura de territorios y áreas seminaturales tuvo una disminución de en un total de 30.407 Ha, probablemente estas zonas se han destinado a áreas agrícolas; lo cual evidencia una expansión de la frontera agrícola sobre el PNN. Para comprobar tal hipótesis se analizaron las áreas específicas de cambio en los municipios con territorios sobre Chingaza, encontrando los resultados relacionados en la Tabla 14:

Tabla 14: Cambio de Cobertura 2002_2009 Municipios Chingaza

	Total (Ha)	Territorios artificializados (Ha)	áreas agrícolas (Ha)	Bosques y áreas seminaturales (Ha)	Áreas húmedas (Ha)	superficies de agua (Ha)	sin clasificar (Ha)
sin clasificar	81						
Territorios artificializados	83						
áreas agrícolas	19.287	548		17.208	44	1.018	467
Bosques y áreas seminaturales	21.884	119	21.350			358	56
Áreas húmedas	346		225	56		63	
superficies de agua	1.530		1.044	435	50		

Fuente: Cambios de cobertura 2002 al 2009

El mayor cambio de cobertura en los municipios del PNN es bosques a áreas agrícolas; en este caso se encuentran 21.350 Ha.

En la Tabla 15 se presentan los cambios de Bosques a otros usos. Los municipios que han tenido más cambios a cultivos son Medina y Fómeque que también son los que presentan mayores extensiones de territorio y mayor área sobre el PNN Chingaza.

Tabla 15: Cambio de Bosques a otros usos en los Municipios de Cundinamarca con área en Chingaza

Municipio	Cambios	Original	Cambio
Fómeque	6.316	Bosques	Cultivos
Choachí	747	Bosques	Cultivos
Junín	1.806	Bosques	Cultivos
Medina	5.188	Bosques	Cultivos
La calera	1.317	Bosques	Cultivos
Gachalá	1.688	Bosques	Cultivos
Total	17.062	Bosques	Cultivos
La calera	119	Bosques	Minería

Fuente: Este estudio a partir de cruce de capas de cobertura del suelo 2002-2009

Dados estos resultados se decidió realizar el cruce de las capas de cobertura de la tierra de los años 2002 y 2009, con el área del PNN Chingaza para determinar si el área protegida sufrió algún cambio en la cobertura en especial de las áreas naturales que son el ideal de conservación de esta figura. De este cruce de información se notó que tuvieron cambios de 2098 Ha. siendo las áreas con vegetación herbácea y arbustivas las que tuvieron mayores transformaciones con un área de 837 Ha. Se determinó también que las áreas de bosques y áreas seminaturales tuvieron un cambio de 204 Ha que pasaron a territorios agrícolas, de las cuales 101 Ha están localizadas en el municipio de Medina Cundinamarca, 51 en la Calera, 27 en Fómeque y las restantes se dividen entre San Juanito, Gachalá y Guasca.

Aprovechado el cruce de capas con el Parque se pudo determinar que dentro de esta área protegida existen 1.355 ha. con uso inadecuado del suelo, de las cuales se tienen 1163 Ha de usos agrícolas y 192 Ha de pastos. De estas áreas el municipio de Fómeque es el que más tiene con un total de 554 Ha (112 pastos y 442 cultivos), seguido por San Juanito en el Meta con 412 Ha (45 en pastos y 367 cultivos), Medina con 209, y las restantes 174 Ha se dividen entre los municipios de La Calera, Cumaral, Restrepo, Guasca y Junín.

7.1.5 Áreas protegidas dentro de la zona de estudio

En 27 de los 31 municipios analizados se encuentran áreas protegidas de diversas categorías que se muestran en la Figura 21 y se encuentran relacionadas en el **Anexo 5**, son un total de 64 áreas protegidas con un área aproximada de 184.400 Ha dentro de la región, que corresponden al 21% del área total de municipios analizados en la Tabla

Tabla 16: Porcentaje de áreas protegidas por municipios

Municipio	Departamento	área total (ha)	área protegida	% área protegida
Fómeque	Cundinamarca	45802,28	28928,69	63%
San Juanito	Meta	23714,73	12893,01	54%
Guasca	Cundinamarca	35863,83	16147,18	45%
Zipaquirá	Cundinamarca	19338,57	7483,54	39%
Bogotá, D.C	Cundinamarca	161655,89	59153,74	37%

Municipio	Departamento	área total (ha)	área protegida	% área protegida
Bojacá	Cundinamarca	10280,06	2447,07	24%
Junín	Cundinamarca	34232,61	8037,01	23%
Choachí	Cundinamarca	21291,73	4229,97	20%
Medina	Cundinamarca	119891,03	20119,8	17%
Funza	Cundinamarca	6718,17	1070,31	16%
El calvario	Meta	27534,71	4523,1	16%
Gachalá	Cundinamarca	38380,46	5913,39	15%
Restrepo	Meta	36793,8	5310,35	14%
La calera	Cundinamarca	32751,76	3837,59	12%
Tena	Cundinamarca	5127,86	583,47	11%
Tenjo	Cundinamarca	11461,14	884,26	8%
Mosquera	Cundinamarca	10602,57	676,61	6%
Sopó	Cundinamarca	11094,4	704,17	6%
Soacha	Cundinamarca	18748,65	1088,25	6%
Tocancipá	Cundinamarca	7442,23	98,02	1%
Facatativá	Cundinamarca	15883,67	118,79	1%
La mesa	Cundinamarca	14851,64	0,16	0%
Madrid	Cundinamarca	12014,51	1,39	0%
Tabio	Cundinamarca	7559,1	3,43	0%
Chía	Cundinamarca	7938,08	8,43	0%
Cota	Cundinamarca	5427,83	13,24	0%
Cumaral	Meta	62228,49	169,2	0%
Anapoima	Cundinamarca	12352,46	0	0%
Apulo	Cundinamarca	11884,32	0	0%
Cajicá	Cundinamarca	5035,69	0	0%
Tocaima	Cundinamarca	24773,24	0	0%

Fuente: Creación propia a partir de información cartográfica del RUNAP

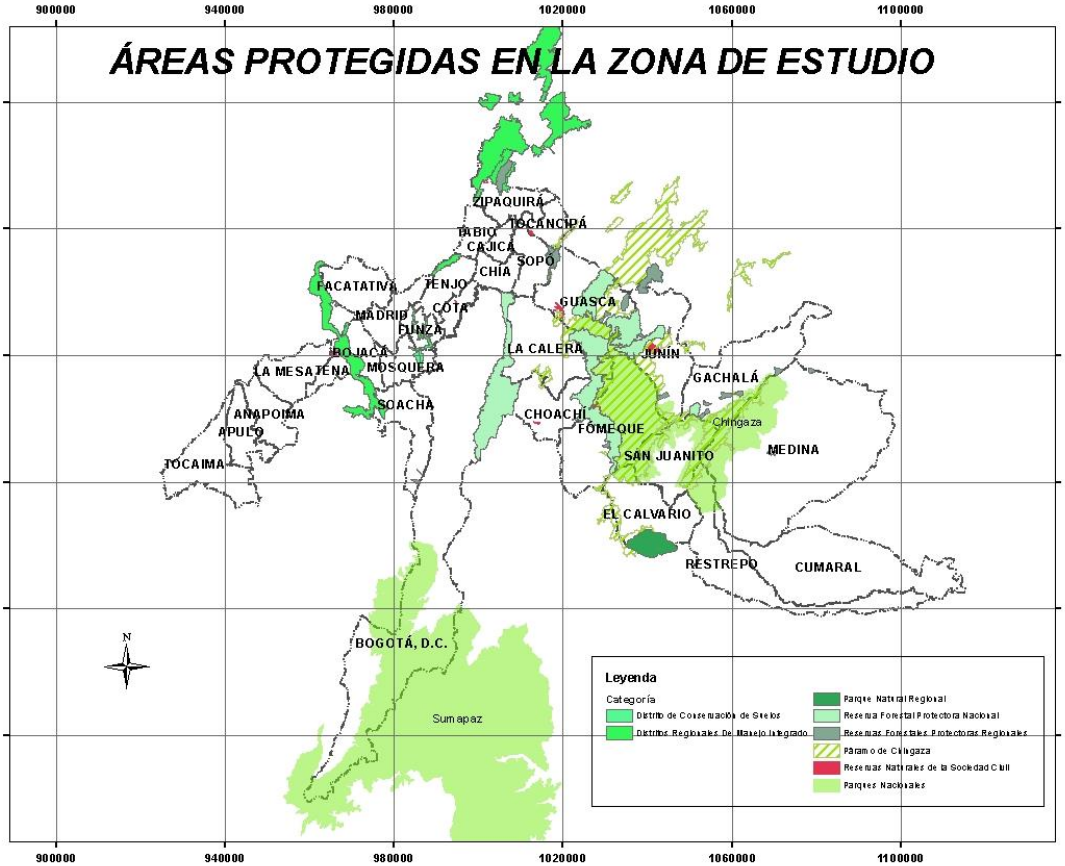

Figura 21: Clasificación de áreas protegidas en la zona de estudio
Fuente: Creación propia a partir de información cartográfica del RUNAP

Se tienen dos Parques Nacionales naturales ubicados en doce municipios de la Región, seis reservas forestales Nacionales, tres reservas forestales regionales declaradas por la Car Cundinamarca, diez y seis reservas forestales protectoras regionales declaradas por CORPOGUAVIO, un parque Natural Regional declarado por CORMACARENA, veintiún reservas naturales de la sociedad civil declaradas por la Car Cundinamarca, una reserva natural de la sociedad civil declarada por la Corporación de desarrollo sostenible para el área de manejo especial de la Macarena –CORMACARENA-, seis reservas naturales de la sociedad civil declaras por CORPOGUAVIO y dos reservas naturales de la sociedad civil declaras por CORPORINOQUIA. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MADS],2016)

Además de las 64 áreas protegidas que se encuentran en la zona, es pertinente mencionar la reciente delimitación del Páramo de Chingaza por medio de la Resolución 710 del 6 de mayo de 2016, el cual tiene un 75% de su área total dentro de los municipios de Choachí, El Calvario, Fómeque, Gachalá, Guasca, Junín, La Calera, Medina, Restrepo, San Juanito, Sopó y Tocancipá. Los considerandos del acto administrativo de delimitación señalan la importancia estratégica del Páramo de Chingaza respecto del abastecimiento de agua para la empresa de acueducto y alcantarilla de Bogotá.

Las áreas protegidas dentro de la región evidencian que se está dando relevancia a la conservación ambiental en la zona, desafortunadamente se encuentran acciones desarticuladas en las que cada autoridad ambiental declara sus áreas protegidas, la mayoría de las cuales no tienen planes de manejo o estos no se están implementando. Así por ejemplo, las reservas forestales nacionales no cuentan con planes de manejo que permitan la ejecución de acciones de conservación por parte de las autoridades ambientales.

Es importante destacar que de acuerdo a la información del plan maestro de acueducto y alcantarillado de Bogotá citado en el apartado 5.2, cuatro de estas reservas forestales contribuyen a la conservación del agua del Sistema Chingaza. Con la reciente declaratoria y delimitación del Páramo de Chingaza entra una nueva figura de protección a hacer parte de los esquemas de protección del ecosistema en la región, sin embargo esta requiere una zonificación y un plan de manejo en el cual se articulen acuerdos de voluntades de las cinco autoridades ambientales que tienen jurisdicción sobre la el área de páramo delimitada, para garantizar el manejo y administración de los recursos ecosistémicos y la administración de la zona en temas productivos.

El área que cubre la delimitación del Páramo de Chingaza incluye áreas que corresponden al PNN Chingaza, el Parque Natural Regional Quebrada Honda, las Reservas Forestales protectoras Nacionales Río Negro y Río Blanco, Río Chorreras y Concepción, La Bolsa, Páramo el Atravesado, predio Río Sucio, Páramo Grande y las Reservas Forestales protectoras regionales Pionono, Cerros Pionono y las Águilas, Santa María de las Lagunas, Marruecos, Pozo Azul, Colombia, El Desierto de Patío Bonito, Montebello, El Espino Corcovado. Las áreas protegidas mencionadas no están contenidas en un 100% dentro del

páramo de Chingaza, y sobre las mismas tienen control diversas autoridades ambientales, lo cual ahondara en la desarticulación de acciones y planes de manejo dentro del área.

7.2 Dimensión social

En la dimensión de social se muestran los datos de la población, incluyendo las proyecciones de los 31 municipios, y el crecimiento poblacional de los últimos años. De igual forma se muestran los datos del trasvase de subzonas hidrográficas que se realiza para cubrir necesidades poblacionales.

7.2.1 Población de la zona de estudio

En la Tabla 17, se muestra la población en los 11 municipios que hoy tiene contrato de agua en Bloque con la EAAB, estos han tenido las siguientes variaciones en los tres últimos censos (1985,1993 y 2005) y cuenta con los siguientes proyecciones para el 2015 y el 2020:

Tabla 17: Datos de población municipios con contratos vigentes de agua en bloque

Municipio	1985	1993	2005	2015	2020
Bogotá, D.C.	4.225.649	5.413.484	6.840.116	7.878.783	8.380.801
Cajicá	23.618	31.316	45.391	56.875	62.713
Cota	9.305	12.187	19.909	24.916	27.496
Funza	31.366	41.119	61.391	75.350	82.321
La Calera	17.263	19.383	23.768	27.527	29.235
Madrid	33.795	42.584	62.436	77.627	85.090
Mosquera	16.505	22.250	63.237	82.750	93.461
Soacha	132.758	254.625	401.996	511.262	567.546
Sopó	9.499	12.327	21.223	26.769	29.714
Tenjo	11.676	16.169	18.466	19.849	20.371
Tocancipá	8.814	14.328	24.154	31.975	36.344
Total	4.520.248	5.879.772	7.582.087	8.813.683	9.415.092

Fuente: creación propia a partir de datos del Censo DANE 2005

Como lo muestran los datos totales de la Tabla 17, los recursos hídricos para el consumo humano trasvasados de la cuenca del Orinoco al Magdalena Cauca, en un inicio atendieron por el orden de 4.500.000 usuarios, y han ido aumentando hasta llegar a una cifra de 8.813.683 para el año 2015, se espera que para el 2020; se atienda una población de por lo menos 9.415.092 habitantes. Además de lo anterior, la incorporación de nuevos municipios

en el modelo de compra de agua en bloque, extendería la demanda a unos 10.069.559 usuarios en el año 2020.

Es importante también considerar que el porcentaje de población nacional que utiliza el agua de Chingaza con el supuesto de que existe cobertura total en los municipios con contratos de agua en Bloque para 1985 era del 14%, en el 93 aumento al 16%, y en el 2015 aumento al 18%, se espera entonces que para el 2020 se encuentre el 20% de la población del país dependiendo de este recurso hídrico. Es indispensable entonces observar el comportamiento del recurso e invertir en su conservación toda vez que existe y existirá una dependencia de su oferta para el consumo humano del área más poblada del país.

7.2.2 Cifras del trasvase de cuenca

Como se expuso en el apartado 5.2 frente a la necesidad de dar agua a la SZH del Río Bogotá, la EAAB encontró que para la época de sequía los embalses de Bogotá no eran suficientes para el abastecimiento de la ciudad, y optó por realizar un trasvase de cuencas (SZH), es decir tomar de una cuenca (SZH) diferente agua para abastecer la demanda. En este sentido desde 1983 construyó y puso en funcionamiento los túneles que conducen el agua, que después de algunas fallas y la vulnerabilidad del terreno fueron reparados y puestos en funcionamiento al inicio de los años 90 (EAAB, 2007).

El agua que se trae desde Chingaza hasta la Calera a la Planta de Wiesner, proviene de los ríos Blanco, Chuza y La Playa y La Quebrada Leticia que es depositada en el embalse de Chuza que se encuentra localizado territorialmente en el municipio de Fómeque y que pertenece a la SZH del río Guatiquía. Dicho embalse tiene un área de 492 Ha y un volumen de 240 Mmc de agua, (IDEAM, 2015). El trasvase de cuenca que lleva a invertir recursos y esfuerzos llevando el agua de una cuenca a otra, para el caso de Colombia se realiza para cinco sub-zonas hidrográficas en total y anualmente moviliza 1.557 Mmc de agua. En el caso de la cuenca del Guatiquía al Bogotá se trasladan 440.3 Mmc (IDEAM, 2015)

El Ministerio de Ambiente al emitir la Resolución 1418 de 2004 mediante la que aprobó el plan de manejo ambiental para la operación del Sistema Chingaza Fase I, describe las concesiones de agua del sistema que suman un de un total de 14.91 m^3/s como caudal

medio, discriminados así: 6.21 m³/s de la concesión de Chuza (río Chuza y sus afluentes directos), 5.57 m³/s de la concesión del río Guatiquía, 0.3 m³/s de la concesión de la quebrada Leticia y 2.82 m³/s de la concesión del sistema río Blanco, lo cual suma un total de 470 Mmc al año.

La EAAB menciona en una presentación del año 2015 que existe un caudal real de 14,3 m3/s, lo cual suma un total de 450,9 Mmc al año. De otro lado, se menciona en las estadísticas de Bogotá que el Sistema Chingaza aporta entre el 70 y el 80% del agua disponible para Bogotá que para el 2014 fue 495 Mmc es decir que el agua del sistema Chingaza oscilo en este año entre 346 y 396 Mmc (EAAB, 2015).

Frente a las concesiones de agua otorgadas por las autoridades ambientales, la Contraloría General de la República, en su informe sobre la venta de agua en bloque tiene un dato también diferente, hablando de un total de 12,81 m3/s, discriminados en la Resolución 260 de 2007 de PNN concede 11.48 m3/s, la Resolución 483 de 2002 de Corporinoquía concede 0.38 m3/s, la Resolución 157 de 2004 de PNN Concede 0.0839 m3/s, las Resoluciones 097 de 2011 y 969 de 2010 concede 0,8693 m3/s; que corresponde a un total de 404 Mmc al año (Contraloría, 2012).

Viendo los datos anteriores es importante articular las cifras de las instituciones y realizar mediciones precisas de las aguas que realmente se está utilizando por cada una de las fuentes, puesto que los datos reportados por diferentes autoridades muestran grandes diferencias, tal como se intuye al analizar la cifras enunciadas en los párrafos precedentes; lo cual repercute en los valores de las tasas por uso de agua que se pagan anualmente.

7.2.3 Amenazas a la sostenibilidad del servicio ecosistémico

Los servicios asociados a los ecosistemas se encuentran amenazados; por acciones adelantadas por los actores locales como el cambio en el uso del suelo, la ampliación de la frontera agrícola; actores nacionales y empresarios con la conformación de áreas para la explotación de recursos naturales como el petróleo o la minería. Estas acciones afectan la calidad del suelo, la conservación de las áreas naturales y las características de los

ecosistemas; redundando en el cambio de los costos de tratamiento de las aguas para el consumo humano (Ruiz, 2007).

7.2.3.1 Erosión

Para establecer la sostenibilidad del servicio ecosistémico de provisión de agua se identificaron como posibles amenazas a las zona del PNN Chingaza y en este sentido a la cobertura de Bosque y de herbazales, la erosión en cualquiera de sus grados que se está acercando al área como se muestra en la Figura 22:

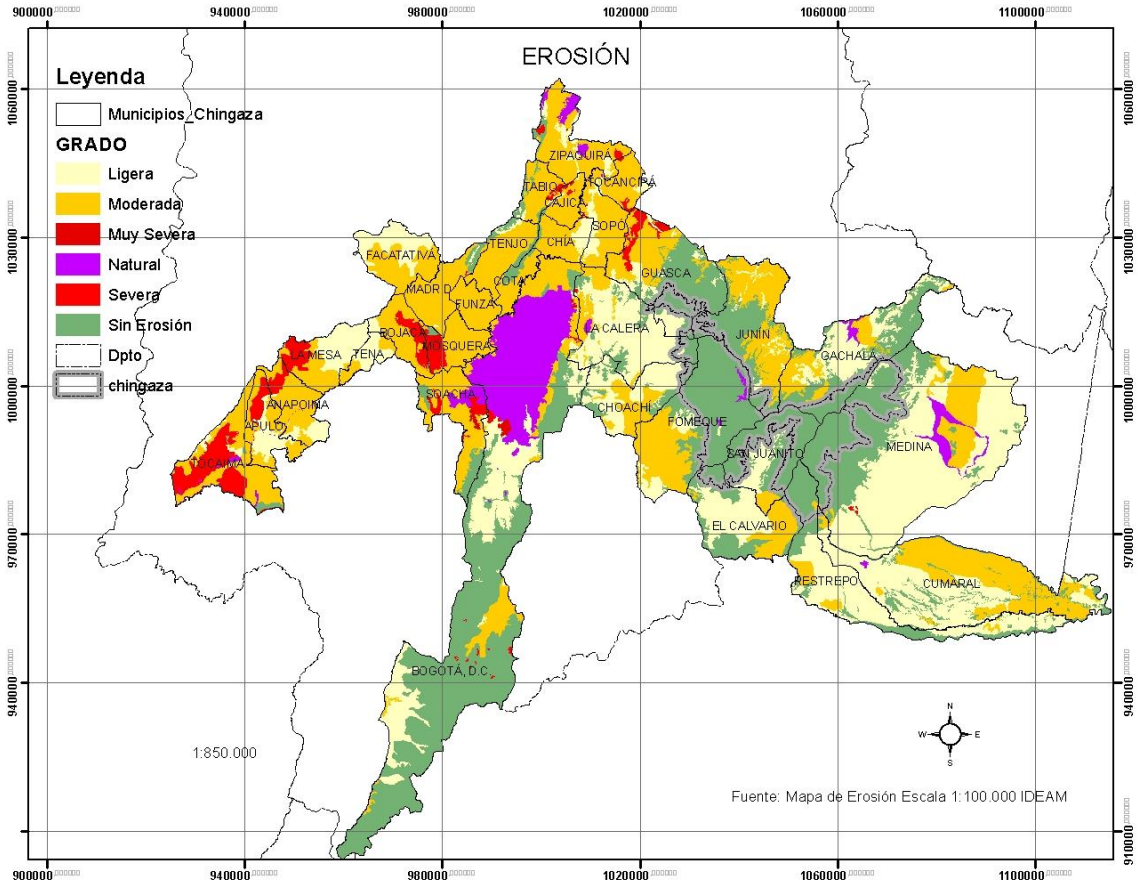

Figura 22: Erosión en el área de los Municipios
Fuente: Creación propia Software Arcgis 10.2 a partir de información Erosión IDEAM

La zona aledaña al parque en los municipios de Fómeque y Junín tiene un gran parche de desertificación moderada mientras que en los municipios de San Juanito, El Calvario,

Restrepo y Cumaral Meta y Medina el parche corresponde a desertificación ligera a moderada.

El municipio con mayor área con erosión entre leve y moderada es Medina con un total de 846 Ha (765 Leve, 81 moderada), seguido de La Calera con 405 Ha., Restrepo con 182 Ha, San Juanito con 116 Ha. y Fómeque con poco más de 100 Ha. Los demás municipios también cuentan con áreas de erosión leve a modera pero menor a las 50 Ha.

De igual forma que para los cambios de Cobertura se hizo un detalle de la información sobre el área del PNN obteniendo los siguientes resultados. Existe una erosión moderada de 1496 Ha, respecto de la erosión leve se tiene un área de 424,11 Ha; probablemente acorde con la información del plan de manejo del área protegida este hecho tenga relación directa con la incidencia de incendios de cobertura vegetal sobre esta área así como por prácticas ganaderas inadecuadas (PNN, 2005).

7.2.3.2 Conflicto de uso del suelo

Otra cobertura cartográfica útil para identificar amenazas sobre un ecosistema es la capa de conflictos de uso del suelo, en esta se resaltaron con colores rojos los conflictos que se encontraban cercanos o dentro del PNN Chingaza. En este caso se trata de la sobreutilización severa en los municipios de San Juanito, Gachalá y Junín,como se evidencia en la Figura 23

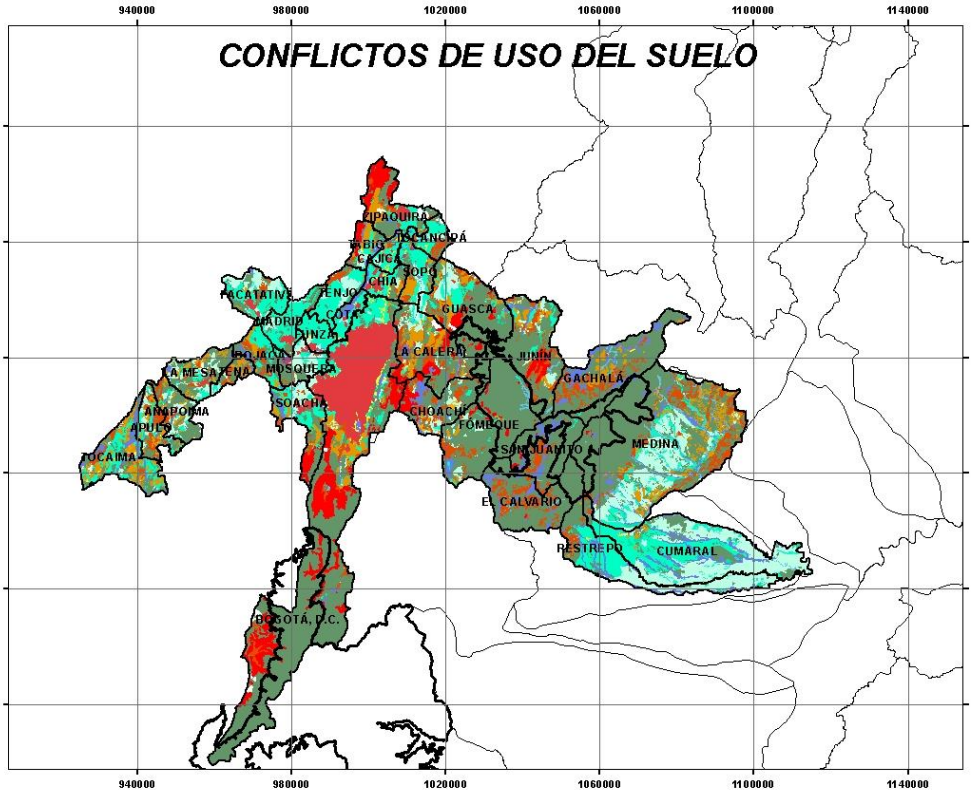

Figura 23: Conflicto de uso del suelo
Fuente: Creación propia Software Arcgis 10.2 a partir de información conflictos de uso de uso del suelo IGAC

Leyenda

Conflictos_todos

T_Conflict

- Conflictos en areas de cuerpos de agua
- Conflictos en areas pantanosas con cultivos permanentes
- Conflictos en areas pantanosas con cultivos transitorios
- Conflictos en areas pantanosas con pastos
- Conflictos mineros
- Conflictos por obras civiles
- Conflictos urbanos
- Demanda no disponible en areas para produccion_nubes
- Demanda no disponible en áreas a proteger (nubes)
- Otras coberturas artificializadas (urbanas y suburbanas)
- Sobreutilización ligera
- Sobreutilización moderada
- Sobreutilización severa
- Subutilización ligera
- Subutilización moderada
- Subutilización severa
- Usos adecuados o sin conflicto
- Usos inadecuados en zonas quemadas

El 48% de área de los 31 municipios no tiene conflictos de uso, el 52% restante como se muestra en la Tabla 18 tiene 13 categorías de conflictos de uso, siendo los más comunes la subutilización ligera y moderada con el 14% y 11%, resprectivamente, la sobreutilización moderada y severa tienen por su parte un porcentaje del 8 y 6% respectivamente. Así mismo, los municipios con mayor porcentaje sin conflictos de uso, son los denominados productores con un 55,9%, frente a un 38,5% de áreas sin conflicto en los municipios consumidores.

Tabla 18: áreas de conflicto de uso zona de estudio

Clase	Área (Ha)	% cobertura
Sin Conflicto	413887	48%
Conflicto en cuerpos de agua	26616	3%
Conflicto minero	1057	0%
Conflictos urbanos	4485	1%
sin clasificar	3963	0%
Sobreutilización Ligera	898	0%
Sobreutilización moderada	53350,7	6%
Sobreutilización severa	66509,4	8%
Subutilización Ligera	96045,3	11%
Subutilización moderada	117254,8	14%
subutilización severa	7654,7	1%
Usos inadecuados zonas quemadas	29117,4	3%
Otras coberturas artificializadas (Construcciones en zonas no aptas)	37835	4%
Total	858673,3	100%

Fuente: información de conflictos de uso del suelo.

Frente a las subutilizaciones que corresponden al conflicto más representativo en la zona, se encuentra que en los municipios consumidores el 7,2% del suelo tiene subutilización ligera y el 19,5% subutilización moderada. Por el lado de los municipios consumidores la subutilización ligera corresponde a un 14,3% de su suelo y subutilización moderada en un 9% del suelo.

La sobreutilización severa es de un 8% en el área total siendo de un 7,4% en la zona de los municipios consumidores y de 5,2% en los municipios productores, respecto al área que conforman cada grupo de municipios de manera independiente. La subutilización moderada por su parte corresponde al 6,2% del área total, siendo de un 7,4% el conflicto en los municipios consumidores y de un 5,2% en los municipios productores, nuevamente considerando el área total de cada grupo de municipios.

Dentro del área protegida PNN Chingaza existen pequeños parches de conflictos de uso del suelo que se generan en especial en aquellas áreas de propietarios privados dentro del mismo, esta cifra debe corresponde a la necesidad que evidencia el plan estratégico del Parque (PNN, 2005).

7.2.3.3 Minería y explotación petrolera

Otros temas relevantes para observar el estado actual del PNN Chingaza, es la presencia o cercanía de proyectos mineros y de explotación petrolera. En este sentido se accedió a la información del mapa de tierras de la Agencia Nacional de Hidrocarburos –ANH-, de julio de 2015 obteniendo el resultado que se muestra en la Figura 24:

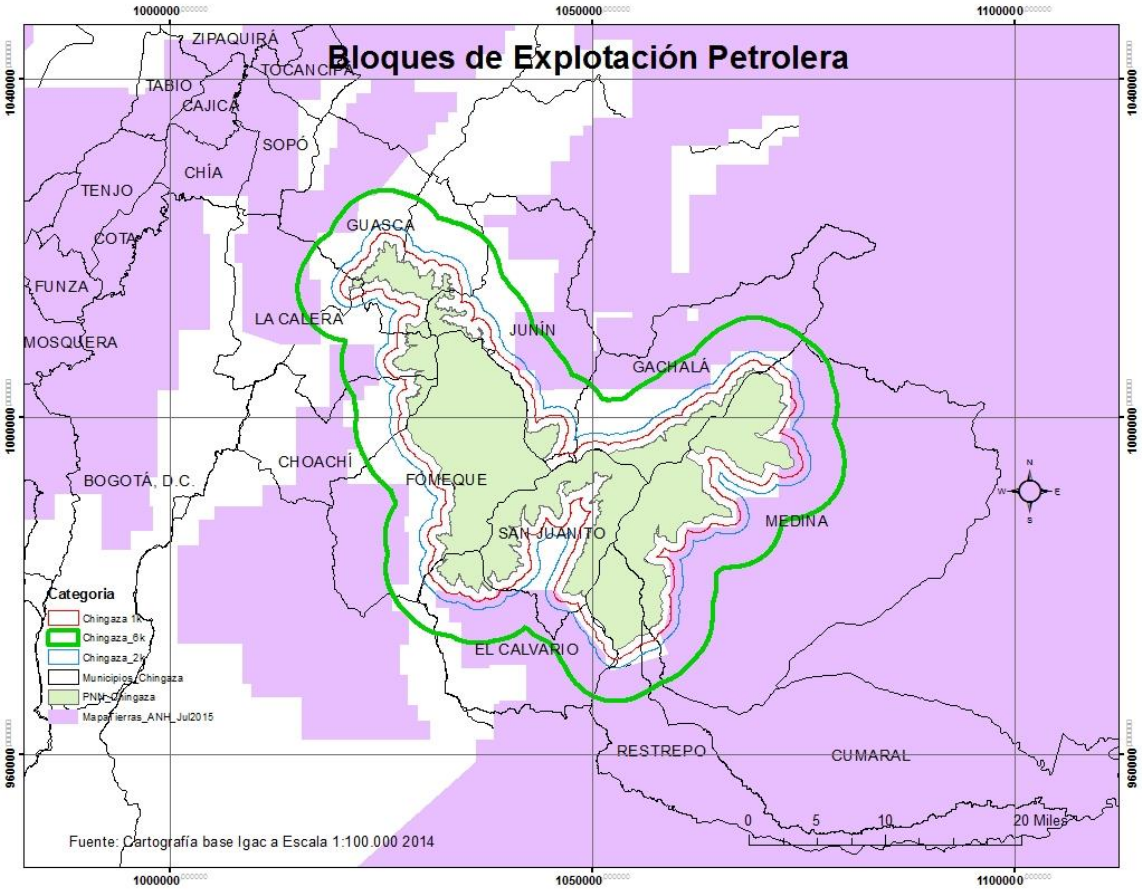

Figura 24: Bloques de exploración Petrolera
Fuente: Este estudio a partir de información del Mapa de Tierras ANH Julio 2015

Se evidenció que existen bloques de exploración petrolera rodeando el Parque en especial en la zona del departamento del Meta, de igual forma existe un bloque disponible de la Ronda 2014 que se encuentra sobre el municipio de Medina el cual se cruza con un área 414 Ha dentro de la actual área protegida. Pese a que corresponde a un porcentaje de menos del 0,5% del área total del Parque, este tipo de actividades pueden convertirse en una amenaza para la sostenibilidad futura del recurso.

Con el fin de establecer la distancia de estos bloques de exploración petrolera disponibles se trazaron áreas de influencia “buffer” a 1,3 y 6 Km del Parque, identificando que las áreas disponibles para el municipio de Medina, Cundinamarca y los municipios del Meta se encuentran a menos de 1 Km de distancia del área del actual Parque, las disponibles en Choachí, Fómeque y Junín a menos de 3 km y el área que se encuentra en exploración por LUKOIL en asocio con Ecopetrol entre los municipios de Medina y Paratebueno Cundinamarca se encuentra a menos de 6 km del Parque.

Además de los bloques de explotación petrolera, en las áreas aledañas al parque se han concesionado títulos mineros vigentes al 2014. La información se obtuvo mediante la incorporación de un archivo formato Shapefille del PNN y de dos áreas de influencia una a 2 kilómetros y otra a 6 kilómetros, ejercicios que se realizó econ el fin identificar la cercanía de este tipo de explotación a la actual área protegida; dentro del servicio web del ANLA.

Con el área de influencia de dos kilómetros alrededor del PNN se identificó un título minero en el Municipio de Guasca Cundinamarca, el material a explotar es la Caliza, y dicho título se encuentra vigente hasta el mes de octubre de 2015.

Existen además 10 títulos mineros a una distancia medida en SIG de 6 kilómetros, 7 de los cuales tienen vigencia hasta después del 2030. En el municipio de Guasca se explotan hierro, arcilla y caliza; en Gachalá se explota esmeralda, yeso y caliza y en La Calera se explora arcilla.

La cercanía de la explotación petrolera y de títulos mineros muestra que existen actores en el desarrollo regional que son regulados por la Agencia Nacional de Hidrocarburos y por la Agencia Nacional de Minería, que deben estar articulados para poder realizar acciones de conservación en la zona aledaña al PNN Chingaza y las reservas forestales nacionales que contribuyen con la generación de agua para el consumo humano del Sistema Chingaza.

7.3 Dimensión institucional

Dentro de la denominada dimensión institucional se analizaron los actuales prestadores de servicios públicos con los indicadores financieros establecidos por la Superintendencia de Servicios públicos Domiciliarios –Superservicios- y los recursos financieros que los municipios tienen para la prestación del servicio de abastecimiento de agua y la conservación del ecosistema que lo está produciendo.

7.3.1 Análisis de los prestadores del servicio de acueducto

Acorde con la información de la Superinendencia de servicios públicos –SUPERSERVICIOS-, en la región seleccionada existían para el año 2012, cuarenta y siete (47) prestadores del servicio de acueducto que incluyen (22) empresas de acueducto, (18) asociaciones y juntas de usuarios, (7) secretarias de servicios públicos. El municipio de Tocaima no registra prestador del servicio de acueducto (Superservicios, 2015).

De los 47 prestadores de servicios públicos de la zona de estudio, 16 corresponden a empresas con más de 2500 suscriptores y 31 a prestadores con menos de 2.500 suscriptores. Adicionalmente en el 2012 tan solo 25 de los prestadores del servicio de acueducto reportaron y cargaron la información al Sistema Único de Información (SUI), 16 empresas de más de 2500 suscriptores y 9 de los prestadores de menos de 2.500 suscriptores, lo cual evidencia una mayor debilidad en el reporte y cargue de la información, que permite evaluar la calidad del agua que están consumiendo los usuarios de la zona (Superservicios, 2015).

Para el caso la zona de estudio, los 11 municipios productores cuentan con 13 prestadores, de los cuales 4 son empresas de servicios públicos y entre estas solo tres reportan la información a la Superservicios, 4 Secretarias de igual número de alcaldías prestan el servicio de acueducto y tan solo dos ellas reportan la información a la Superintendencia, y 5 asociaciones de usuarios de las cuales solo 1 reporta la información, es decir de los 13 prestadores 7 no reportan información, es decir el 53% de los prestadores se abstiene del cumplimiento del deber legar de reportar información sobre la calidad del servicio.

Por el lado de los municipios consumidores se encuentra 32 prestadores, entre los cuales hay 18 empresas de las cuales solo 1 no reporta información a la Superservicios. Hay

2 secretarias de servicios públicos como prestadores directos en igual número de municipios, una de las cuales no reporta información a la superintendencia. Así mismo existen 12 asociaciones de usuarios, de las cuales solo 2 reportan información En total, de los 32 prestadores 12 no reportan información es decir el 37%, Por lo tanto, haciendo una comparación de las cifras de reportes entre los municipios productores y consumidores, se puede concluir que estos últimos se encuentran con empresas más fortalecida (Superservicios, 2015).

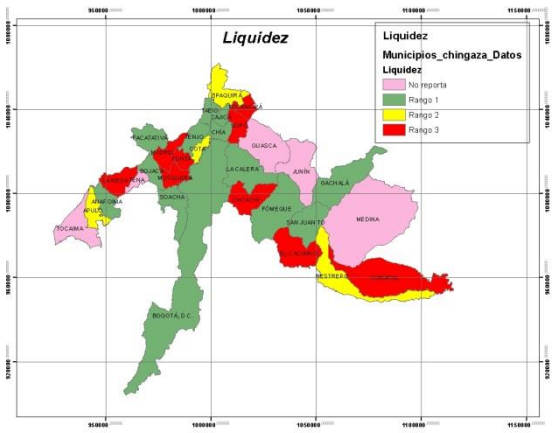

Figura 25: Liquidez de los prestadores de Servicios de Acueducto

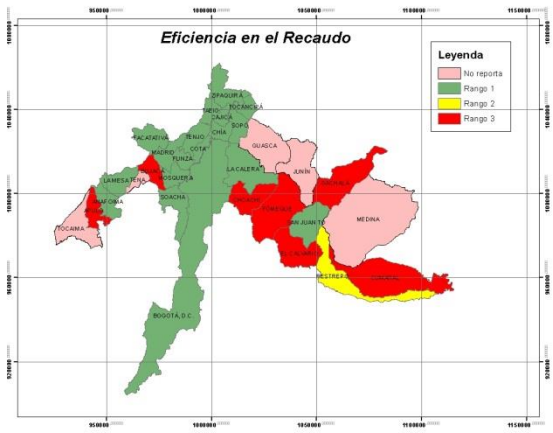

Figura 26:Eficiencia en el recaudo Prestadores del servicio de acueducto

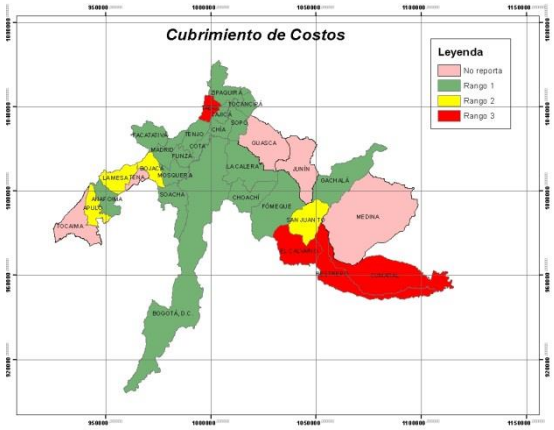

Figura 27: Coeficiente de cubrimiento de costos de los prestadores del servicio de acueducto

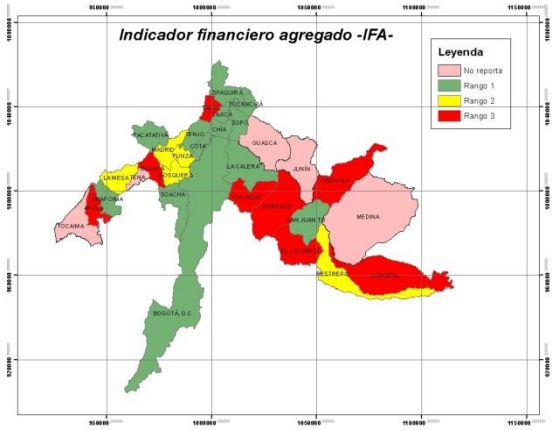

Figura 28: IFA Prestadores del servicio de acueducto

Fuente: Creación propia a partir de información de la superintendencia de servicios públicos

Respecto de la sostenibilidad de la prestación del servicio en el largo plazo, la superintendencia de servicios públicos mide los indicadores de liquidez, eficiencia y

capacidad de cobro en el esquema de prestación del servicio y la rentabilidad de las empresas y los compila en un rango de 1 a 3 siendo 1 el mejor y 3 el peor. Como resultado del análisis de estos datos se obtiene el Indicador Financiero Agregado (IFA) que indica la posible sostenibilidad de la empresa y por ende el riesgo que esta tiene de dejar de prestar el servicio. En las Figuras 25-28 se muestra el mapa de los municipios en cada uno de los indicadores.

Las empresas de servicios públicos de la zona de los municipios consumidores tienen una mayor capacidad de reportar la información, se evidencia que Funza, Mosquera y Madrid que hoy ya reciben agua de trasvase del Sistema Chingaza se encuentran con un nivel de riesgo medio por su baja Liquidez. De otro lado los municipios de Tabio, Apulo y La Mesa que son potenciales usuarios del agua de trasvase, se encuentran con riesgo alto debido a una baja cobertura de costos. En el caso de Tabio, una baja Liquidez y en el caso de la Mesa y Apulo un bajo recaudo.

Acorde con los datos igualmente extraídos de las tablas 25 a 28, tres municipios productores que hacen los reportes se encuentran con un nivel alto de riesgo pues su indicador financiero agregado es de 1. La variable crítica para esos tres municipios es la de recaudo de los recursos del servicio, lo cual indica que las empresas son débiles institucionalmente para hacer el respectivo cobro, por lo tanto las hace insostenibles.

Los anteriores indicadores dan cuenta de que la prestación del servicio en la región propuesta en la actualidad se puede calificar cono insostenible desde el punto de vista del prestador del servicio público. Hay falta de liquidez, lo cual indica que no se cuenta con estructuras tarifarias solidas que cubran todos los gastos y además no existe fortaleza para el cobro por parte de las entidades menos aun cuando muchas continúan siendo secretarias de despacho de los municipios o se trata de asociaciones de usuarios.

7.3.2 Análisis de los recursos disponibles en la región en relación con la sostenibilidad del servicio ecosistémico de agua potable

Los recursos disponibles en la región para la conservación del servicio ecosistémico son los establecidos en el artículo 111 de la Ley 99 de 1993, modificado por el art. 106, Ley 1151 de 2007, modificado por el art. 210, Ley 1450 de 2011. el cual ordena que los departamentos y municipios dedicarán un porcentaje no inferior al 1% de sus ingresos

corrientes para la adquisición y mantenimiento de las áreas de importancia estratégica para la conservación de recursos hídricos que surten de agua a los acueductos municipales, distritales y regionales. La norma en mención está reglamentada por el Decreto Nacional 953 de 2013, que instaura los mecanismos de adquisición de dichas áreas y la financiación de esquemas de pago por servicios ambientales.

En el **Anexo 3** se encuentran los valores de los ingresos corrientes de libre destinación que son base para determinar los recursos disponibles para la adquisición de predios o la financiación de esquemas de pagos por servicios ambientales. En la Tabla 19 se muestran los datos acumulados de los ingresos corrientes de libre destinación de los municipios productores y consumidores para los años 2007 a 2014, con excepción del año 2008 del cual no se encuentran los datos en la información de la Contraloría General de la República.

Tabla 19: Ingresos Corrientes y libre destinación en millones de los municipios

Categoría	2007	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Total Consumidores	$ 2.997.498,9	$ 3.511.352,0	$ 3.913.777,2	$ 4.434.453,4	$ 4.839.243,0	$ 5.348.121,3	$ 5.856.183,8
Total Productores	$ 14.184,6	$ 16.651,0	$ 18.654,5	$ 20.402,9	$ 21.584,8	$ 25.455,1	$ 25.474,5
Total Región	$ 3.011.683,4	$ 3.528.003,0	$ 3.932.431,7	$ 4.454.856,4	$ 4.860.827,8	$ 5.373.576,4	$ 5.881.658,3
1%	$ 30.116,8	$ 35.280,0	$ 39.324,3	$ 44.548,6	$ 48.608,3	$ 53.735,8	$ 58.816,6

Fuente: creación propia a partir de datos de la Contraloría General de la Nación

Los municipios consumidores tienen ingresos corrientes anuales totales que oscilan entre 210 y 229 veces los ingresos de los municipios productores.

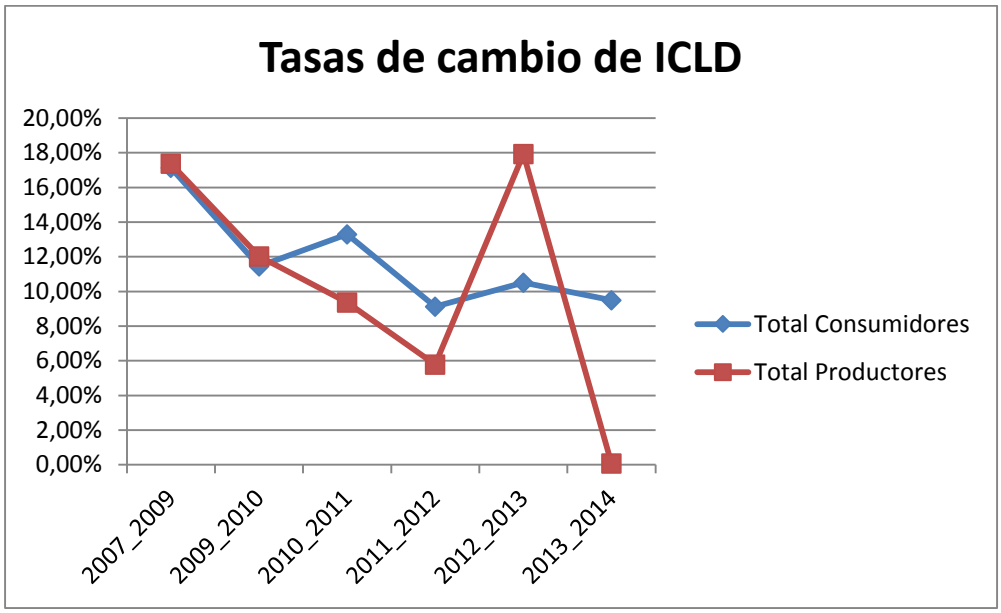

Figura 29: Tasas de cambio de los municipios productores y consumidores

En la Figura 29 se muestra que las tasas de cambio de los ingresos corrientes de libre destinación entre los año 2007 y 2009 fueron de cerca del 17% para ambos grupos de municipios. Entre el año 2009 y 2010 y el año 2012 y 2013, la tasa de cambio fue menor para los municipios productores y en los años 2010_2011, 2011_2012 y 2013_2014, fue mayor en los municipios productores.

Frente a este hecho se hizo la indagación en el Ministerio de Ambiente respecto de la inversión de este grupo de municipios desde la entrada en vigencia de la Ley 99 de 1993, y se comunicó por parte de la entidad que el único municipio que ha reportado la información es Gachalá Cundinamarca con un total de 2 predios de 29 Ha (MADS, 2015). El resto de información aún está siendo recabada por los municipios. Una consulta del mismo tenor fue realizada a la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, que igualmente se atuvo a señalar que los municipios aún se encuentran recopilando la información (CAR, 2015).

De acuerdo al informe de seguimiento de las acciones de cumplimiento inmediato de la sentencia en la Acción Popular del Río Bogotá, realizado por parte de la Procuraduría, 22 municipios informaron las acciones realizadas con la apropiación e inversión de los recursos del 1% de Ley 99 de 1993, tal como se reporta en la Tabla 20:

Tabla 20: información de la inversión de los recursos del 1%

Municipio	Información respecto de la inversión del 1%
Bogotá	Hasta el 2012 los recursos fueron para protección del recurso hídrico 2013 recuperación del sistema hídrico 2013 y 2014 recursos asignados a la caja de la vivienda popular para recuperación de rondas y de áreas de quebradas.
Cajicá	Se han invertido los recursos en la compra de predios y en la generación de pagos por servicios ambientales
La Calera	Aclara que apropio los recursos del año 2015
Chía	No aportó información respecto de este ítem
Guasca	Aclara que apropio los recursos del año 2015
Tocancipá	Aclara que apropio los recursos del año 2015
Facatativá	ha apropiado históricamente dentro de su presupuesto el 1% de los ingresos corrientes
Zipaquirá	Aclara que apropio los recursos del año 2015
Sopó	Aclara que apropio los recursos del año 2015
Cota	No aporto informe
Tenjo	Aclara que apropio los recursos del año 2015
Funza	ha apropiado históricamente dentro de su presupuesto el 1% de los ingresos corrientes
Mosquera	Aclara que apropio un total de 2500 millones de pesos para la vigencia 2015.
Tabio	Aclara que el municipio ha realizado las inversiones y que los recursos de la vigencia 2015 han sido apropiados
Madrid	Afirma que los recursos se han apropiado desde el año 2012
Apulo	Afirma que ha realizado la apropiación para el año 2014 y 2015
La Mesa	No aportó información
Anapoima	No aportó información
Soacha	No aportó información al respecto
Bojacá	No se manifestó al respecto
Tocaima	ha apropiado históricamente dentro de su presupuesto el 1% de los ingresos corrientes
Tena	Informa que realizo contrato de guardabosques y apropio el 1% para las vigencias 2014 y 2015

Fuente: creación propia a partir de Informe de Seguimiento a las órdenes de acción inmediata y con vencimiento a tres (3) y seis (6) meses PROCURADURÍA General de la Nación año 2015

Se puede concluir de acuerdo al concepto de la procuraduría, que Bogotá es la única entidad que responde claramente sobre la inversión e invita a los demás municipios a aclarar la destinación de los recursos.

Otra información relevante es la del informe de la Secretaria de Ambiente de Cundinamarca respecto del seguimiento al fallo del río Bogotá, en el cual afirma que ha realizado compra de 88 predios con un área de 3818,29 Ha. haciendo inversión de recursos del 1% de Ley 99 de 1993, en asocio con algunos municipios (Sec Ambiente,2015):

Tabla 21: Predios adquiridos en la cuenca del Río Bogotá recursos del 1%

	Ha	Total Predios		Ha	Total Predios
Tenjo	28,29	4	Tocancipá	27,75	4
Facatativá	171,64	4	Zipaquirá	1923,78	28
Bojacá	285,62	11	Guasca	623,94	2
Sopó	18,15	4	La Calera	497,38	15
Tena	91,26	7	Soacha	63,06	1
Tocaima	26,59	1			
La Mesa	60,83	7	Total	3818,29	88

Fuente: Creación propia a partir de información de informe de gestión ambiental cuenca del Río Bogotá 2015

Es entonces notable que los municipios no han realizado las inversiones que deberían, pues en tres fuentes diferentes consultadas al respecto se reporta que la información se está compilando. Los valores totales del 1% de los ingresos corrientes de libre destinación suman 280.000 Millones de pesos con lo cual en esos 7 años se pudieron haber adquirido predios en las cuencas abastecedoras o haber sido transferidos al PNN Chingaza o la conservación de las reservas forestales alrededor del mismo.

Los ingresos de los municipios que más dependen de la disponibilidad de agua son los relacionados con el impuesto predial y los de industria y comercio (ICA). El primero porque su recaudo aumenta en la media que haya más subsidivión predial y mayor edificación, aspectos que aumentan el valor de la base gravable del impuesto y por lo tanto su recaudo. Los dos elementos mencionados dependen de la disponibilidad de agua para cada nuevo loteo o nueva construcción. En lo que respecta al ICA, el mayor recaudo dependerá de la posibilidad que tengan las empresas de asentarse en los municipios y la disponibilidad de agua juega un papel esencial en este aspecto. En la **Anexo 4** se encuentran los datos de estos dos impuestos en los municipios para el año 2014, los valores consolidados por municipios productores y consumidores se muestran en la Tabla 22.

Tabla 22: Ingresos en miles por predial e industria y comercio año 2014

Categorías	Predial unificado	industria y comercio
Total Consumidores	$ 1.700.616.687,00	$ 2.812.019.204,00
Total Productores	$ 6.401.995,00	$ 4.238.798,00
Total Municipios	$ 1.707.018.682,00	$ 2.816.258.002,00

Fuente: creación propia a partir de información de la Contraloría General de la Republica

Del total de los municipios del área de estudio tan solo el 0,38% de los recursos del predial corresponden a los municipios productores y el 0,15% al impuesto industria y comercio, se nota entonces una diferencia enorme en la recaudación de impuestos muestra diferencia enormes a nivel de inversión entre los municipios consumidores y productores, con el agravante de que los primeros no están invirtiendo los recurso de 1% en las zonas de los municipios productores.

Otros recursos que tienen relación con la prestación del servicio ecosistémico de abastecimiento de agua potable son los provenientes del sistema general de participaciones -SGP- que tienen destinación específica para agua potable y saneamiento básico, cuyos valores para la zona de trabajo se muestran en la Tabla 23 y que pueden ser invertidos de acuerdo a las disposiciones del artículo 11 de la Ley 1176 de 2007 entre otros en:

> d) Formulación, implantación y acciones de fortalecimiento de esquemas organizacionales para la administración y operación de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo, en las zonas urbana y rural i) Participación en la estructuración, implementación e inversión en infraestructura de esquemas regionales de prestación de los municipios (Ley 1176 ,2007, Art 11).

Tabla 23: Recursos SGP Agua potable y saneamiento básico en pesos año 2014

Categoría	Agua Potable (2014)
Total Consumidores	$105.597.950.798
Total productores	$3742964339
Total área	$109.340.915.137

Fuente: Creación propia a partir de información del DNP

Los recursos de SGP agua potable y saneamiento básico corresponden a más de 109 mil millones de pesos de los cuales el 3% corresponde a los municipios productores y el 97% a los municipios consumidores por la cantidad de población que se encuentra en ambos grupos de municipios comparativamente.

Otro recurso que se debe considerar son las tasas por uso de agua que fueron creadas por el artículo 43 de la Ley 99 de 1993, son cobradas las autoridades ambientales por la captación de aguas superficiales. El Decreto 155 DE 2004 reglamenta la forma de cálculo

del tributo estableciendo que la Tasa por Uso de Agua TUA= FR*TM, donde FR corresponde al factor regional, que integra las características propias de la cuenca y debe ser calculado por la autoridad ambiental; su rango oscila entre 1 y 7; y TM corresponde a la Tarifa Mínima fijada por el Gobierno Nacional mediante la Resolución 240 de 2004 en $0.5/m3 y que es actualizada anualmente con el IPC.

Realizando la actualización para el año 2015, la tarifa mínima corresponde a $0,83/m3, sin embargo a la fecha de realización del estudio no se obtuvo respuesta por parte de las autoridades ambientales respecto del factor regional de la tasa por uso de las concesiones del Sistema Chingaza en la diferentes subzonas hidrográficas.

Con la información existente se procedió a realizar un cálculo estableciendo los valores máximo y mínimos que se pueden obtener por el uso de las concesiones citadas en el apartado 5.2 y 6.2.2 de este estudio como se muestran en la Tabla 24:

Tabla 24: Tasas por uso de Agua

Autoridad Ambiental	Concesión	Consumo Anual (m3)	Tarifa Mínima	Factor Regional Mínimo	Factor Regional Máximo	Valor mínimo	Valor máximo
PNN	11,48	362033280	0,83	1	7	$ 300.487.622,40	$ 2.103.413.356,80
PNN	0,0839	2645870,4	0,83	1	7	$ 2.196.072,43	$ 15.372.507,02
Corporinoquía	0,38	11983680	0,83	1	7	$ 9.946.454,40	$ 69.625.180,80
Corpoguavio	0,8693	27414244,8	0,83	1	7	$ 22.753.823,18	$ 159.276.762,29
Total	12,8132	404077075,2	0,83	1	7	$ 335.383.972,42	$ 2.347.687.806,91

Acorde con los datos señalados en la Tabla 24, cuyos detalles de cálculo se muestran en el **Anexo 6**, los recursos pagados por la EAAB por concepto de TUA en el sistema Chingaza como máximo pueden ser de $2.347 millones de pesos, y los ingresos acorde con los cálculos realizados a partir de la información de las presentaciones de la misma empresa ascienden a $344.628 millones. Es decir que frente al recaudo total que realiza la EAAB por la venta del agua obtenida del Sistema Chingaza, la compensación de la TUA oscila entre el 0,09% y el 0,68%, siendo así notorio que las inversiones en la conservación por uso del servicio ecosistémico de agua potable son bastante bajas.

A manera de conclusión: en el área de los 31 municipios establecidos como beneficiarios potenciales y actuales del servicio ecosistémico de agua potable se encuentran

relacionadas siete subzonas hidrográficas, de las cuales la del Río Bogotá tiene la mayor presión en consumo de agua y en contaminación, es por ello que en esta zona se debe realizar un trasvase de cuencas desde la zona hidrográfica del Orinoco.

Existen cinco áreas protegidas relacionadas con la prestación del servicio ecosistémico de agua potable, la más representativa es el PNN Chingaza, acompañado de cinco reservas forestales nacionales. Dichas áreas se encuentran sin planes de manejo actualizados y los recursos para la gestión de los mismos son insuficientes, toda vez que las tasas por uso de agua son muy bajas. Así mismo, existen otras áreas protegidas en la zona de estudio que requieren estar articuladas y contribuir a disminuir la presión sobre el Páramo de Chingaza; además en la zona existen recursos para la inversión en cuencas abastecedoras que hoy se gastan de forma desarticulada.

La zona que hoy brinda el servicio ecosistémico de agua potable tiene algunos parches de erosión ligera, moderada y grave, de igual forma tiene conflictos de uso y sus áreas aledañas tienen presencia de explotaciones mineras y petroleras, se hace necesario entonces disminuir la presión sobre estas áreas.

La prestación del servicio de abastecimiento de agua y su complementario de alcantarillado en la zona es deficiente, particularmente en los municipios catalogados como productores.

8. Análisis de los actores presentes en la región

Tras haber identificado los municipios que pertenecen a la región en el capítulo 6 y realizado el análisis del estado actual del servicio ecosistémico de abastecimiento de agua potable en el capítulo 7 se procede a evidenciar los actores relacionados dentro de esta región.

Para el propósito mencionado se analizaran los actores institucionales que tienen relación con tres temas fundamentales: la prestación del servicio de abastecimiento de agua, la conservación del ecosistema y la conformación de una región y por tanto un rol en el ordenamiento territorial.

Teniendo en cuenta los intereses y las competencias de los actores institucionales existentes en los 31 municipios, se identificaron 28 actores que serán analizados por medio del método MACTOR (Matriz de Alianzas y Conflictos, Tácticas, Objetivos y Recomendaciones). Se trata de un método de análisis de juego de actores que persigue valorar las relaciones de fuerza entre los actores y estudiar sus convergencias y divergencias con respecto a un cierto número de posturas y objetivos asociados.

8.1 Fase 1: identificación de los actores

En la Tabla 25 se muestran los 28 actores identificados; 7 de orden nacional, que incluyen Ministerios, las agencias que revisan y vigilan los proyectos mineros y petroleros, de igual forma que la Superitendencia de Servicios Públicos y la Unidad de Parques Nacionales Naturales.

Tabla 25: Actores identificados en la región

N	Actor	Influencia	N	Actor	Influencia
1	Parques Nacionales Naturales	Nacional	15	Ministerio de Ambiente y desarrollo sostenible	Nacional
2	Regional Orinoquia PNN	Regional	16	Ministerio de Agricultura	Nacional
3	PNN Chingaza	Regional	17	Ministerio de Minas y energía	Nacional
4	Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca	Regional	18	Agencia Nacional de Minería	Nacional

N	Actor	Influencia	N	Actor	Influencia
5	Corporación Autónoma Regional de La Orinoquía	Regional	19	Agencia Nacional de Hidrocarburos	Nacional
6	Corporación para el Desarrollo Sostenible de la Macarena.	Regional	20	Empresa de Acueducto y alcantarillado de Bogotá	Regional
7	Corporación Autónoma regional del Guavio	Regional	21	Empresas municipales de Acueductos	Local
8	Alcaldía Mayor de Bogotá	Regional	22	Secretarias de servicios públicos	Local
9	Municipio Categoría 1	Local	23	Comunitarias	Local
10	Alcaldía Municipal categoría 2	Local	24	Superintendencia de servicios públicos	Nacional
11	Alcaldías Municipales categoría 3	Local	25	Departamentos	Regional
12	Alcaldías Municipales categoría 4	Local	26	Concejos Municipales	Local
13	Alcaldías Municipales categoría 5	Local	27	Secretaria distrital de Ambiente	Local
14	Alcaldías Municipales categoría 6	Local	28	Concejo de Distrito Capital	Local

Fuente: Creación Propia

En el ámbito regional se identifican los departamentos, la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá y las autoridades ambientales que confluyen en la zona, que son tres Corporaciones Autónomas Regionales, la Corporación para el área de manejo especial de la Macarena –Cormacarena- que tiene un régimen legl distinto al de las demás corporaciones, El PNN Chingaza, la territorial Orinoquía de Parques.

En el ámbito local se identifican municipios de todas las categorías definidas por la Ley 136 de 1994, modificada por la Ley 1551 de 2012. Así las cosas, se observan: un municipio de categoría especial, un municipio de primera, cuatro municipios de segunda, seis de tercera, uno de cuarta, uno de quinta y diez y siete de sexta categoría. Vale la pena aclarar que esta categoría es la que fue establecida en la vigencia 2013; las clasificaciones realizadas para los municipios tratan de dilucidar si existen diferencias marcadas entre las funciones específicas de un municipio o si existe alguna diferencia de las funciones entre unos y otros municipios.

Se cuenta en la zona con los prestadores del servicio de acueducto comprendidos entre empresas de servicios públicos (16), Secretaria de servicios públicos (6) y asociaciones de usuarios (22). De igual forma los prestadores de servicios públicos descritos en el capítulo 6 se clasificaron como empresas constituidas, prestadores relacionados de forma directa con

los municipios y aquellas asociaciones de usuarios que prestan dicho servicio toda vez que la Ley 142 de 1994 establece diferencias entre estos prestadores.

En esta identificación no fueron incluidos los usuarios del servicio públicos (hogares, comercio, industria), ni las organizaciones comunitarias; toda vez que se trata de analizar la posibilidad institucional de realizar un proceso de regionalización frente a las obligaciones que tiene el Estado de brindar el servicio de abastecimiento de agua y conservar un ambiente sano.

8.2 Fase 2: Identificar los objetivos estratégicos del trabajo a ser analizador por los actores

Dentro de la fase 2 se identificaron las funciones legales relacionadas en el Anexo 7 que cumplen cada uno de los actores identificados en la Fase 1, lo cual da señales de la posición de estos mismos frente a tres objetivos fundamentales:

1. La conservación del ecosistema que permite la prestación del servicio de abastecimiento de agua por parte del Sistema Chingaza
2. La eficiencia en la prestación del servicio de acueducto en la región
3. La conformación de una región funcional que permita lograr los dos objetivos anteriormente mencionados.

8.3 Fase 3: Evaluar las influencias que tienen unos actores sobre otros:

` Se realiza la jerarquización de actores mediante un cuadro de influencias entre actores. Esta matriz se realizó con el apoyo de un abogado que ayudo a identificar de acuerdo a las funciones de cada actor su influencia en las siguientes categorías utilizadas por el estudio de Garza & Cortez (2011):

4: el actor Ai puede cuestionar la existencia del actor Aj
3: el actor Ai puede cuestionar las misiones del actor Aj
2: el actor Ai puede cuestionar los proyectos del actor Aj
1: el actor Ai puede cuestionar, de manera limitada (durante algún tiempo o en algún caso concreto) la operativa del actor Aj.
0: el actor Ai no tiene ninguna influencia sobre el actor Aj

Tabla 26: Relaciones entre los actores

	PN	RO	PNNC	CAR	CORPORONOQUIA	CDSM	CAG	DC	MC1	MC2	MC3	MC4	MC5	MC6	MIN AMBIENTE	MIN AGRICULTURA	MIN MINAS	ANM	ANH	EAB	EMA	SSPM	SPC	SSP	DEP	CM	SDA	CDC
PN	0	3	3	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	2	2	2	1	1	1	0	1	0	0	0
RO	0	0	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0
PNNC	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0
CAR	1	1	1	0	0	0	0	0	2	2	2	2	2	2	0	0	0	0	0	2	1	1	1	0	2	1	1	1
CORPORONOQUIA	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	1	1	1	0	0	0	0	0
CDSM	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	1	1	1	0	0	0	0	0
CAG	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	1	1	1	0	0	0	0	0
DC	0	0	0	3	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	2	1
MC1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	2	0	0	0	0	0
MC2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	2	0	0	0	0	0
MC3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	2	0	0	0	0	0
MC4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	2	0	0	0	0	0
MC5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	2	0	0	0	0	0
MC6	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	2	0	0	0	0	0
MINAMBIENTE	3	3	3	4	4	4	4	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	2	2	1	1	1	1	0	2	1	2	1
MINAGRICULTURA	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1
MINMINAS	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	4	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1
ANM	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1
ANH	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
EAB	1	1	1	1	1	1	1	0	2	2	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	4	4	0	0	0	0	0	0
EMA	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
SSPM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
SPC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSP	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	4	4	4	0	0	0	0	0
DEP	0	0	0	1	1	1	1	0	2	2	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CM	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	2	2	2	0	0	0	0	0
SDA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0
CDC	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	2	0

Fuente: Creación propia

La Tabla 26 resume las relaciones entre los actores dados los objetivos de la tesis. La suma de las filas determina la influencia de los actores y la suma de las columnas la dependencia. Con este criterio se percibe que el actor más influyente es el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, como máximo rector del SINA y como generador de la política ambiental, con 48 puntos. El segundo actor más influyente es la Superintendencia de Servicios Públicos con 26 puntos ello debido a su labor de vigilancia en la adecuada prestación del servicio de abastecimiento de agua. El tercer lugar de influencia con 27 puntos lo tiene a la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, dado que es a través de ella que se están haciendo los contratos de agua en bloque y es la propietaria de los túneles que están haciendo el trasvase de agua.

En cuarto lugar se tiene al Ministerio de Minas, este Ministerio ha tomado relevancia en todas las actuaciones dentro de los municipios ocasionado por el rol de proyecto de interés nacional que se le ha dado a la Minería, por esta razón su influencia sobre las autoridades ambientales y sobre los municipios se ha vuelto determinante. Otro de los actores con alta relevancia en este mismo rango de influencia es la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, la cual ejerce autoridad ambiental sobre la mayor parte de los Municipios del estudio.

En quinto lugar se encuentra PNN dado que ejerce autoridad ambiental sobre el PNN Chingaza que brinda el mayor porcentaje de la concesión de aguas del sistema Chingaza y además la autoridad ambiental encargada del PNN. En este mismo rango se encuentran los Concejos Municipales órganos indispensables para el ordenamiento territorial y las posibles propuestas de regionalización que se puedan generar dadas sus competencias Constitucionales y Legales para reglamentar los usos del suelo.

La clasificación de los municipios en las categorías establecidas en la Ley 1551 de 2012, no generó diferencias en su grado de influencia tal vez porque en asuntos ambientales y de ordenación del territorio, no tienen diferencias sustanciales en sus competencias y en sus influencias sobre los demás actores. De forma similar pasa con las Corporaciones Autónomas Regionales donde se tienen influencias de 10 puntos para Corporinoquia, Cormacarena y Corpoguavio, toda vez que solo cuentan con municipios de sexta categoría en su jurisdicción para este trabajo; no así con CAR Cundinamarca, que tiene influencia sobre los municipios con mayor presupuesto.

En la Figura 30 se muestran gráficamente la influencia de los actores dominantes Ministerio de ambiente, el ANH, el Ministerio de Minas, La Agencia Nacional Minera, Parques Nacionales y el Ministerio de Agricultura. Esto se debe a son quienes establecen las directrices según las cuales se presenta el accionar principal de las entidades territoriales en especial en temas de ordenamiento territorial. Así las cosas, se evidencia la compleja situación de falta de autonomía sobre este aspecto que hoy tienen los municipios, situación que no solamente ocurre en el caso de estos municipios, sino que se replica a lo largo del territorio nacional.

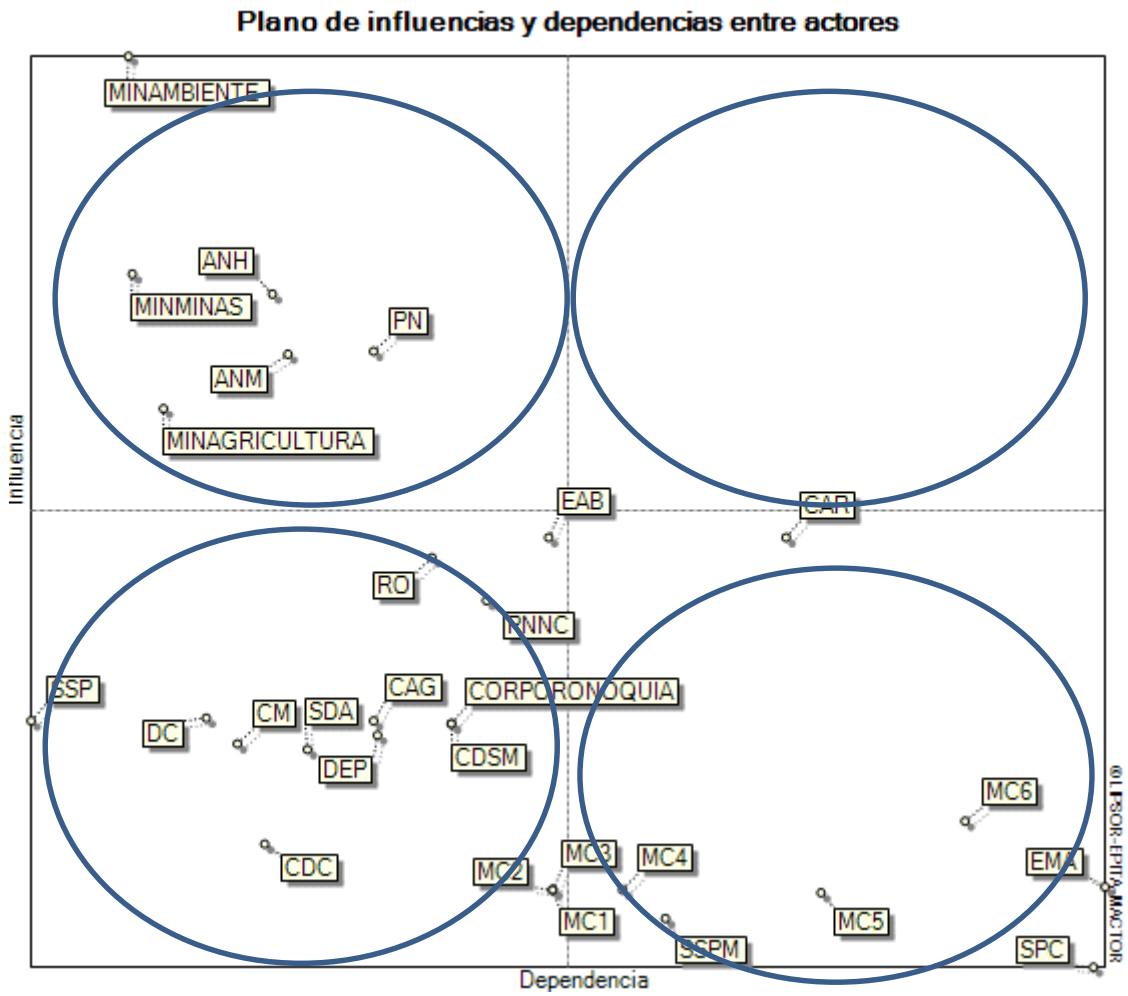

Figura 30: Plano de influencia de los actores
Fuente: Creación propia software MACTOR

Por otro lado se encuentran actores autónomos, los cuales si bien no tienen un alto grado de influencia sobre otras entidades, tampoco tiene mayor dependencia de otras. Tal es el caso de la Superintendencia de Servicios Públicos, las Corporaciones autónomas regionales (Corporinoquia, Corpoguavio, Cormacarena), la EAAB, los departamentos, la regional Orinoquía de Parques, el Parque Nacional Natural Chingaza, la Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá y los municipios de categoría 1,2 y 3, que confluyen en un solo punto del gráfico.

Por otro lado como actores dominados se observan los municipios de categoría 4,5 y 6; las secretarias de servicios públicos, empresas municipales de servicios públicos, CAR Cundinamarca. La división de los municipios en varias categorías hace que la CAR Cundinamarca parezca más dependiente porque tiene municipios de todas las categorías.

De igual forma se puede deducir que es probable por su cercanía con el eje central exista la posibilidad de que la EAAB se convierta en un actor clave.

8.4 Fase 4: en esta fase se determinan las relaciones que los actores tienen sobre cada uno de los tres objetivos planteados

Se fija una posición del actor frente al objetivo, esta posición fue evaluada en el marco de las funciones de los actores, vale la pena aclarar que la postura de un actor hacia uno u otro objetivo puede bien ser positiva o negativa y puede estar en cualquiera de las cuatro categorías siguientes

0: El objetivo no tiene relación con las funciones del actor, ni con sus metas y objetivos

1: El objetivo pone en peligro los procesos operativos (gestión) del actor/ es indispensable para sus procesos operativos

2: El objetivo pone en peligro el éxito de los proyectos del actor / es indispensable para sus proyectos

3: El objetivo pone en peligro el cumplimiento de las misionales del/ es una función misional del actor

4: El objetivo pone en peligro las funciones legales del actor / es indispensable para las funciones legales del actor

Tabla 27: Relaciones actores_ objetivos

Actor	Servicios ecosistémicos	Prestación del servicio de aprovisionamiento	Proceso de regionalización
Parques Nacionales Naturales	4	4	1
*Regional Orinoquia	4	4	1
*PNN Chingaza	4	4	1
Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca	4	1	1
Corporación Autónoma Regional de La Orinoquía	4	1	1
Corporación para el Desarrollo Sostenible de la Macarena.	4	1	2
Corporación Autónoma regional del Guavio	4	1	1
Alcaldía Mayor de Bogotá	3	2	3
Municipio Categoría 1	3	3	1

Actor	Servicios ecosistémicos	Prestación del servicio de aprovisionamiento	Proceso de regionalización
Alcaldía Municipal categoría 2	2	3	1
Alcaldías Municipales Categoría 3	2	3	1
Alcaldías Municipales Categoría 4	2	3	1
Alcaldías Municipales categoría 5	2	3	1
Alcaldías Municipales categoría 6	2	3	1
Ministerio de Ambiente y desarrollo sostenible	4	4	2
Ministerio de Agricultura	2	2	1
Ministerio de Minas y energía	-2	0	0
Agencia Nacional Minera	-2	0	0
Agencia Nacional de Hidrocarburos	-2	0	0
Empresa de Acueducto y alcantarillado de Bogotá	3	4	1
Empresas municipales de Acueductos	3	4	1
Secretarias de servicios públicos	3	4	1
Comunitarias	3	4	1
Superintendencia de servicios públicos	1	4	1
Departamentos	1	2	4
Concejos Municipales	1	2	3
Secretaria distrital de Ambiente	4	4	2
Concejo de Distrito Capital	1	2	4

Fuente: Creación propia

En la Tabla 26 se evidencian las posiciones de los actores hacia cada uno de los tres objetivos establecidos para el proyecto, en este sentido se pueden evidenciar las influencias positivas y negativas de cada uno de ellos hacia la conservación del servicio ecosistémico de agua potable, la conformación de una región y la prestación del servicio de acueducto.

La suma de los valores de las filas determina la influencia de los actores, en esta misma se encuentra que existen tres actores con posiciones negativas hacia la conservación del servicio ecosistémico y la continuidad del PNN, estos son el Ministerio de Minas, la

Agencia Nacional de Minería y la Agencia Nacional de Hidrocarburos, toda vez que la existencia de estas figuras limita la generación de nuevas áreas para explotación de Minas e Hidrocarburos. Estos actores no tienen competencia ni funciones relacionadas con la prestación del servicio de acueducto ni con la conformación de una región.

Los actores que continúan siendo más influyentes y contribuirán de forma positiva al logro de los tres objetivos, dadas sus funciones misionales son la Secretaria Distrital de Ambiente y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Estos dos actores tienen relevancia para los tres objetivos y suman una influencia de 10 puntos. Así mismo Parque Nacionales Naturales, incluyendo la oficina territorial y el área protegida de Chingaza; constituyen otro socio fundamental para lograr los objetivos del proyecto.

El tercer conjunto de actores influyentes dentro de los tres objetivos son las empresas que prestan el servicio de acueducto, pues sea cual sea su categoría, empresa, secretaria de servicios públicos o empresa comunitaria; son ellas quienes prestan el servicio y su interés debe ser la conservación del ecosistema para tener agua para desarrollar su objeto. Además los prestadores del servicio pueden ver una oportunidad de fortalecerse si se realiza un proceso de regionalización o un manejo regional del acueducto.

La Figura 42 muestra las posiciones de cercanía de los actores frente a cada uno de los tres objetivos. El objetivo de conservación de los servicios ecosistémicos se encuentra dentro de los objetivos de la Corporación Autónoma Regional, Corporinoquía, Parques Nacionales Naturales (nacional), la territorial Orinoquía de PNN, de igual forma que el PNN Chingaza y la Secretaria de ambiente de Bogotá.

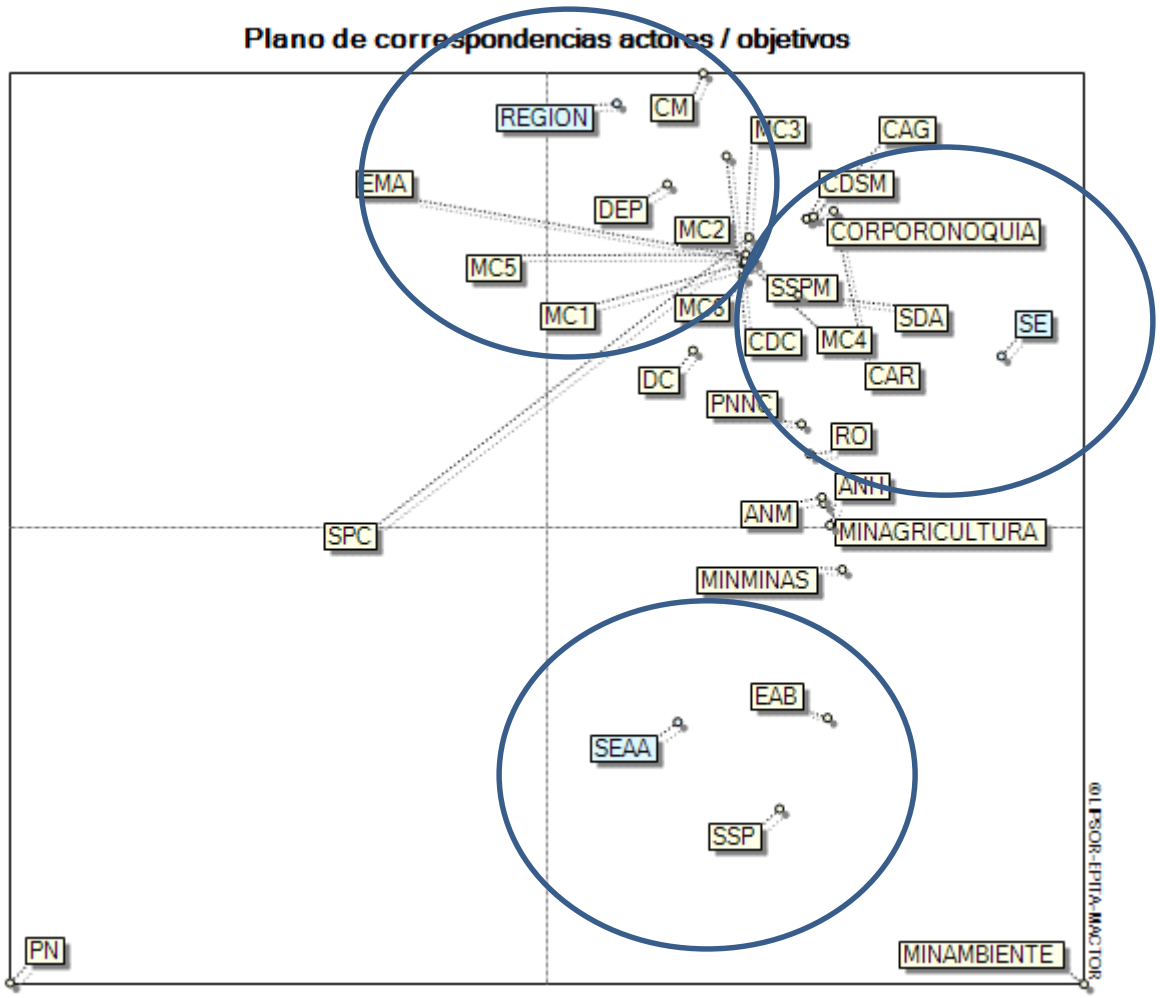

Figura 31: Plano de correspondencia de actores /Objetivo
Fuente: Creación propia Software MACTOR

Respecto del objetivo de la región se encuentran muy cerca los Concejos Municipales, el departamento, las empresas de acueductos municipales y los municipios de todas las categorías

Frente al objetivo de la prestación del servicio de abastecimiento de agua, se pueden ver relacionadas la EAAB y las secretarias u oficinas de servicios públicos municipales, cerca de este objetivo además se encuentra el Ministerio de Ambiente y PNN, pese a que no son los más cercanos, es el objetivo del cual se encuentran más cerca.

La Figura 32 corresponde al histograma de movilización de los actores respecto de los objetivos. Estos datos corresponden con la suma de los valores de las columnas de la Tabla 27, relación actores objetivos. De los actores establecidos, el objetivo que más los

cuestiona es el relacionado con la conservación del flujo de los servicios ecosistémicos, que además de obligatorio cumplimiento legal. Así mismo se evidencia que dentro de los actores relacionados con el objetivo 1, hay 51,3 puntos de entidades que realizan actividades a favor de la conservación del servicio ecosistémico, mientras que se suman 8,6 puntos de entidades cuyas competencias generan oposición frente a la conservación, ejercida como ya se había considerado, por parte de los actores interesados en la explotación minera y de hidrocarburos.

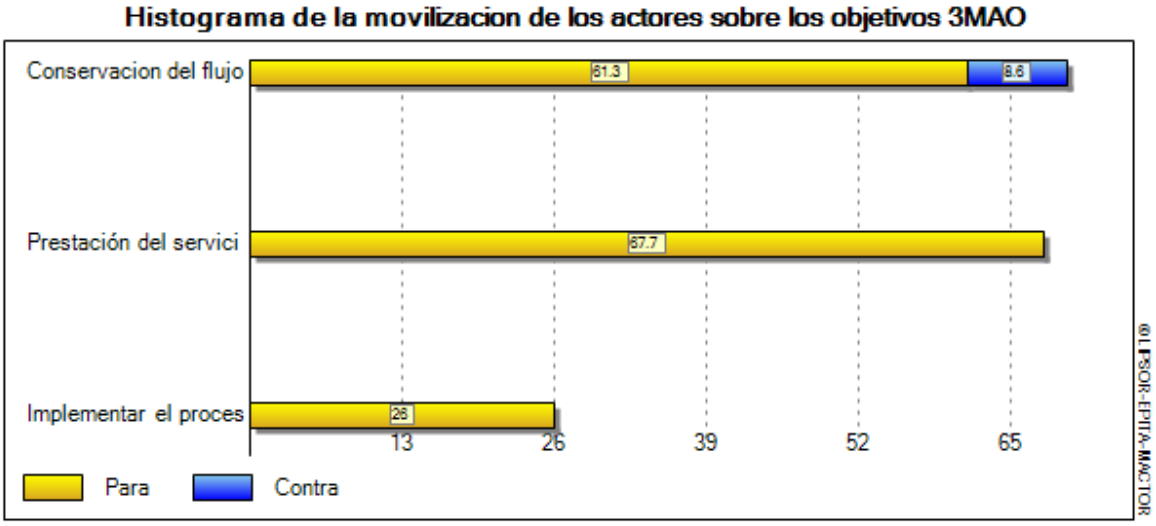

Figura 32: posición de los actores hacia los objetivos
Fuente: Creación propia Software MACTOR

El segundo objetivo que tiene más actores relacionados y tiene mayor preocupación por parte de los actores es la prestación del servicio de abastecimiento de agua. Los actores relacionados se encuentran con un 67,7 de posiciones a favor de este objetivo.

El objetivo que menos une y tiene funciones específicas en la región es el de implementar un proceso de regionalización pues cuenta con tan solo 26 puntos a favor, pero ninguno en contra. Es necesario trabajar en este sentido para evidenciar dentro de los actores las ventajas de tener un modelo regional que permitan lograr la conservación de los servicios ecosistémicos y la calidad de la prestación del servicio de acueducto.

La Figura 33 tiene graficado el histograma de las fuerzas que tiene cada actor en relación con los tres objetivos. Se obtuvieron diferentes resultados que muestran que los

actores más fuertes son los Ministerios, seguidos de la agencia Nacional de hidrocarburos y de Minería, y Parques Nacionales Naturales.

En tercer lugar se encuentra la superintendencia de servicios públicos, la empresa de acueducto y alcantarillado de Bogotá, posteriormente las CAR´s, seguidas la Alcaldía Mayor de Bogotá, los concejos municipales, y en último lugar las alcaldías municipales y las empresas que prestan el servicio de abastecimiento de agua en los municipios.

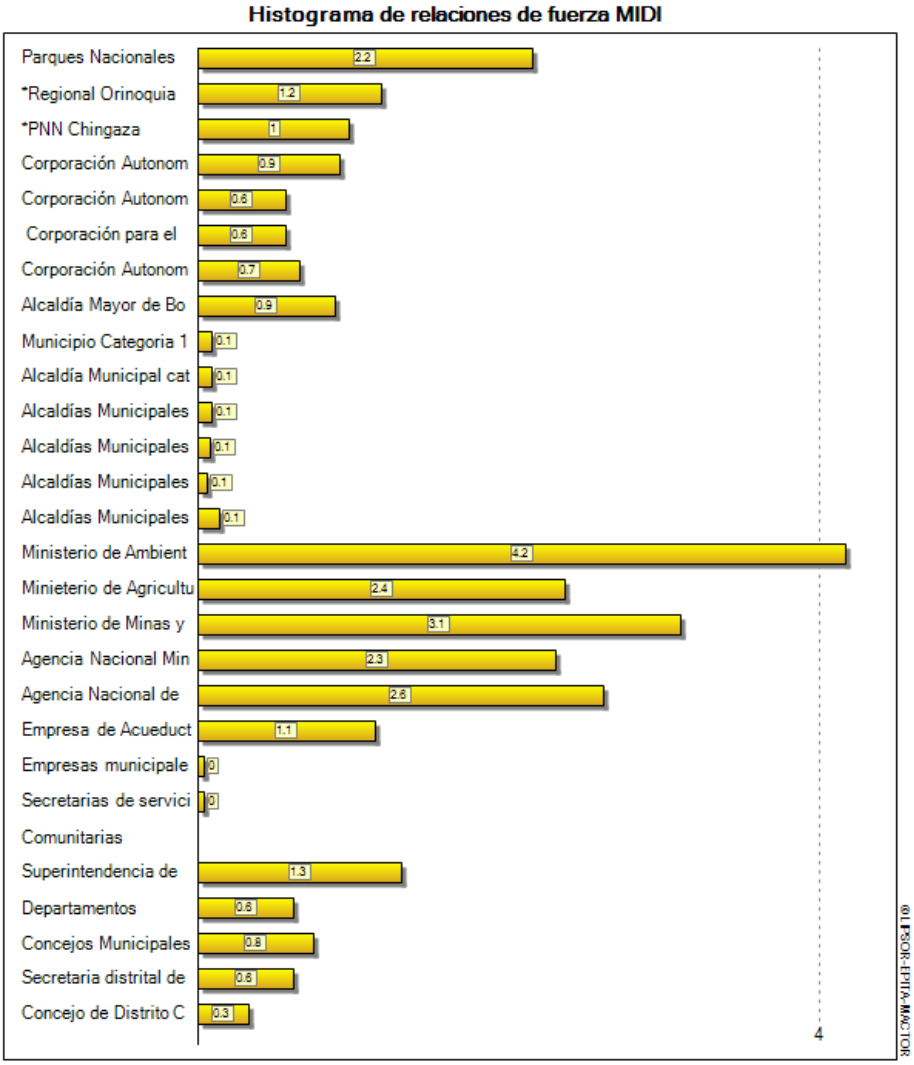

Figura 33: Histograma de relaciones de los actores respecto del estudio
Fuente: Creación propia Software MACTOR

La Figura 34 tiene el mapa de convergencia de los actores en la cual se muestra que dentro de los actores que se encuentran en el territorio hay dos grupos marcados, uno que está acorde con los objetivos nacionales, en relación con la prestación del servicio de abastecimiento dejando de lado la conservación de los servicios ecosistémicos. Por otro lado se encuentran los actores municipales y departamentales incluyendo a las autoridades ambientales. Existe un actor que no tiene relación con los demás, se trata de Parques Nacionales.

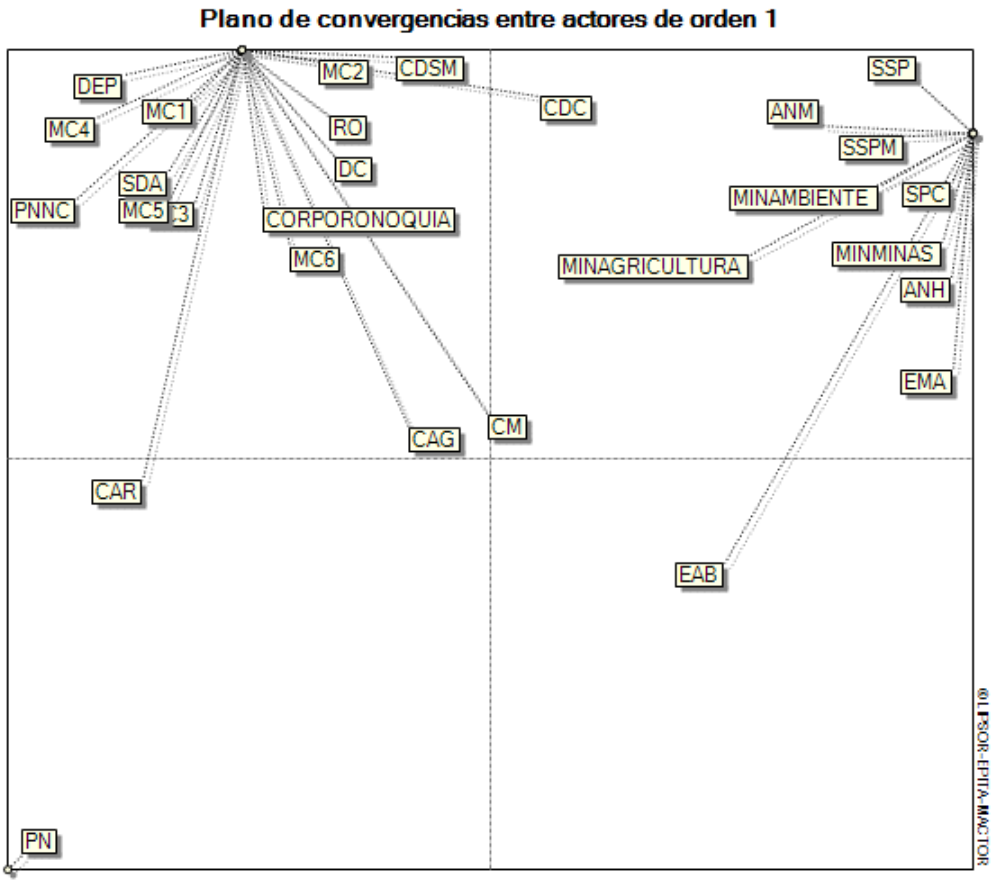

Figura 34: Plano de convergencia entre actores
Fuente: Creación propia Software MACTOR

Se puede notar también que el mapa de divergencias de primer orden también indica que Parques Nacionales es el actor sobre el cual todos tienen divergencias, incluso sus propias oficinas territoriales tal vez esto evidencie la necesidad de que desde el gobierno nacional, esta importante entidad se relacione con las demás a la hora de tomar decisiones o de determinar acciones sobre un territorio.

La Figura 35 muestra que pese a que el objetivo de formar una región no es el más importante para los actores, si es un objetivo cercano para la conservación de los Servicios Ecosistémicos y para la prestación del servicio de abastecimiento de agua.

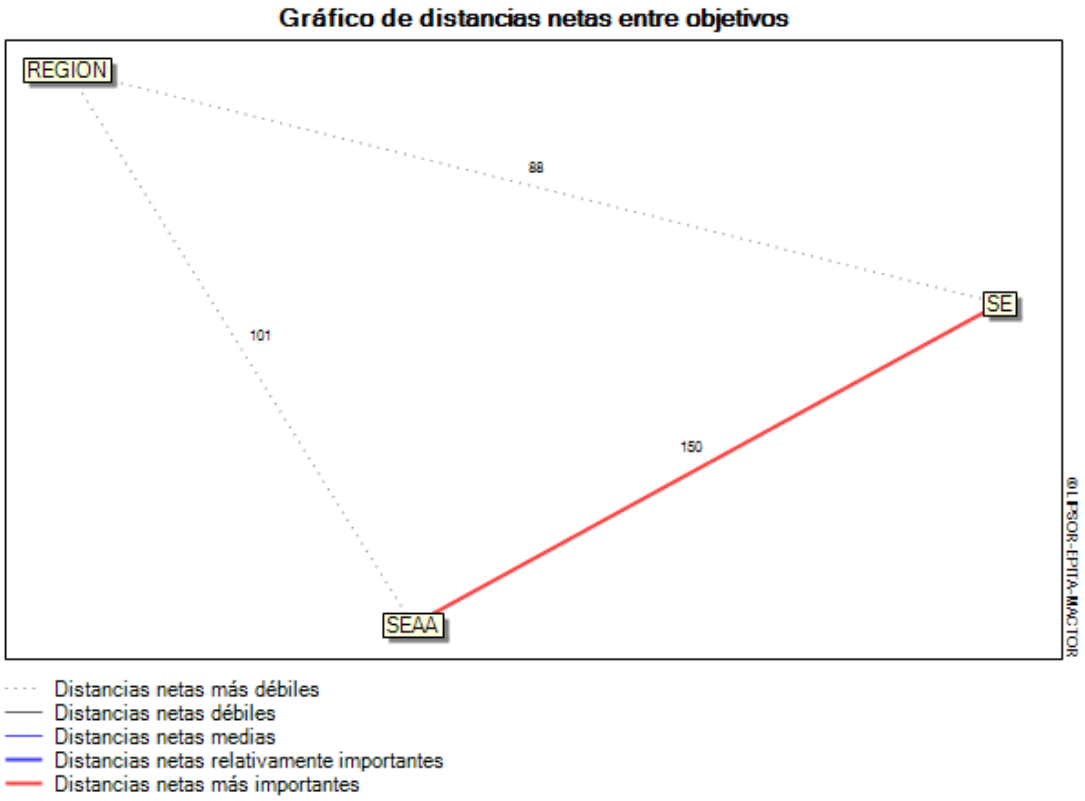

Figura 35: distancias de primer orden entre objetivos
Fuente: Creación propia Software MACTOR

Analizando la Figura 35 se puede observar que existe una importante divergencia entre el objetivo de la prestación del servicio de abastecimiento, y la conservación del servicio ecosistémico; puesto que los actores involucrados en la prestación hoy no se encuentran obligados a conservar la fuente del recurso. Es entonces indispensable trabajar para acercar estos objetivos, esta cercanía pondría más cerca una propuesta de región, lo cual puede evidenciar que hacer una región puede contribuir a articular más estos objetivos.

A manera de conclusión: en los municipios establecidos como beneficiarios confluyen un conjunto grande de actores con diferentes posiciones hacia la conservación del servicio

ecosistémico y que requieren articularse para permitir que se conserve la prestación en las condiciones actuales, además para que se pueda establecer una propuesta regional debe existir una enorme voluntad política y de inversión de recursos.

9. Propuesta de la región

En el marco de la Ley 1454 de 2011 se pretende crear una región funcional, con intereses respecto de la prestación del servicio de abastecimiento de agua potable para el consumo humano. Para tal fin algunos municipios deben transferir y/o invertir recursos económicos y otros municipios deben contribuir vía usos del suelo a la conservación de las áreas aledañas al PNN y de esta forma conservar los servicios ecosistémicos y realizar sus propias inversiones.

Por otro lado, la región deberá garantizar la calidad de la prestación del servicio de acueducto para todos los municipios, dando soporte a un modelo empresarial que permita la continuidad del servicio, que garantice su calidad y que pueda ayudar a la conservación y sostenibilidad del recurso.

9.1 Propuestas con las que se debe articular la propuesta de región

En la zona de estudio existen tres iniciativas de relacionadas con procesos de articulación regional que se deben considerar, la región de administración y planificación-RAPE- que integra los cuatro departamentos y al distrito capital; la Gerencia Técnica de la Cuenca Hidrográfica del Río Bogotá, creada a partir de la Sentencia de la Acción Popular del Río Bogotá, que obliga a delimitar una región hídrica; y las POMCAS del Río Bogotá, Guatiquía, Guayuriba, Guavio, Humea, Guacavía y Sumapaz.

9.1.1 La Región administrativa y de planificación especial –RAPE- región central

La RAPE central que se representa en la Figura 36, fue conformada en al año 2014 por los departamentos de Cundinamarca, Meta, Tolima y Boyacá, en conjunto con el Distrito Capital, y fue aprobada mediante Ordenanza 228 de 2014 proferida por la Asamblea Departamental de Cundinamarca, la Ordenanza 005 de 2014 proferida por la Asamblea Departamental de Boyacá, la Ordenanza 0016 del 6 de agosto de 2014 proferida por la Asamblea Departamental de Tolima, la Ordenanza 845 de 2014 proferida por la Asamblea Departamental de Meta, y el Acuerdo 563 de 2014 proferido por el Concejo de Bogotá, D.C.

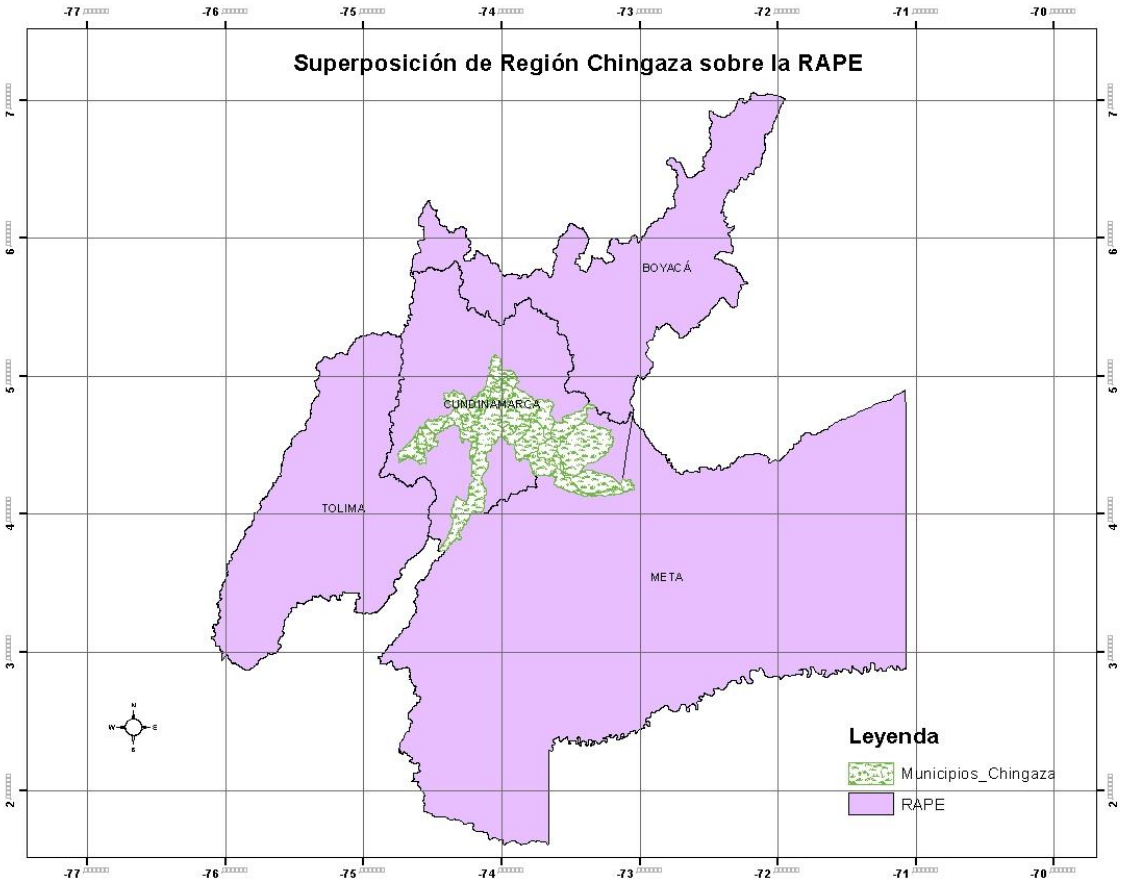

Figura 36: superposición de región Chingaza sobre la RAPE
Fuente: Creación propia Software ArcGis 10.2 Cartografía Base IGAC

La región central tiene por objeto "*garantizar la ejecución de planes y programas de desarrollo integral y la prestación oportuna y eficiente de los servicios a su cargo, así como el desarrollo económico y social, la inversión, la competitividad del territorio objeto de su competencia y el bienestar de sus habitantes*" (RAPE, 2014).

En la RAPE se encuentran establecidos como hechos regionales aquellos que competen a dos o más integrantes de la región, para el caso específico del área de estudio se encuentran involucrados 3 actores los departamento de Meta y Cundinamarca y el Distrito Capital, siendo así que la región propuesta se puede articular como un hecho regional, aunque en la RAPE el protagonismo de los municipios es muy débil.

Dentro de las funciones de la Rape se encuentra la prestación de servicios públicos de escala regional (Función 4), los cuales siendo del caso podrán prestarse de manera directa o por intermedio de prestadores como entidades descentralizadas, en este caso se encuentra

el servicio de abastecimiento de agua y su complementario de alcantarillado, como un servicio público que se convierte en un hecho regional, dada la forma como se relacionan los municipios.

Otra competencia de la RAPE es la de participar en los procesos de ordenamiento y planificación del desarrollo económico, social y de los recursos naturales en el ámbito regional.

Dentro de la caracterización misma de la RAPE se reconoce la importancia estratégica del PNN Chingaza:

> Cuyo relieve se caracteriza por la presencia de la Cordillera Oriental. Su borde oriental es un área ecológica estratégica que alberga un sistema de páramos vital para el ciclo del agua. Este ecosistema provee agua a embalses del acueducto de Bogotá que surten no sólo a la Ciudad sino a gran parte de la sabana, y genera la energía hidroeléctrica del Guavio (RAPE, 2014, p.91).

En los actos administrativos de creación de la RAPE, Bogotá hizo una importante relevancia frente a la conservación de los servicios ecosistémicos para la capital y en este sentido será la propuesta de integración del proyecto una aproximación más cercana a lo que se puede considerar hoy sobre el servicio de abastecimiento de agua.

Para el Departamento de Cundinamarca uno de los principales objetivos de creación de la RAPE fue la prestación de los servicios públicos y el de procurar el desarrollo estratégico y regional. Este objetivo regional se encuentra articulado con los objetivos de este trabajo de prestar un servicio de abastecimiento de agua y el de conformar una región.

Dentro de los instrumentos de planeación de este departamento se hace mención al ordenamiento territorial alrededor del agua y de la comprensión y sostenibilidad de los recursos naturales renovables y no renovables.

En el Departamento del Meta por su parte, uno de los objetivos de creación de la RAPE fue buscar mejorar la calidad de vida de los habitantes mediante la coherencia y articulación de las acciones de las entidades territoriales y la ejecución de proyectos que permitan el desarrollo sostenible de la región.

Dentro de las agendas de integración regional de la RAPE se encuentra la sustentabilidad ecosistémica y el manejo de riesgos para la preservación de la estructura ecológica principal y la estructuración de proyectos que permitan la conservación de los ecosistemas de Páramos y la formulación de un plan de manejo del recurso hídrico de la zona.

9.1.2 La Región hídrica del río Bogotá, orden 4.13 sentencia río Bogotá Consejo de Estado

La Sentencia del 28 de marzo de 2014 proferida en segunda instancia por el Consejo de Estado en una Acción Popular sobre la recuperación del Río Bogotá, ordena una serie de acciones que deben ser cumplidas, entre otros, por las entidades territoriales pertenecientes a la cuenca del Río Bogotá y a la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá. En esta Sentencia histórica del año 2014 donde el Consejo de Estado, responde a tres acciones populares de particulares que exigían la realización de gestiones para la descontaminación y protección del río por parte de los municipios de la cuenca del Río Bogotá, y a todos aquellos particulares que se encontraban interviniendo y contaminando este afluente.

La Sentencia ampara los derechos colectivos relacionados con el agua, el goce de un ambiente sano, la existencia del equilibrio ecológico y el manejo y aprovechamiento racional de los recursos naturales para garantizar su desarrollo sostenible, el acceso a los servicios públicos y a que su prestación sea eficiente y oportuna.

El fallo ordena al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible la creación de la Gerencia de la Cuenca Hidrográfica del Río Bogotá, y como órgano transitorio, un Consejo Estratégico de la Cuenca Hidrográfica del Río Bogotá, que se constituye en la instancia máxima de las decisiones de inversión y planificación dentro de la Cuenca del Río Bogotá.

La Sentencia ordena además promover la cooperación con visión regional de los entes territoriales entre sí y desde las diferentes autoridades ambientales y demás actores relacionados con la cuenca hidrográfica del Río Bogotá para desarrollar planes de acción consensuados que compartan metas y recursos financieros, técnicos e institucionales, delimitando para este fin la Región Hídrica del Río Bogotá.

La decisión judicial está dando paso a una nueva región que bien podría articularse con las acciones de la RAPE y que sin lugar a dudas tiene una fuerte relación con el agua que se consume en los municipios de la cuenca del río Bogotá, toda vez que es la falta de tratamiento del agua servida doméstica, mucha de la cual originalmente proviene de Chingaza, por lo tanto hace parte del agua contaminada que llega al Río Bogotá. Por lo tanto es necesario que dentro de las cuentas que se hacen para la construcción de plantas de tratamiento se considere el agua que proviene de Chingaza.

Tal situación ya ha sido percibida por la EAAB, la cual ha liderado la conformación de la región hídrica del Río Bogotá y contemplan la posibilidad de unir a esta iniciativa de la cuenca del Río Bogotá a 6 municipios del oriente de Cundinamarca que hacen parte del PNN Chingaza (Fómeque, Junín, Choachí, Gachalá, Guasca y Medina), considerando que el municipio de La Calera pertenece al PNN Chingaza y a la Cuenca del Río Bogotá. (EAAB, 2015)

Dentro de este proyecto se encuentran incluidos 20 de los 46 municipios de la Cuenca del Río Bogotá, es decir que las acciones contempladas dentro de la Sentencia del Consejo de Estado y que tienen relación directa sobre el manejo del recurso hídrico en los 20 municipios están vinculadas con las acciones propuestas dentro de este estudio y vuelven a comprobar que el agua sin lugar a dudas es el eje articulador del desarrollo regional.

9.1.3 Planes de ordenación y manejo de cuencas que hacen parte de la propuesta

El Decreto 1076 de 201 reglamenta la formulación de los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de cuencas POMCAS. Para la fecha de elaboración del proyecto de investigación el estado de las POMCAS de las subzonas hidrográficas definidas en el capítulo 6 es el que se muestra en la Tabla 28:

Tabla 28: Estado de formulación de Los POMCAS

CUENCA (Subzona hidrográfica)	Estado de ordenación
Río Bogotá	Formulada y aprobada en el año 2006 Resolución 3194 de 2006 su vigencia es del año 2006-2019 Uno de los objetivos de este POMCA es: Regular y preservar los recursos hídricos para el uso doméstico, agropecuario, industrial y otros.

CUENCA (Subzona hidrográfica)	Estado de ordenación
	Propone además programas para la Conservación y Protección de cuerpos de agua y sobre el Abastecimiento de agua potable. La sentencia del Río Bogotá ordena a la CAR Cundinamarca a actualizar en forma inmediata el POMCA dando un plazo de 20 meses a partir de la ejecutoria de la sentencia. (Sentencia,2014)
Río Guatiquía	La POMCA fue adoptada por medio la Resolución No. 003 de 2010, tiene comisión conjunta integrada por PNN – CORMACARENA, su vigencia es del 2010-2020 Tiene dentro de su componente programático propuestas respecto del manejo integral del agua y el saneamiento ambiental y conservación de áreas estratégicas para la sostenibilidad de la cuenca, tales aspectos se resaltan dentro de las determinantes de ordenamiento territorial de la jurisdicción de Cormacarena (CORMACARENA, 2016)
Río Guayuriba	La POMCA fue aprobada por medio de la Resolución conjunta N 2 de La CAR, CORPOGUAVIO, CORPORINOQUIA, PNN y CORMACARENA y mediante la Resolución 570 de 2012 de Cormacarena (CORMACARENA, 2016)
Río Humea	Se reconformo la comisión conjunta mediante el acta 002 de 2015, y se declaró en ordenación mediante la Resolución de la comisión conjunta N RESOLUCIÓN No. 003 DEL 15 DE ENERO DE 2015 CORPOGUAVIO – CORPORINOQUIA – CORMACARENA. (CORPOGUAVIO,2016)
Río Guacavia	Se declara en ordenación mediante la Resolución conjunta No. 001 De 21 DE Agosto de 2013 CORPOGUAVIO – CORPORINOQUIA, CORMACARENA. (CORPORINOQUIA,2016)
Río Sumapaz	Se conformó la Comisión Conjunta con Car Cundinamarca, Cortolima y PNN; fue declarada en ordenación en noviembre de 2005.(CAR,2016)
Río Guavio	Se reconformo la comisión conjunta mediante el Acta 002 de 2015, Se viene avanzando en la elaboración de la Fase de Aprestamiento.(CORPOGUAVIO,2016)

Fuente: creación propia a partir de información de los planes de acción institucional 2016-2019 CORPOGUAVIO, CORPORINOQUIA, CORMACERENA, CAR Cundinamarca.

9.2 Líneas estratégicas de la región

Para la conformación de la región es indispensable definir acciones de corto, mediano y largo plazo; pues la estructura de manejo de agua y las concesiones que se tienen en la actualidad así lo exigen. Se puede pensar entonces en acciones de corto plazo (4 años) que involucren los instrumentos de planeación local y regional para la ejecución de acciones articuladas respecto del abastecimiento de agua (Planes de desarrollo, Planes de acción

Car´s); respecto del mediano plazo (10-12 años) se deben articular acciones con instrumentos como POMCAS, POT´s, PGAR, Planes de manejo de áreas protegidas; en el largo plazo constituir una programación de 40 años correspondiente al tiempo restante de las concesiones de agua con PNN dentro del Sistema Chingaza.

9.2.1 Regulación de las tasas por uso del agua

Acorde con el panorama evidenciado en el apartado 7.3.2, los recursos pagados por tasa de uso de agua tienen una representatividad respecto del costo de venta del agua de menos del 1% anual; lo cual indica que no se están generando recursos suficientes para la protección de las cuencas abastecedoras. La tarifa mínima de la tasa de uso fue calculada en el año 2004 y se actualizada anualmente por medio del IPC. La Resolución 240 de 2004, emitida por el Ministerio de Ambiente, señala que se deben realizar actualizaciones de los datos base y por tanto de la tarifa cada 5 años.

Es urgente entonces considerar una nueva tarifa mínima para la tasa por uso de agua que supere al menos los $100 por metro cubico. De esta forma la EAAB realizaría una inversión de por lo menos el 1% de lo facturado por la venta del agua en la ciudad y los municipios aledaños. Este porcentaje es nimio si se tiene en cuenta que la tasa se cobra por el agua captada y no por la realmente vendida por la empresa, datos que presentan bastante diferencia porque la EAAB tiene un 37% de agua no contabilizada.

Corto Plazo: Ajustar la Tarifa mínima aprobada en la Resolución 240 de 2004. Establecer una tasa de ajuste de la tarifa diferente al IPC que se relaciones con un factor de ajuste al cumplimiento de metas de reducción del desperdicio o de agua no contabilizada.

Realizar las mediciones de los caudales reales que vienen de las concesiones de Chingaza, Corpoguavio y Corporinoquia.

Mediano Plazo: Realizar el ajuste de la tarifa anualmente y realizar un recalculo cada 5 años de la tarifa mínima incorporando los ajustes respectivos.

9.2.2 Conservación del servicio ecosistémico

Para lograr la sostenibilidad del servicio ecosistémico se hace necesario restaurar y recuperar las zonas dentro del PNN y las áreas aledañas en especial aquellas que cuentan con deforestación ligera y formular instrumentos de planeación que permitan articular acciones de conservación sobre los suelos de la región, en especial aquellos que están brindando el servicio ecosistémico.

Corto plazo: Formular un programa nacional de monitoreo de la zona de trabajo que incluya los lineamientos estructurales para la formulación de los POMCAS y Planes de ordenamiento territorial de los municipios.

Realizar los procesos de restauración de las áreas dentro del PNN que se encuentran con grados de erosión moderada y ligera

Revisar y ajustar o formular las POMCAS dentro de las 7 Subzonas hidrográficas garantizando la articulación de las acciones regionales.

Realizar la revisión general de los planes de ordenamiento territorial de todos los municipios de la región en donde se garantice la incorporación del servicio ecosistémico de agua potable como un determinante de la planificación a largo plazo.

Mediano Plazo: Implementar las acciones de mediano plazo de los POMCAS, realizar procesos de seguimiento y evaluación a los apartados ambientales de los planes de ordenamiento territorial.

Realizar los procesos de restauración que permitan la recuperación de las áreas dentro de las reservas forestales nacionales con erosión ligera y moderada.

Largo Plazo: Realizar las inversiones necesarias establecidas dentro del plan de monitoreo del área para el largo plazo.

9.2.3 Fortalecimiento institucional para la prestación del servicio de abastecimiento de agua

Corto plazo: Entrega del manejo empresarial del servicio de acueducto y su complementario de alcantarillado por parte de los 46 prestadores de servicios públicos a una empresa de alcance regional que puede ser la EAAB.

Mediano plazo: Fijación de tarifas unificadas para todos los municipios para la prestación del servicio de abastecimiento de agua y su complementario de alcantarillado.

Largo plazo: Realizar evaluaciones constantes de la prestación del servicio de alcantarillado por parte de los municipios.

9.2.4 Apropiación social del ecosistema y de los servicios ecosistémicos

Corto plazo: Realizar acciones de sensibilización sobre el cuidado y aprovechamiento del agua en toda la región en centros educativos apoyando PRAES y PROCEDAS formulados alrededor del agua.

Mediano plazo: Realizar acciones de sensibilización sobre el cuidado y aprovechamiento del agua en toda la región en centros educativos apoyando PRAES y PROCEDAS formulados alrededor del agua.

9.2.5 Uso sostenible de la biodiversidad, modelos de desarrollo limpio y pago por servicios ambientales

Corto plazo: realizar el diagnóstico de las prácticas productivas insostenibles que se realizan dentro de las áreas protegidas en el páramo de Chingaza.

Incorporar a los campesinos de las áreas preseleccionadas en un esquema de pago por servicios ambientales como BANCO2

Mediano plazo: Comprar los predios que se consideren prioritarios para la conservación del servicio ecosistémico y continuar con acciones de uso sostenible y de conversión de campesinos en las zonas prioritarias en las que no se cuente con recursos para su compra.

9.2.6 Acciones de articulación con otras iniciativas

Corto, mediano y largo plazo:

Contribuir al cumplimiento del fallo del río Bogotá dando un manejo adecuada a las aguas servidas que provienen de los municipios articulados dentro de la región.

Articular las acciones del área con el ANLA y la ANM respecto de nuevos proyectos de explotación minera en la zona

Articular acciones con la RAPE la existencia de un hecho regional relevante para su funcionamiento que compromete tres actores de su desarrollo

9.3 Actores y sus roles dentro de La región

De acuerdo al **Anexo 7** que cita las funciones de cada actor en la región respecto de la prestación del servicio de abastecimiento de agua, la protección del ecosistema y la regionalización; se propone que la región tome las siguientes funciones:

1. Prestación del servicio de abastecimiento de agua
2. Prestación del servicio de alcantarillado en la región
3. Protección del ecosistema y manejo de todas las áreas protegidas presentes en la región
4. Formulación de POMCAS de las siete cuencas apoyados en la comisión conjunta que integran las CAR
5. Propuesta de determinantes de ordenamiento territorial que incluya umbrales máximos de suburbanización en relación con la existencia de agua para la prestación del servicio ecosistémico.
6. Formulación de esquemas de pago por servicios ambientales
7. Proyectos de reconversión productiva en los municipios dentro de la región

La región debería tener un gerente y una planta administrativa integrada por parte de los funcionarios de las entidades que como consecuencia del traspaso de sus funciones desaparezcan, de igual forma debe tener una oficina delegada en cada uno de los municipios de la región para garantizar el manejo eficiente del agua.

Los municipios: deben continuar con su labor de ordenamiento territorial articulada con las directrices de la región y las POMCAS

Las Autoridades Ambientales: pertenecerán a las comisiones conjuntas de los POMCAS formulados y contribuirán con su implementación en las áreas donde la región no tiene jurisdicción.

ANH y ANM: articularán acciones con la región a la hora de conceder nuevas licencias en los municipios que pertenecen a la misma; a fin de garantizar la sostenibilidad del servicio ecosistémico

RAPE y Departamentos: articular los propuesta de ordenamiento departamental en el marco de la región, reconocer la región como un hecho regional en la RAPE.

9.4 Fuentes de financiación de la región

Durante toda la vigencia de la región (40) años se podrían utilizar los recursos que se expusieron en el apartado 6.3.2, los recursos del 1% de los ingresos corrientes de libre destinación, los recursos del SGP Agua potable y saneamiento básico, las tasas por uso de agua.

Corto plazo: para el apalancamiento de la región y el inicio de los proyectos de largo plazo todos los municipios deberán realizar un aporte de un porcentaje entre el 1% y el 5% de los ingresos percibidos por impuesto predial y de industria y comercio.

Se debe iniciar el proceso de articulación de una tarifa única por la prestación del servicio de acueducto y su complementario de alcantarillado en todos los municipios de la región que incluya un factor de por lo menos el 10% de inversión en la conservación de las áreas protegidas.

Mediano plazo y largo plazo: la sostenibilidad de la región depende de la prestación eficiente del servicio de acueducto, las tasas por uso de agua actualizadas y los ingresos por SGP agua potable y saneamiento básico.

9.5 Indicadores a equiparar en la región

- Acorde con los indicadores del análisis de la dependencia espacial se busca tener una reducción de los indicadores de IPM, NBI.
- De igual forma se busca regular el índice de uso del agua de las cuencas IUA
- Se busca que el DBO, DQO y los SST en la cuenca del río Bogotá disminuyan a los niveles de la SZH del río Guatiquía.

10. Conclusiones y recomendaciones

A lo largo del documento se ha evidenciado que alrededor de la región abastecida de agua potable por el Sistema Chingaza, existen actores diversos que confluyen en su conservación. El solo de hecho de que dicho sistema cuente con concesiones de agua de tres autoridades ambientales hace pensar en que es necesario que estas se articulen para la conservación del servicio ecosistémico.

La presencia de áreas protegidas diferentes al PNN Chingaza, como las reservas forestales nacionales, el recién declarado Páramo de Chingaza, las reservas de la sociedad civil, los parques regionales y las reservas forestales regionales; muestran varias figuras de conservación en la zona de la región propuesta, que deben estar articuladas.

Respecto de las inversiones de los recursos destinados para la protección de las cuencas abastecedoras, la investigación ha expuesto que los municipios que consumen agua del sistema Chingaza hacen sus inversiones en sus propios territorios desconociendo que el recurso hídrico que consume esta fuera de su jurisdicción incluso fuera de su cuenca.

Las tasas por uso de agua son instrumentos financieros necesarios para la conservación de las áreas que prestan el servicio de abastecimiento de agua, sin embargo, su cálculo y su costeo desconoce la actual situación de las áreas protegidas. Para el caso del Sistema Chingaza llega incluso a ser menos del 1% de los recursos recibidos por la EAAB. Por lo tanto, es indispensable realizar un recalculo de esas tasas.

Existen en la zona diversos actores que toman decisiones sobre temas como el ordenamiento territorial, el manejo de los recursos hídricos y la consolidación de las áreas protegidas. No obstante, dichos actores actúan cumpliendo sus propios objetivos misionales y desconociendo que existen otros actores dentro del territorio.

De acuerdo a las anteriores consideraciones se puede concluir que la ausencia de una instancia de articulación de gestiones y de recursos respecto de la prestación del servicio de abastecimiento de agua potable por parte del Sistema Chingaza, no ha permitido que se

realicen acciones eficaces de manejo y administración del servicio ecosistémico que permita su sostenibilidad en el largo plazo.

10.1 Beneficiarios del servicio ecosistémico de agua potable

Existen 31 municipios que se pueden considerar beneficiarios del agua potable del Sistema Chingaza, los cuales se pueden clasificar en productores y consumidores de acuerdo con su ubicación dentro de las áreas protegidas que abarcan el Sistema Chingaza. De acuerdo a los resultados de la presente investigación se concluye que los escasos recursos financieros con los que cuentan los municipios productores son insuficientes para hacer sostenible el servicio ecosistémico y por esa razón se deben articular a través del instrumento regional para realizar las inversiones necesarias para su cuidado y para garantizar así la existencia de este importante servicio ecosistémico para las generaciones futuras que se seguirán concentrando en la zona más densamente poblada del país.

10.2 Estado actual del servicio ecosistémico

El servicio ecosistémico de abastecimiento de agua en la región propuesta tiene enormes desbalances entre una y otra cuenca. Se encuentran la SZH del río Bogotá completamente contaminada y que requiere más recursos hídricos disponibles para la sostenibilidad de sus pobladores. Así mismo se encuentra en aumento su área construida y tiene por tanto mayores necesidades de recurso hídrico de buena calidad.

Por otro lado están los municipios con presencia en el Sistema Chingaza que tienen cuencas con mayor disponibilidad de recursos hídrico y con menos contaminación, que cuentan con manejos empresariales inadecuados que hacen que sus pobladores no reciban agua potable de calidad. Estos municipios además tienen población rural con actividades ganaderas y agrícolas en áreas muy cercanas a las áreas protegidas del Sistema Chingaza, aspecto que pone en riesgo la sostenibilidad del servicio, más si se tiene en cuenta la debilidad institucional de estos municipios para impedir que esta situación se reproduzca.

El área aledaña al PNN Chingaza cuenta con áreas protegidas nacionales que pueden garantizar espacios de transición entre las actividades de alto impacto como la minería y la

explotación petrolera, las cuales no cuentan con planes de manejo y por lo tanto no tienen recursos ni instituciones que agencien su conservación, en tal sentido el PNN Chingaza se ve directamente amenazado por actividades como la ganadería y la agricultura a apenas unos pasos fuera de su límite y la explotación petrolera y minera a unos cuantos kilómetros.

10.3 Actores presentes en la región

Los actores presentes en la región propuesta tienen alguna relación, así sea tangencial, con el manejo del agua para el consumo humano. Siendo así, es indispensable que cada uno asuma su rol y no pierda la visión de considerar que sin el recurso no se puede vivir en esta zona y por ende se deben tomar medidas que den sostenibilidad al servicio ecosistémico.

Sin lugar a dudas, la conformación de una región en donde se focalicen esfuerzos de inversión desde diferentes ópticas, puede garantizar que se preserven los recursos; sin embargo, observando el historial de la conformación de alianzas regionales con Colombia; es probable que esta iniciativa no tenga eco dentro de los actores, más aún cuando existen dos iniciativas de regionalización que involucran a los mismos municipios en temas similares y que han costado años de esfuerzos técnicos y políticos para su conformación.

No se puede dejar de lado que las iniciativas regionales no comprenden a todos los municipios concernidos en el presente estudio, pues por un lado la Gerencia Técnica de la Cuenca del Río Bogotá, no tiene en cuenta a los municipios señalados como productores en el presente estudio; y por otro lado, la RAPE, consideró tan solo la intervención de los Departamentos y el Distrito de Bogotá pero no involucra directamente a los municipios, cuyos recursos son una importante fuente de financiación en la región propuesta.

No obstante, es necesario tener en cuenta que el esquema de financiación propuesto involucra principalmente recursos de los municipios y en ese orden de ideas, también puede ser recomendable explorar la posibilidad articular el territorio de los 31 municipios en una región funcional que gire en torno de la prestación del servicio de agua potable y la conservación del recurso hídrico.

10.4 Propuesta de región

Para garantizar la sostenibilidad del recurso y del abastecimiento de agua en general se han priorizado las siguientes acciones:

- Articular el territorio de los 31 municipios en una región funcional que gire en torno de la prestación del servicio de agua potable y la conservación del servicio ecosistémico.
- Establecer un consejo regional que nombre al gerente de la región y establezca su propio reglamento, este debe estar conformado por todos los actores regionales, locales y nacionales que fueron analizados dentro del mapa general de actores.
- Diseñar, establecer y amojonar las zonas de amortiguación dentro de los planes de ordenamiento territorial de los municipios aledaños al Sistema Chingaza que garanticen la revegetalización del bosque alto andino, y el tránsito desde la segura degradación y desertificación a la conservación y sostenibilidad del ecosistema.
- Revisar las licencias ambientales para proyectos de explotación minera o de hidrocarburos, de igual forma que los proyectos viales expedidas en cercanías del PNN Chingaza
- Es indispensable restaurar las zonas degradas y que se encuentran en la categoría de erosiones ligera o moderada dentro del PNN Chingaza lo cual procurará su conservación en el largo plazo
- Es importante realizar procesos de cerca viva y compra de predios en aquellos lugares de Chingaza donde aún se encuentren propietarios privados.
- Revisar el estado actual de los prestadores del servicio de abastecimiento de agua, realizando el diagnóstico sobre la calidad del agua y la sostenibilidad financiera de las empresas; de acuerdo a los resultados proponer un manejo empresarial sólido y comprometido con la conservación del recurso hídrico

10.5 Acciones específicas para la sostenibilidad del servicio ecosistémico

Es indispensable que para la conformación de la nueva región se consideren acciones de monitoreo de los cuerpos de agua, conocimiento de las ofertas y demandas hídricas de los

municipios presentes en la zona, acciones de descontaminación de las fuentes hídricas, restauración del suelo y, cambio en los usos del suelo de las áreas aledañas al PNN Chingaza.

A pesar de la existencia de los Estudios Nacionales del Agua para esta zona, considerando que tiene la cobertura de cerca del 20% de la población del país, es necesario contar con un monitoreo de las fuentes superficiales y de las aguas subterráneas; que en la actualidad son la principal forma de abastecimiento de agua para el consumo humano, la ganadería y la agricultura, pues solo de esta forma es posible conocer la oferta disponible y su calidad.

Conservar la calidad del recurso hídrico debe ser una acción de primera línea para los municipios pues los mismos cuentan con funciones no solo para el abastecimiento; si no para el manejo de aguas servidas en condiciones de calidad. Así mismo, las Corporaciones Autónomas regionales tienen objetivos de calidad de las fuentes hídricas. Por lo tanto es indispensable que los municipios y las Corporaciones actúen de una manera más articulada, continuando con las acciones de descontaminación de río Bogotá (Sentencia), y fortaleciendo los sistemas de monitoreo de la calidad de los vertimientos de aquellos municipios que no fueron cobijados por la Sentencia de la Acción Popular del Río Bogotá.

Para combatir los problemas de la erosión leve en 424,11 Ha, y erosión moderadas en 1496 Ha.; es necesario que se implementen acciones de restauración al interior del parque que permitan recuperar servicios ecosistémicos. Para este propósito es recomendable utilizar herramientas de manejo del paisaje, cuyo costo aproximado estaría alrededor de los $10.500.000 por hectárea para un proceso de restauración que puede ser desarrollado por 3 años o más, dependiendo de los resultados que se vayan obteniendo.

Los conflictos de uso del suelo referentes a la sobreutilización severa presentes al interior del parque se pueden ajustar con la compra de los predios de propiedad privada donde se presenta el fenómeno. Es importante además que se cuente con un sistema de monitoreo de los incendios forestales para que no se constituyen en zonas de erosión nuevas dentro del área.

En el área aledaña se deberán realizar estudios específicos del PNN con el fin de conocer la distancia mínima que debe existir de aislamiento para actividades como minería,

ganadería, agricultura y explotación de hidrocarburos y en este mismo sentido establecer medidas de restauración del área degradada y solicitar a los municipios que procuren la incorporación dentro de sus planes de ordenamiento territorial de esta nueva determinante ambiental, para promover la conservación, así como la conversión productiva de las actividades económicas realizadas por los habitantes de la zona.

Las entidades del ordena nacional por su lado deben procurar el respeto de la franja de aislamiento que se determine para conservar el servicio ecosistémico y no permitir actividades de exploración y explotación minera ni petrolera en esa zona.

Respecto a la prestación del servicio de abastecimiento de agua y su manejo empresarial es necesario establecer medidas que permitan a todos los municipios de la zona contar con prestación de servicio en calidad y oportunidad con empresas eficientes y sobre todo con la calidad que se requiere dicho recurso, por tanto es recomendable que desde la EAAB se apoye a las empresas de los municipios o se proyecte la extensión del servicio con cobertura regional por parte de esa empresa.

10.6 Roles de los actores dentro de la región

Dentro de la región se hará necesario establecer algunos roles para el cumplimiento de los dos objetivos principales de la misma, sostenibilidad del servicio ecosistémico y el abastecimiento del recurso hídrico.

Respecto de la conservación del servicio ecosistémico, en la normatividad actual ya existen funciones bien establecidas para el conjunto de entidades administrativas del sector público que fueron identificadas como actores; por o tanto se deben fijar roles de acuerdo a su función, pero además se debe enfatizar en que es indispensable que las empresas prestadoras del servicio de acueducto sea cual fuere su naturaleza (ESP, Oficina o asociación comunitaria), tengan un compromiso con la conservación del recursos que a la luz de la normatividad hoy no es claro.

Es indispensable además que desde el gobierno nacional se generen canales de comunicación entre los Ministerios de Ambiente, Agricultura, Minas y las agencias de Minería y de Hidrocarburos; en donde se haga evidente la necesidad de implementar acciones

que permitan conservar el servicio ecosistémico en la región de Chingaza, haciendo que los interés de cada uno de los sectores confluyan en la necesidad preservar el servicio ecosistémico.

Los municipios y los concejos municipales, como responsables del desarrollo territorial, deben propender por la prestación eficiente y adecuada del servicio de agua para el consumo humano, además se encuentran obligados a realizar la inversión del 1% de sus ingresos corrientes de libre destinación en la conservación y preservación de las cuencas abastecedoras. En tal sentido es indispensable que dichos recursos, que en este año ascienden a más de 50.000 millones de pesos, sean invertidos en la conservación del servicio ecosistémico que brinda Chingaza.

Del mismo modo es importante que, para los municipios que se encuentran sobre el PNN Chingaza, se considere su conservación a través de la implementación de usos sostenibles, cuyo impacto sobre el ecosistema sea bajo o nulo. Estas acciones se deben ejecutar en consonancia con una política de conservación que propenda por la no expedición de licencias de explotación minera y de hidrocarburos en zonas tan cercanas al parque; que como se expuso en el capítulo 7, se encuentran presentes y cerca del PNN Chingaza a menos de 2 km.

Por último se invita a las autoridades municipales, regionales y nacional que con confluyen en la zona del PNN Chingaza y el Páramo de Chingaza a considerar propuestas de regionalización, que permitan articular acciones para conservar de forma sostenible, los servicios ecosistémicos en especial el de abastecimiento de agua más aún cuando se trata de la zona más poblada del país. Es una responsabilidad de las administraciones actuales y futuras que concurren en este grupo de municipios aprovechar las oportunidades que brinda la Ley 1454 de 2011 para invertir sus recursos en forma eficaz y eficiente.

11. Bibliografía

Agudelo. (2005). “La articulación urbano regional. Indicadores de sostenibilidad y de ordenación del territorio huella ecológica y ecosistemas estratégicos en Medellín”. Región, Ciudad y áreas protegidas, 247-266, Recuperado de http://koha.ideam.gov.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=4525322.

Alberto, J. (2012). “Región concepto crítico para su delimitación, tipos de regiones”. Revista Geográfica Digital IGUNNE, Recuperado de http://hum.unne.edu.ar/revistas/geoweb/Geo17/archivos/albemigno.pdf

Almeida, L., Nava, M., Ramos, A., Espinosa, M., Ordoñez, M., y Jujnosky, J. (2007). “Servicios ecosistémicos en la cuenca del río Magdalena, Distrito Federal”, México. Gaceta ecológica número especial 84-85, 52-64, Recuperado de http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=53908506

Ambiente Bogotá, Observatorio ambiental de Bogotá, Recuperado de https://oab.ambienteBogotá.gov.co/es/indicadores?id=856&v=l.

Arango Morales, X., Garza Villegas, J., Cuevas Pérez, V., Leyva Cordero, O., y Estrada Camargo, M. (2013). “Estudio exploratorio de variables a través de análisis estructural Mic Mac en la prestación del servicio en la administración pública municipal de Monterrey, México”. revista internacional administración y finanzas volumen 6-número 2, 2013, 73-88, Recuperado de http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2156503.

Assessment Millennium Ecosystem. (2005). “Ecosystems and Human Well-being: Synthesis”. Washington, DC: Island Press, Recuperado de http://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf

Baltazar, I. (2007). “¿Cuál es el mejor indicador de la pobreza en Colombia para la orientación del gasto público?”. Papel Político Onlime, Recuperado de http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=77716564006

Balvanera, P. (2012). “Los servicios ecosistémicos que ofrecen los bosques tropicales”. revista ecosistemas, 136-147, Recuperado de http://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/33

Balvanera, P., y Cotler, H. (2007). “Acercamientos al Estudio de los servicios ecosistémicos”. Gaceta ecológica número especial, 8-15, Recuperado de http://www.redalyc.org/pdf/539/53908512.pdf

Baptiste, B., Torres, D., y Caro, C. (2014). “Propuesta de gestión territorial del complejo ecológico asociado con la laguna Carimagua, a partir de una evaluación de servicios ecosistémicos: municipio de puerto Gaitán–Meta”. Revista del Doctorado Interinstitucional en Ciencias Ambientales, 79-88, Recuperado de http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/10893/8277/1/propuesta%20de%20gestion.pdf

Boiser. (21 de Mayo de 2001). “De desarrollo local ¿De qué estamos hablando?”

Bolund, P., y Hunhammar, S. (1999). “Ecosystem services in urban areas”. Ecological Economics, Volumen 29, Issue 2, 293–301, doi:10.1016/S0921-8009(99)00013-0

Boyd, J., y Banzhaf, S. (2007). “What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units”. Ecological Economics 63, 616-626, doi:10.1016/j.ecolecon.2007.01.002

Brauman, K., y Daily, G. (2008). “Ecosystem Services. Encyclopedia of Ecology”, 1148-1154.

Burbano Vallejo, E. L. & Moreno, E. (2015). El desarrollo local desde una visión prospectiva. Revista Virtual Universidad Católica del Norte, 45, 245-257. Recuperado de http://revistavirtual.ucn.edu.co/index.php/RevistaUCN/article/view/670/1201

Camacho, V., y Ruiz, A. (2012). “Marco conceptual y clasificación de los servicios ecosistémicos”. Revista Bio Ciencias, Recuperado de http://biociencias.uan.edu.mx/publicaciones/02-04/biociencias4-1.pdf

Campos, P. (2008). “Comportamiento de los indicadores de contaminación fecal de diferente tipo de agua de la sabana de Bogotá”. Universitas Scientiarum 13(2), 103-108, Recuperado de http://revistas.javeriana.edu.co/index.php/scientarium/article/view/1414

CEPAL. (Mayo de 2009). “Guía metodológica Diseño de indicadores compuestos de desarrollo sostenible”. Documento de proyecto. Santiago de Chile, Recuperado de http://www.cepal.org/es/publicaciones/3661-guia-metodologica-diseno-indicadores-compuestos-desarrollo-sostenible

Cormacarena (2016), Plan de acción Institucional 2016-2019, Villavicencio, Corporación para el área de manejo especial de la Macarena, 2016, Recuperado de http://www.cormacarena.gov.co/contenido-vin.php?tp=5&contenido_in=58&titulo=PLAN%20DE%20ACCI%D3N

Corpoguavio (2016), Plan de acción institucional 2016-2019,Corporación autónoma Regional del Guavio, Gachalá, 2016, Recuperado de http://www.corpoguavio.gov.co/articulosRelacionados/ArticleId/493/plan-de-accin-interinstitucional-2016-2019

Corporinoquia (2016), Plan de acción institucional 2016-2019, Corporación Autónoma Regional de la Orinoquia, 2016, Recuperado de http://www.corporinoquia.gov.co/index.php/home/planeacion-estrategica/131-formulacion-plan-de-accion-2016-2019.html

Car (2016), Plan de acción institucional 2016-2019, Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, Bogotá, 2016

Coraggio, J. (1994). "Territorios de transición, crítica a la planificación regional en América Latina". Toluca: Universidad Autónoma de México, Recuperado de http://www.coraggioeconomia.org/jlc/archivos%20para%20descargar/ECONOMIA%20URBANA%20LIBRO/TerritoriosenTransicin_JLC.DOC.pdf

Contraloría (2012), informe de la visita fiscal evaluación a los efectos generados por las decisiones tomadas por el gobierno distrital frente a la suspensión de la venta de agua en bloque, Bogotá, 2012, Recuperado de http://www.contraloriabogota.gov.co/intranet/contenido/informes/AuditoriaGubernamental/H%C3%A1bitat%20y%20Ambiente/PAD_2012/CicloII/EAAB%20-%20AGUA%20EN%20BLOQUE.pdf

Costanza, R., D´Arge, R., De Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B, Van den Belt, M. (1997). "The Value of the world's ecosystem services and natural capital". Nature 387, 253-260, Recuperado de http://www.esd.ornl.gov/benefits_conference/nature_paper.pdf

Collet, l; Ruelland, D; Borrell, V ; Dezetter, A; Servat, E; Water supply sustainability and adaptation strategies under anthropogenic and climatic changes of a meso-scale

Mediterranean catchment; Science of The Total Environment Volume 536, Pág. 589–602, doi:10.1016/j.scitotenv.2015.07.093

Cunha, R., Ferreira, N., y Pires, J. (2015). "Measuring the sustainability of urban water services". Environmental Science and Policy, 142-151, Measuring the sustainability of urban water services

Dane, Proyecciones poblaciones, consultado en http://www.dane.gov.co/index.php/poblacion-y-demografia/proyecciones-de-poblacion, diciembre 2015

De Groot, R., Matthew, W., y Boumans, R. (2002). "A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services". Ecological Economics, 393-408, doi:10.1016/S0921-8009(02)00089-7

Domínguez, E., Rivera, H., Vanegas, R., y Moreno, P. (2008). "Relaciones demanda-oferta de agua y el índice de escasez de agua como herramientas de evaluación del recurso hídrico colombiano". Revista de la Academia Colombia de Ciencias, Volumen XXXII número 123, 195-211, Recuperado de www.accefyn.org.co/revista/Vol_32/123/195-212.pdf

EAAB. (2007). "Chingaza Parque Nacional Natural. Chingaza". Bogotá: Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá.

EAAB(2006), "Plan Maestro de Acueducto y alcantarillado de Bogotá". Bogotá, Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, Recuperado de http://www.institutodeestudiosurbanos.info/dmdocuments/cendocieu/coleccion_digital/Alcantarillado/DTS_Acueducto_Alcantarillado-Acueducto-EAAB-2006.pdf

EAAB (2015), "presentación el agua como ordenadora del territorio, suministro de agua al territorio Reflexiones y Análisis EAAB", mayo de 2015.

Espinoza, J. (2008). La prospectiva territorial: Un camino para la construcción social de territorios de futuro, Recuperado de http://www.bdigital.unal.edu.co/1534/13/12CAPI11.pdf.

ECODES. (mayo de 2008). Revista ambienta. Recuperado el 09 de 03 de 2015, de "Derecho Humano Al Agua", http://www.revistaambienta.es/WebAmbienta/marm/Dinamicas/pdfs/AM_2008_77_48_52.pdf

Farhad, S., Gual, M., y Ruiz-Ballesteros, E. (2015). “Linking governance and ecosystem services: The case of Isla Mayor (Andalusia, Spain)”. Land Use Policy, 91-102, doi:10.1016/j.landusepol.2015.01.019

Farinós Dasí, J. (2001). “Reformulación y necesidad de una nueva geografía flexible”. Boletin de la A.G.E, 53-71.

Fisher, B. R., Turner K & Morling B. (2009). “Defining and classifying ecosystem services for decision making”. Ecological Economics, Volume 68, Issue 3, 643–653, doi:10.1016/j.ecolecon.2008.09.014

Gallopín, G. (2003). “Sostenibilidad y desarrollo sostenible: un enfoque sistémico.” Santiago de Chile: CEPAL, Recuperado de http://www.medellin.unal.edu.co/~poboyca/documentos/documentos1/documentos-Juan%20Diego/Plnaifi_Cuencas_Pregrado/Desarrollo%20Sostenible%20Gallop%EDn.pdf

Garza y Cortez (2011), “El uso del método MICMAC y MACTOR análisis prospectivo en un área operativa para la búsqueda de la excelencia operativa a través del Lean Manufacturing, revista Innovaciones de Negocios, Página 335-356, Recuperado de http://www.web.facpya.uanl.mx/rev_in/Revistas/8.2/A6.pdf

García, Maria; Payan, Lucia; Venegas Beatriz, “Análisis del desarrollo sostenible en espacios locales. Aplicación de la teoría de conjuntos difusos”, Revista ÍCONOS 52, Pág. 171-195, DOI: http://dx.doi.org/10.17141/iconos.54.2016.1454, Recuperado de http://revistas.flacsoandes.edu.ec/iconos/article/view/1454

Galvis, L. (2010). “Persistencia de las desigualdades regionales”. Documentos de trabajo sobre economía regional, Recuperado de http://www.banrep.gov.co/es/dtser-120

Godet, M. (2000). “La caja de Herramientas de la prospectiva estratégica”. España: Prospektiker, D. Leandro, Recuperado de http://www.asapbiblioteca.com.ar/wp-content/uploads/2014/10/cajadeherramientas_godet.pdf

Gomez, J. (2001). “Un mundo de regiones: Geografía regional de geometría variable”. Boletín de la asociación de geógrafos españoles, 15-33.

Guimaräes, R. (s.f.). Desarrollo sustentable: ¿Propuesta alternativa o retórica neoliberal? Ensayo, Recuperado de http://www.utm.mx/temas/temas-docs/e0831.pdf

Helfenstein, J. F. & Kienasts (2014). “Ecosystem service state and trends at the regional to national level: A rapid assessment”. Ecological Indicators, Volume 36, 11-18, doi:10.1016/j.ecolind.2013.06.031

Hernandez, E. P. (1997). La crisis del agua en Bogotá. Bitácora Urbano-Territorial, 55-59, Recuperado de http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/bitacora/article/view/18855

Hernandez, Y. (2010). “El ordenamiento territorial y su construcción Social en Colombia: un instrumento para el desarrollo sustentable?”. Cuaderno de geografía, revista Colombia de Geografía, 97-109, Recuperado de http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=281822029008

IDEAM. (2007). “Demanda química de oxígeno por reflujo cerrado y volumetría”. Bogotá, Colombia, Recuperado de http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/Demanda+Qu%C3%ADmica+de+Ox%C3%ADgeno..pdf/20030922-4f81-4e8f-841c-c124b9ab5adb

IDEAM. (2010). “Estudio Nacional de Agua”. Bogotá, Recuperado de http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/021888/021888.htm

IDEAM. (2011). “Sistema de Indicadores Ambientales. Demanda Bioquímica de Oxigeno (DBO) en las masas de agua”. Bogotá, Colombia, Recuperado http://www.ideam.gov.co/documents/24155/125581/30-3.16_HM_Promedio_DBO_3_FI.pdf/0a5a3ba7-d6d9-49b8-85f3-dde52f30530c

IDEAM. (2013). “Cuencas Hidrográficas”. Escala 1:100.000.

IDEAM. (Agosto de 2014). “Estudio Nacional del Agua”. ENA. 2014, Bogotá, Recuperado http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023080/ENA_2014.pdf

INDERENA(1977), Resolución ejecutiva No 154 de 1977 “por medio de la cual se aprueba el Acuerdo 015 del 2 de mayo de 1977, originario de la junta directiva del Inderena, Bogotá

INDERENA (1990), Acuerdo No. 28 del 25 de julio de 1990, “Por el cual se declara Área de Reserva Forestal Protectora el predio La Bolsa, ubicado en jurisdicción del Municipio de Junín, Departamento de Cundinamarca”, Bogotá, 1990.

Jaramillo, S., y L, C. (1987). “La configuración del espacio regional en Colombia”. Bogotá, Recuperado http://www.worldcat.org/title/configuracion-del-espacio-regional-en-colombia-tres-ensayos/oclc/18780308

Kansiime, F. (2002). “Water and development: ensuring equity and efficiency”. Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C, 801-803.

Kroll Franziska, F. M. (2012). “Rural–urban gradient analysis of ecosystem services supply and demand dynamics”. Land Use Policy, Volume 29, Issue 3, 521-535, doi:10.1016/j.landusepol.2011.07.008

Leal, Gabriel, Debate sobre la sostenibilidad, Universidad Javeriana, 2008, Recuperado de http://www.javeriana.edu.co/arquidis/maeplan/publicaciones/documents/DebatesobrelaSostenibilidad_000.pdf

Lira, L. (2005). “La cuestión regional en América Latina”. Santiago de Chile: Cepal Ilpes.

Lundin. (2003). “Indicators for measuring the sustainability of urban water systems-A life cycle approach”. (Tesis de Doctorado), Chlamers university of Technology, Recuperado de http://publications.lib.chalmers.se/publication/421-indicators-for-measuring-the-sustainability-of-urban-water-systems-a-life-cycle-approach

Luque, C. S. (2006). “Servicios ecosistémicos y financiamiento de la conservación privada en Chile”. revista ambiente y desarrollo de CIPMA, 12-20, Recuperado de http://www.cipma.cl/web/200.75.6.169/RAD/2006/1_sepulveda-villarroel.pdf

MADS (2015), “Respuesta a radicado 4120-E1-24246”, Oficina de negocios verdes y sostenibles Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, Bogotá, 2015.

MADS (2016), “Información Cartográfica en formato Shape de las áreas protegidas en el SINAP”, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016.

Massiris, A. (2002). “Ordenación del territorio en América Latina”. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales, Recuperado http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-125.htm

MAVDT (2008), Resolución número 550 del 19 de junio de 2008, Por la cual se amplía y realindera el Parque Nacional Natural Chingaza, Ministerio de Ambiente, Unidad Administrativa Especial del Parques Nacional Naturales, Bogotá

Min Ambiente (2004), Resolución 1418 del 9 de diciembre de 2004, Por medio de la cual se establece un Plan de Manejo Ambiental”, Gaceta Ambiental N 426, Ministerio de Ambiente, Bogotá, 2004.

Matondo, J. (2002). “A comparison between conventional and integrated water resources planning and management”. Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C, 831-838, doi:10.1016/S1474-7065(02)00072-4

Mejía, A., Arroyo, V., y Ballesteros, M. (2015). “Inseguridad Económica del Agua en Latinoamérica: de la abundancia a la inseguridad”. VII Foro Mundial del Agua. CAF, Recuperado de http://www19.iadb.org/intal/intalcdi/PE/2015/15707.pdf

Méndez, J. (2010). “Tasas por utilización de agua ¿instrumento de asignación eficiente del agua mecanismo de financiación de la gestión ambiental?”. Estudios gerenciales, Volumen 26, Issue 115, 93-115, Recuperado de http://www.icesi.edu.co/revistas/index.php/estudios_gerenciales/article/view/361

MIN AGRICULTURA (1978), Resolución 070 de 1978 “por medio de la cual se aprueba un Acuerdo de la junta directiva del Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente- INDERENA-, Bogotá

MIN AGRICULTURA (1983), Resolución 9 de 1983, Por la cual se aprueba el Acuerdo número de fecha septiembre 2 de 1982 de la Junta Directiva del Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente -INDERENA-.

MIN AGRICULTURA (1991), Acuerdo 19 de 1991 “Por el cual se declara Área de Reserva Forestal Protectora las Cuencas Altas de los Ríos Chorrera y Concepción ubicados en jurisdicción del Municipio de Junín, Departamento de Cundinamarca.”, Ministerio de Agricultura, Bogotá, 1991.

Milman, A., y Short, A. (2008). “Incorporating resilience into sustainability indicators: An example for the urban water sector”. Global Environmental Change, 758-767, doi:10.1016/j.gloenvcha.2008.08.002

Montañez, g., y Delgado, O. (1998). “Espacio, territorio y región conceptos básicos para el proyecto nacional”. Cuadernos de geografía, 120-134, Recuperado de http://acoge2000.homestead.com/files/Montanez_y_Delgado._1998.pdf

Montes, C., y Sala, O. (2007). “La evaluación de los ecosistemas del Milenio. Las relaciones entre el funcionamiento de los ecosistemas y el bienestar humano”. Ecosistemas 16(3), 137-147, Recuperado www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/download/120/117

Moricz, M. C. (2012). “Servicios ecosistémicos y cuestión ambiental. reflexiones a partir de la implementación de la ley de bosques nativos. obtenido de servicios ecosistémicos y cuestión ambiental. reflexiones a partir de la implementación de la ley de bosques nativos”, Recuperado de

http://www.agro.uba.ar/users/paruelo/libros/Laterraetal_ValoracionServEcosistemicos.pdf

Moya, M. P. (2001). Los territorios homogéneos como base del desarrollo rural. In Lecciones de desarrollo rural: una aproximación formativa desde y para Castilla-La Mancha (pp. 179-182). Universidad de Castilla-La Mancha, Recuperado de https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=2349

Nrayan , D., Patel, R., Shchafft, K., Rademacher, A., y Koch-Shulte, S. (1999). "Can Anyone Her Us?". Banco Mundial, Recuperado de http://siteresources.worldbank.org/INTPOVERTY/Resources/335642-1124115102975/1555199-1124115187705/vol1.pdf

Ojea, E., Martin-Ortega, J., y Chíabai, A. (2012). "Defining and classifying ecosystem services for economic valuation: the case of forest water services". Enviromental Sciencia and Police, 1-15, Recuperado de doi:10.1016/j.envsci.2012.02.002

Ortiz, M. (2005). "Páramos: hidrosistemas sensibles". Revista de ingeniería, 64-75, Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-49932005000200008

Oswald, U. (22 de Abril de 2014). "El agua como factor crítico del desarrollo regional. Gestión pública y social del agua en México". México D.F., Coyoacán, México: Centro Regional de Investigaciones Multidisplinarias Universidad Nacional Autónoma de México, Recuperado por www.revistas.unam.mx/index.php/rep/article/download/49374/44415

Oyarzún, C., Nahuelhual, L., y Núñez, D. (2005). "Los servicios ecosistémicos del bosque templado lluvioso: producción de agua y su valoración económica". Revista ambiente y desarrollo de CIPMA, Vol XX n, 88-95, Recuperado por http://www.cipma.cl/web/200.75.6.169/RAD/2004/3_oyarzun.pdf

Paredes, D. (2012). "Una metodología para delimitar regiones urbanas funcionales (RUF) usando la conmutación a larga distancia: Evidencia empírica para Chile". Universidad Católica de Chile, Recuperado https://www.researchgate.net/publication/235256567_Una_metodologia_para_delimitar_regiones_urbanas_funcionales_RUF_usando_la_conmutacion_de_larga_distancia_Evidencia_empirica_para_Chile

Paruelo, J. A.-S. (2011). “El seguimiento del nivel de provisión de los servicios ecosistémicos. Expansión e intensificación agrícola en Argentina: Valoración de bienes y servicios ecosistémicos para el ordenamiento territorial”. INTA Buenos Aires, Recuperado de http://www.agro.uba.ar/users/paruelo/libros/Laterraetal_ValoracionServEcosistemicos.pdf

Pérez, G. (2005). “Dimensión espacial de la pobreza en Colombia”. Documentos de trabajo sobre economía regional Banco de la Republica, Recuperado de http://www.banrep.gov.co/es/contenidos/publicacion/dimensi-n-espacial-pobreza-colombia

PNN. (2005). Parques Nacionales Naturales. Recuperado el 4 de 09 de 2015, de “Plan estratégico y de Manejo PNN Chingaza 2005-2009”: http://www.parquesnacionales.gov.co/PNN/portel/libreria/pdf/ParqueCHINGAZA.pdf

PNN. (2014). “Importancia económica de la provisión y regulación hídrica de los Parques Nacionales Naturales de Colombia”. Bogotá: Parques Nacionales Naturales de Colombia, Recuperado de https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Estudios%20Econmicos/Doc%20abr24--2014Abr24%20Provision%20y%20regulacion%20hidrica%20PNC.pdf

Portman, M. E. (2013). “Ecosystem services in practice: Challenges to real world implementation of ecosystem services across multiple landscapes – A critical review”. Applied Geography, Volumen 45, 185-192, doi:10.1016/j.apgeog.2013.09.011

Preciado, J. (2005). “La dimensión Ambiental como eje estructurante de la región Metropolitana de Bogotá”. Cuadernos de vivienda y urbanismo, Recuperado de http://revistas.javeriana.edu.co/index.php/cvyu/article/viewFile/4810/4741

Quétier, F., Tapella, E., Conti, G., Cáceres, D., y Díaz, S. (2007). “Servicios ecosistémicos y actores sociales. Aspectos conceptuales y metodológicos para un estudio interdisciplinario”. Gaceta Ecológica número especial, 17-23, Recuperado de http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=53908503

RAPE. (2014). “Acuerdo Regional Número 001”. Registro Distrital Año 49 Número 5545, 108-114.

RAPE. (2014). “Documento técnico de Sopórte”. Bogotá, Recuperado de http://www.sdp.gov.co/portal/page/portal/PortalSDP/Rape_Region_Central/Documentos/DTS_mayo_2014.pdf

Reyes, D., y Córdoba, G. (2009). “Los conceptos región y territorio como aporte a los estudios de la lengua”. Revista Lenguas en Contacto, 2, 131-158, Recuperado de http://www.lenguasdecolombia.gov.co/revista/content/los-conceptos-regi%C3%B3n-y-territorio-como-aporte-los-estudios-de-la-lengua

Ruiz, J. P. (2007). “Servicios ambientales, agua y economía”. revista de ingeniería. Universidad de los Andes ISSN. 0121-4993, 93-99, Recuperado de http://www.oas.org/dsd/PES/Course/Documents/ModuloII/JPRSERVICIOSAMBIENTALES,AGUAYECONOMIA.pdf

Sarría Pablo, Y., Hernández, P., y Aguilera, E. (2009). “Aplicación del análisis estructural para el estudio del ordenamiento territorial en el sistema de infraestructura técnica, caso de sistema de infraestructura técnica, caso de estudio. observatorio iberoamericano del desarrollo local y la economía social”. Revista académica, editada y mantenida por el Grupo EUMED.NET de la Universidad de Málaga ISSN: 1988-2483 Año 3 – Nro.7 – Diciembre de 2009, 1-10, Recuperado de http://www.eumed.net/rev/oidles/07/pef.htm

Sampieri, R. (2010). “Metodología de la investigación”. México: Mac Graw Hill.

SDP (2015), Secretaria Distrital de Planeación, Región Metropolitana de Bogotá: Una visión de la ocupación del suelo.

Sguerra, S., P. Bejarano., O. Rodríguez, J. Blanco, O. Jaramillo, G. Sanclemente. 2011. “Corredor de Conservación Chingaza – Sumapaz – Guerrero. Resultados del Diseño y Lineamientos de Acción”. Conservación Internacional Colombia y Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá ESP. Bogotá, Colombia.184 pp, Recuperado de http://documentacion.ideam.gov.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=3195&shelfbrowse_itemnumber=3479

Sec Ambiente (2015), informe sobre la gestión ambiental en la cuenca hidrográfica del río Bogotá, Secretaria de Ambiente, Gobernación de Cundinamarca, Bogotá, 2015, Recuperado de https://www.car.gov.co/recursos_user/Proyectos%20Especiales/RIO%20BOGOTA/Evaluacion%20Ambiental%20Volumen%20I.pdf

Superservicios. (agosto de 2015). Superintendencia de Servicios públicos. Recuperado el 31 de agosto de 2015, de Niveles de riesgo Acueducto y Alcantarillado: http://www.superservicios.gov.co/Acueducto-Alcantarillado-Aseo/Acueducto-y-alcantarillado/Nivel-de-riesgo

Tallis, H. A. (2013). "Ecosystem Services". Encyclopedia of Biodiversity (Second Edition), Editor-in-Chief: Simon A. Levin, Waltham, 96-104.

Torres, A. (2013). "Calidad de vida y Ciudad: análisis del nivel de desarrollo en Bogotá a través del método de necesidades básicas insatisfechas".Estudios gerenciales, 231-238, doi:10.1016/j.estger.2013.05.011

UAESPNN (2004), Resolución 158 de 2004, "Por medio de la cual se otorga una concesión de agua", Ministerio de Ambiente, Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales, Bogotá, 2004.

UAESPNN (2007) Resolución 260 de 2007, "Por medio de la cual se modifica la Resolución 158 de 2004", Ministerio de Ambiente, Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales, Bogotá, 2007.

UN. (S.F). "Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future". tomado de UN Documents Gathering a body of global agreements: http://www.un-documents.net/wced-ocf.htm

Wallace, K. (2007). "Classification of ecosystem services: Problems and solutions". Biological conservation, 235-246, doi:10.1016/j.biocon.2007.07.015

Yuzhe Wu, Y. P. (2012). "Development priority zoning (DPZ)-led scenario simulation for regional land use change: The case of Suichang County, China". Habitat International, Volumen 36, Issue 2, 268–277, doi:10.1016/j.habitatint.2011.10.011

12. Anexos

ANEXO 1: Variables iniciales análisis MACTOR

ANEXO 2: Clasificación de las variables de acuerdo a los objetivos del proyecto

ANEXO 3: Ingresos Corrientes de libre destinación municipios (miles)

ANEXO 4: Ingresos por Impuesto predial y de industria y comercio

ANEXO 5: Áreas protegidas en la Zona

ANEXO 6: Ingresos por Venta de agua en bloque