



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

ECONOMIAS DE ESCALA Y OTROS CRITERIOS DE SOSTENIBILIDAD EN LA REGIONALIZACIÓN DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE

CRISTINA GARCIA MEJIA

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Minas
Departamento de Ingeniería de la Organización
Medellín, Colombia
2019

ECONOMIAS DE ESCALA Y OTROS CRITERIOS DE SOSTENIBILIDAD EN LA REGIONALIZACIÓN DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE

CRISTINA GARCIA MEJIA

Tesis-Trabajo Final presentado como requisito parcial para optar al título de:

Magister en Ingeniería Administrativa

Director (a):
M.Sc. Luis Diego Vélez Gómez

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Minas
Departamento de Ingeniería de la Organización
Medellín, Colombia
2019

Resumen

Este estudio surge como respuesta a la necesidad de obtener criterios que permitan la aproximación, bajo condiciones de regionalización, al tamaño de operación en la prestación del servicio de agua potable; que involucre sostenibilidad económica a partir del aprovechamiento de economías de escala y considere el equilibrio a partir de parámetros de sostenibilidad ambiental. En él se describe la situación actual del agua; su uso como bien público en Colombia; el avance en la implementación de la Gestión Integrada del Recurso Hídrico en el país; las debilidades del Sistema Tarifario para asegurar la cobertura y la prestación del servicio de agua a todas las personas del país independiente de su capacidad de pago; y por último, se argumentan las economías de escala y otros criterios de sostenibilidad en la regionalización del servicio del agua potable para lograr un equilibrio entre los aspectos económicos, sociales y ambientales como parte del valor del negocio.

Bajo esta perspectiva se obtienen hallazgos importantes frente a la gestión integrada del recurso hídrico en el país, su régimen tarifario, la gestión eficiente en la prestación del servicio público de agua, entre otros aspectos; lo que finalmente nos lleva a concluir que teniendo en cuenta que la mayoría de los municipios en las regiones de Colombia tienen una población menor que el nivel necesario para realizar las economías de escala, es posible que para una determinada cuenca se encuentre el tamaño óptimo de agregación o regionalización mediante la modelación y simulación dinámica para la gestión de caudales; teniendo en cuenta claro está que este tamaño debe estar contemplado dentro del intervalo en cual se presenten economías de escala y que no supere la oferta límite de la cuenca o capacidad máxima de los caudales de la misma.

Palabras Claves: Economías de escala, economías de alcance, sostenibilidad financiera, sostenibilidad ambiental, inversiones sostenibles, régimen tarifario, agregación, regionalización, caudal ecológico, balance hídrico, cuenca hidrográfica, inversiones de impacto.

Abstract

This study arises as a response to the need to obtain criteria that allow the approximation, under regionalization conditions, to the size of operation in the provision of water utilities; that involves economic sustainability based on the use of economies of scale and considers the balance based on parameters of environmental sustainability. The document describes the current water situation, its use as a public good in Colombia, the level of progress in the implementation of Integrated Water Resource Management in the country, the weaknesses of the Tariff System to ensure the coverage and provision of water service to all the people of the country, independently of their ability to pay; and finally, the economies of scale and other sustainability criteria are argued in the regionalization of water utilities to achieve a balance between social, economic and environmental aspects as part of the value of the business.

Therefore, some important findings are obtained regarding the integrated management of water resources in the country, its tariff regime, efficient management in the provision of public water services, among other aspects; What finally leads us to conclude that most of the municipalities in the regions of Colombia have a population smaller than the necessary level to execute the economies of scale, so it is possible that for a determined basin is the optimal size of aggregation or regionalization through modelling and dynamic simulation for flow management; taking into account this size should be considered within the range in which economies of scale occur and that does not exceed the limit offer of the basin or maximum capacity of the flows of the same.

Key words: Economies of scale, economies of scope, financial sustainability, environmental sustainability, sustainable investments, tariff regime, aggregation, regionalization, ecological flow, water balance, watershed, impact investments.

Contenido

<u>Introducción</u>	<u>0</u>
<u>1 CAPITULO 1. ESTADO DEL ARTE: EL AGUA EN EL MUNDO, DATOS Y ESTADÍSTICAS.....</u>	<u>1</u>
1.1 El agua y el desarrollo de los países.....	3
1.2 El consumo mundial de agua.....	4
1.3 La información mundial sobre el consumo de agua	4
1.4 Consumo de agua para Energía	6
1.5 Consumo de agua para agricultura	6
1.6 Consumo de agua para uso industrial y doméstico	6
1.7 Uso del agua en América Latina y el Caribe, problemas y retos	7
1.8 Gobernanza del agua	8
1.9 Abastecimiento de agua potable y servicios de saneamiento.	9
<u>2 CAPITULO 2. EL AGUA COMO BIEN PÚBLICO EN COLOMBIA, HISTORIA Y EVOLUCIÓN DEL SECTOR.....</u>	<u>10</u>
2.1 Otras Normas y Políticas relevantes en la evolución del sector Agua Potable en Colombia.	14
<u>3 CAPITULO 3. GESTIÓN INTEGRAL DEL RECURSO HÍDRICO EN COLOMBIA, POLÍTICA PÚBLICA.....</u>	<u>22</u>
3.1 Origen de la Gestión Integral del Recurso Hídrico.	22
3.2 Objetivos, Prerrequisitos e Instrumentos para la Gestión Integral del Recurso Hídrico 23	
3.2.1 Objetivos y metas de la GIRH.....	23
3.2.2 Prerrequisitos para la GIRH	23
3.2.3 Instrumentos de gestión del agua en cuencas hidrográficas	24
3.3 La Gestión Integral del Recurso Hídrico en Colombia.....	24
3.3.1 Alcances de la GIRH en Colombia	26
3.4 Estructuración de la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico	27
3.5 Componentes de la PNGIRH.....	27
3.5.1 Principios	28
3.5.2 Objetivo de la Política.	28
3.5.3 Objetivos Específicos y Estrategias	29
3.5.4 Análisis de la implementación de la GIRH a partir de un estudio de caso	48

3.5.5	Implementación de la GIRH en Colombia a partir de la ejecución del Plan Hídrico Nacional -PHN.....	29
3.5.6	Avances y limitaciones en la implementación de la GIRH en Colombia	60
4	<u>CAPITULO 4. SISTEMA TARIFARIO</u>	61
4.1	Marco Regulatorio y Generalidades.....	61
4.2	Tarifas y legislación tarifaria.....	62
4.2.1	Los costos económicos del agua suministrada	63
4.2.2	Las tarifas del servicio público de agua y la demanda.....	65
4.3	Metodología, criterios y fórmulas para el cálculo de costos y tarifas.	66
4.3.1	Metodología Tarifaria	67
4.3.2	Metas para estándares de servicio en Cobertura y Eficiencia contempladas en las tarifas 74	
4.3.3	Subsidios, contribuciones y tarifas	76
4.4	Capacidad de pago, precios e ingresos	79
4.5	Desmante progresivo de subsidios	83
4.6	Expectativas sobre el Marco Tarifario actual.....	85
5	<u>CAPITULO 5. ECONOMÍAS DE ESCALA Y OTROS CRITERIOS DE SOSTENIBILIDAD EN LA REGIONALIZACIÓN DEL SERVICIO DE AGUA.....</u>	87
5.1	Costos	87
5.2	Las Economías de Escala	88
5.2.1	Producción intensiva en capital.....	92
5.3	Cuenca como unidad de gestión para la regionalización e integración del servicio de agua y saneamiento	102
5.4	Las Economías de Escala y de Alcance como fundamentos para la regionalización e integración de los servicios de agua y saneamiento	93
5.4.1	Análisis de las economías de escala y alcance en los servicios de acueducto y alcantarillado en Colombia.....	93
5.4.2	Análisis de las economías de escala para el servicio de agua en otros países	99
5.5	Criterio para la estimación del tamaño de equilibrio en la prestación sostenible del servicio de agua potable en la cuenca	¡Error! Marcador no definido.
5.5.1	El Balance Hídrico como herramienta de planificación para el uso sostenible del agua en la cuenca	103
5.5.2	Criterio para la aproximación a un tamaño de equilibrio en la prestación sostenible del servicio de agua potable	110
5.5.3	Mecanismos Insostenibles usados para la financiación del servicio de agua potable en Colombia: los bonos de agua.....	¡Error! Marcador no definido.
6	<u>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</u>	112

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Marco normativo e instrumental para la GIRH en Colombia	26
Figura 2. Ejecución en el país de las estrategias del Objetivo 1. Oferta	39
Figura 3. Ejecución en el país de las estrategias del Objetivo 2. Demanda	41
Figura 4. Ejecución en el país de las estrategias del Objetivo 3. Calidad	43
Figura 5. Ejecución en el país de las estrategias del Objetivo 4. Riesgos	45
Figura 6. Ejecución en el país de las estrategias correspondientes al Objetivo 5. Fortalecimiento Institucional	46
Figura 7. Ejecución en el país de las estrategias correspondientes al Objetivo 6. Gobernabilidad	47
Figura 8. Mapa Cuenca Hidrográfica Tietê-Jacaré	50
Figura 9. Sistema hidrográfico Cuenca Río Nima	52
Figura 10. Comportamiento de los costos	88
Figura 11. Representación de las Economías de Escala	90
Figura 12. Curva de costo medio en forma de U	91
Figura 13. Curva de costo medio en forma de L	91
Figura 14. Costo medio de corto plazo versus costo medio de largo plazo	92
Figura 15. Estructura de la cuenca hidrográfica	102
Figura 16. Representación del Ciclo Hidrológico	104
Figura 17. Representación flujo del Ciclo Hidrológico	104
Figura 18. Prototipo de flujo de toma de decisiones	107

Figura 19. Representación del criterio que articula las economías de escala con la oferta límite de agua de la cuenca	112
--	-----

Lista de Gráficos

	Pág.
Gráfico 1. Coberturas de Acueducto Urbano y Rural (Colombia 2012)	16
Gráfico 2. Coberturas de Alcantarillado Urbano y Rural (Colombia 2012)	16
Gráfico 3. Número de menores de 5 años atendidos por EDA en Colombia (2009 – 2012)	17
Gráfico 4. Número de menores de 5 años atendidos por EDA por categorías de municipios de Colombia (2009 – 2012)	18
Gráfico 5. Inversión total del sector APSB vs Inversiones en la zona rural en Colombia	19
Gráfico 6. Evaluación Avances implementación Política GIRH	30
Gráfico 7. Evaluación de los avances del Objetivo Oferta y sus estrategias	37
Gráfico 8. Evaluación de los avances del Objetivo Demanda y sus estrategias	39
Gráfico 9. Evaluación de los avances del Objetivo Calidad y sus estrategias	42
Gráfico 10. Evaluación de los avances del Objetivo Riesgo y sus estrategias	44
Gráfico 11. Evaluación de los avances del Objetivo 5. Fortalecimiento Institucional y sus estrategias	45
Gráfico 12. Evaluación de los avances del Objetivo 6. Gobernabilidad y sus Estrategias	47
Gráfico 13. Economías de escala de largo plazo versus metros cúbicos facturados	97
Gráfico 14. Economías de escala de largo plazo versus número de municipios	98
Gráfico 15. Tendencias Poblacionales (a), de Demanda (b), Balance de Consumo (c) al año 2025	108
Gráfico 16. Simulación de la conjugación de diferentes medidas	109

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Uso de combustibles fósiles para cocinar y falta de acceso a servicios Básicos	1
Tabla 2. Concentración de la población rural por categoría municipal – 2012	15
Tabla 3. Participación en Indicadores de Monitoreo	20
Tabla 4. Estimación Brecha anual total PNGIRH (Millones \$)	35
Tabla 5. Activos e inversiones servicio público domiciliario de Acueducto	78
Tabla 6. Participación del gasto de los servicios de acueducto y alcantarillado en el ingreso de las familias por estratos a precios constantes de diciembre de 2008	82
Tabla 7. Rangos de Consumo	84
Tabla 7.1. Ciudades y municipios con altitud promedio por encima de 2.000 m.s.n.m....	84
Tabla 7.2. Ciudades y municipios con altitud promedio entre 1.000 y 2.000 m.s.n.m.....	85
Tabla 7.3. Ciudades y municipios con altitud promedio por debajo de 1.000 m.s.n.m.....	85
Tabla 8. Economías de Escala de corto y largo plazo, servicio de acueducto y alcantarillado	97

Lista de Cuadros

	Pág.
Cuadro 1. Programas priorizados en la Fase I (2010-2014) Plan Hídrico Nacional.....	29
Cuadro 2. Estructura de Planificación y Participación PNGIRH.....	36
Cuadro 3. Comparación prerrequisitos de implementación GIRH en Brasil y Colombia	55
Cuadro 4. Instrumentos de GIRH en cuencas objeto de estudio en Colombia y Brasil..	57
Cuadro 5. Factores de Aportes Solidarios a las Tarifas de Acueducto	78
Cuadro 6. Expectativas de marco tarifario en Colombia	86

INTRODUCCIÓN

La literatura al referirse a la sostenibilidad considera los recursos que han de requerir las futuras generaciones; sin embargo, dado que las consecuencias de un uso inadecuado de los recursos deben asumirse también en el corto y el mediano plazo, se puede entender por desarrollo sostenible aquél desarrollo que es capaz de satisfacer las necesidades actuales sin comprometer los recursos y posibilidades de las presentes y futuras generaciones.

El recurso hídrico, en todos los contextos, está siendo objeto de un uso insostenible por la presión humana, agravando cada vez más su disponibilidad (cantidad y calidad). De acuerdo con (Ordoñez, 2011) estos factores de presión son fundamentalmente la sobreexplotación de acuíferos, el vertimiento de sustancias contaminantes a los cuerpos de agua, los cambios en el uso del suelo tales como la deforestación, las prácticas agrícolas inadecuadas, la desprotección del suelo en zonas de producción hídrica, entre otros. Este decrecimiento en la disponibilidad hídrica aunado a un uso ineficiente del recurso y a un alto índice de crecimiento poblacional, generan conflictos los cuales se están incrementando y que tienden a agravarse si no se emprenden las acciones necesarias.

Este estudio surge como respuesta a la necesidad de obtener un criterio que permita obtener una aproximación al tamaño de equilibrio para la prestación sostenible del servicio de agua potable, mediante la integración de parámetros de sostenibilidad ambiental, el aprovechamiento de economías de escala y el uso de herramientas tales como la modelación y simulación dinámica.

En este documento se describe la situación actual del agua; su uso como bien público en Colombia; el nivel de avance en la implementación de la Gestión Integrada del Recurso Hídrico en el país; las debilidades del régimen tarifario para asegurar la cobertura y la prestación del servicio de agua a todas las personas del país independiente de su capacidad de pago; se describen las economías de escala, los elementos que las favorecen y se definen los parámetros de sostenibilidad ambiental que contempla el criterio propuesto. Por último, se expone el criterio propuesto, el cual fue pensado con el fin de lograr un equilibrio entre los aspectos sociales, económicos y ambientales como parte del valor del negocio.

1 CAPITULO 1. ESTADO DEL ARTE: EL AGUA EN EL MUNDO, DATOS Y ESTADÍSTICAS

El acceso a agua potable y saneamiento se ha reconocido como un derecho humano, no obstante según la tabla 1 ilustrada por (United Nations , 2015) alrededor de 749 millones de personas en el mundo siguen sin acceso a fuentes mejoradas de agua y 2.526 millones todavía no disponen de acceso a servicios mejorados de saneamiento. El número de personas cuyo derecho al agua no está cubierto es incluso mayor, probablemente unos 3.500 millones¹.

Tabla 1. Uso de combustibles fósiles para cocinar y falta de acceso a servicios básicos

Población que utiliza combustibles sólidos para cocinar y sin acceso a electricidad, agua y saneamiento					
África					
	Población (2012)* (en miles)	Población sin acceso a electricidad (2012)^b (%)	Población sin acceso a fuentes mejoradas de agua (2012)* (%)	Población sin acceso a saneamiento mejorado (2012)* (%)	Población que utiliza combustible sólido para cocinar^c (%)
Benín	10 051	71.6	23.9	85.7	94.3 (2006)
Burkina Faso	16 460	83.6	18.3	81.4	95.6 (2003)
Camerún	21 700	45.9	25.9	54.8	77.7 (2004)
Congo	4 337	65.0	24.7	85.4	82.9 (2005)
República Democrática del Congo	65 705	91.0	53.5	68.6	95.3 (2007)
Egipto	80 722	0.4	0.7	4.1	0.3 (2005)
Etiopía	91 729	76.7	48.5	76.4	96.6 (2011)
Ghana	25 366	28.0	12.8	85.6	85.4 (2008)
Kenia	43 178	80.0	38.3	70.4	84.8 (2008)
Lesoto	2 052	72.0	18.7	70.4	58.2 (2009)
Madagascar	22 294	85.3	50.4	86.1	99.2 (2008)
Malawi	15 906	91.0	15.0	89.7	98.2 (2010)
Marruecos	32 521	1.1	16.4	24.6	8.5 (2003)
Mozambique	25 203	61.0	50.8	79.0	97.4 (2003)
Namibia	2 259	70.0	8.3	67.8	57.2 (2006)
Nigeria	168 834	55.0	36.0	72.2	72.0 (2008)
Senegal	13 726	45.5	25.9	48.1	56.1 (2005)
Uganda	36 346	85.2	25.2	66.1	98.6 (2006)
República Unida de Tanzania	47 783	76.0	46.8	87.8	95.9 (2010)
Zambia	14 075	74.0	36.7	57.2	85.5 (2007)
Zimbabue	13 724	60.0	20.1	60.1	67.1 (2005)

¹ (Naciones Unidas, 2014), Datos y Estadísticas, Pag. 1

Tabla 1 (Continuación). Uso de combustibles fósiles para cocinar y falta de acceso a servicios básicos

Población que utiliza combustibles sólidos para cocinar y sin acceso a electricidad, agua y saneamiento					
América Latina					
	Población (2012)^a (en miles)	Población sin acceso a electricidad (2012)^b (%)	Población sin acceso a fuentes mejoradas de agua (2012)^a (%)	Población sin acceso a saneamiento mejorado (2012)^a (%)	Población que utiliza combustible sólido para cocinar^c (%)
Bolivia (Estado Plurinacional de)	10 496	11.7	11.9	53.6	31.5 (2008)
Colombia	47 704	2.9	8.8	19.8	13.9 (2010)
Haití	10 174	72.0	37.6	75.6	94.0 (2005)
Honduras	7 936	13.9	10.4	20.0	53.6 (2005)
Nicaragua	5 992	26.3	15.0	47.9	60.9 (2001)
Perú	29 988	8.9	13.2	26.9	40.9 (2004)
Asia					
	Población (2012)^a (en miles)	Población sin acceso a electricidad (2012)^b (%)	Población sin acceso a fuentes mejoradas de agua (2012)^a (%)	Población sin acceso a saneamiento mejorado (2012)^a (%)	Población que utiliza combustible sólido para cocinar^c (%)
Bangladesh	154 695	40.2	15.2	43.0	91.2 (2007)
Camboya	14 865	65.9	28.7	63.2	88.3 (2010)
India	1 236 687	24.6	7.4	64.0	71.1 (2005)
Indonesia	246 864	24.1	15.1	41.2	54.8 (2007)
Nepal	27 474	23.7	11.9	63.3	75.7 (2011)
Pakistán	179 160	31.3	8.6	52.4	66.9 (2006)
Filipinas	96 707	29.7	8.2	25.7	64.5 (2008)
Mundo	7 056 768	18.0	10.6	35.8	38.0 (2012)**

*Nota: En algunos países de la región. ^aAño de referencia para los datos entre paréntesis. ^{**} Excluye carbón.*

Fuente: WWAP, con datos de ^aOMS/UNICEF (2014); ^bIEA (2014) y ^cOMS (s.f.).

OMS/UNICEF (Organización Mundial de la Salud/ Fondo para la Infancia de las Naciones Unidas). 2014. Datos y estimaciones de recursos. Nueva York, OMS / UNICEF Monitoreo conjunto Programa de agua potable y saneamiento. <http://www.wssinfo.org/data-estimates/table/>

AIE (Agencia Internacional de Energía). 2014. Perspectiva Energética Mundial 2014. París, OCDE/AIE <http://www.worldenergyoutlook.org/resources/energydevelopment/energyaccessdatabase/>

OMS (Organización Mundial de la Salud).s.f. Repositorio de datos del Observatorio Mundial de la Salud – combustibles sólido para cocinar por país <http://apps.who.int/gho/data/view.main.EQSOLIDFUELSTOTv>

De acuerdo con los datos de la tabla 1, para el caso de Colombia, el 8.8% corresponde a población sin acceso a fuentes mejoradas de agua, esto es aproximadamente 4.197.952 de sus habitantes, mientras que el 19,8% corresponde a población sin acceso a saneamiento mejorado, estos es aproximadamente 9.445.392 de sus habitantes.

1.1 El agua y el desarrollo de los países.

Según lo expresado en el informe sobre desarrollo humano, (Naciones Unidas, 2006), el agua limpia y el saneamiento se encuentran entre los impulsores más poderosos para el desarrollo humano. Estos factores aumentan las oportunidades, mejoran la dignidad y ayudan a crear un círculo virtuoso para mejorar la salud e incrementar la riqueza.

De acuerdo con (Naciones Unidas, 2006), alrededor de cien años atrás, ciudades como Londres, Nueva York y París eran centros de enfermedades infecciosas y gastrointestinales, la disentería y la fiebre tifoidea socavaban la salud pública. Las tasas de mortalidad infantil eran altas como lo son actualmente en muchos países del África subsahariana. No obstante, reformas radicales en agua y saneamiento cambiaron esta situación convirtiendo el agua limpia en un gran impulso para el progreso humano. Los gobiernos, motivados por coaliciones para la reforma social, por la preocupación moral y por el propio interés económico, pusieron al agua y saneamiento en el centro de un nuevo contrato social entre los estados y sus ciudadanos. En el transcurso de una generación, pusieron en marcha las medidas económicas, la tecnología y las leyes necesarias para hacer que el agua y el saneamiento estuviesen al alcance de todos. (Naciones Unidas, 2006).

Gracias a ello, según lo reportado por (Naciones Unidas, 2006), en los países desarrollados para obtener agua limpia sólo es necesario abrir una canilla, los servicios de saneamiento higiénico y privado se dan por hecho. Los más pequeños no mueren por no tener un vaso de agua limpia, niños y niñas pueden ir a la escuela y las enfermedades contagiosas a causa del agua se ven sólo en los libros de historia.

Como se observa en el informe (Naciones Unidas, 2006) el contraste con los países en desarrollo es impactante. Aunque la privación se distribuye de manera desigual entre las distintas regiones las tasas de cobertura más baja se dan en África subsahariana, pero la mayoría de las personas que carecen de agua limpia viven en Asia; mientras que la privación del saneamiento está aún más extendida. La mitad de la población de los países en desarrollo carece de acceso a un saneamiento básico. Y dado que los datos se maquillan de manera sistemática, estas cifras no reflejan toda la magnitud del problema.

No disponer de agua significa que la gente debe recurrir a acequias, ríos y lagos contaminados con excrementos humanos o de animales o utilizados por los animales, y que mujeres y niñas no puedan ir a la escuela porque deben hacer diariamente largos viajes en busca de agua; y aún así, no cubrir siquiera las necesidades básicas humanas que según el informe (Naciones Unidas, 2006) aunque éstas pueden variar, el umbral mínimo es de aproximadamente 20 litros al día. La mayoría de las personas sin acceso a agua limpia utilizan aproximadamente 5 litros diarios, una décima parte de la cantidad promedio diaria utilizada por las cisternas de los inodoros en los países desarrollados donde se pierde más agua a causa de las canillas que gotean que la disponible al día para más de 1.000 millones de personas.

Además de estas preocupantes cifras, según los hallazgos del citado informe (Naciones Unidas, 2006), al no tener acceso a servicios de saneamiento y carecer de inodoro, la gente se ve forzada a hacer sus necesidades utilizando el campo, las cunetas, baldes y bolsas de plástico que arrojan a la calle, con los consecuentes problemas para la salud pública, particularmente para mujeres y niñas.

De esta forma puede apreciarse como la privación de agua y saneamiento produce efectos multiplicadores. De acuerdo con las cifras expresadas por el informe (Naciones Unidas, 2006), el balance incluye entre otros la pérdida de 443 millones de días escolares al año a causa de enfermedades relacionadas con el agua; millones de personas emplean numerosas horas al día en ir en busca de agua; desventajas en el ciclo de la vida que afectan a millones de personas, con enfermedades y pérdida de oportunidades educativas en la infancia que conducen a la pobreza en la edad adulta. Las pérdidas alcanzan las proporciones más elevadas en los países menos desarrollados; el África subsahariana pierde aproximadamente el 5% del PIB, o alrededor de 28.400 millones de dólares anuales, una cifra que supera el total de la asistencia recibida y el alivio de la deuda de la región en 2003.

1.2 El consumo mundial de agua

Paradójicamente las cifras sobre accesibilidad al agua para consumo humano, vistas hasta ahora, contrastan con su explotación y extracción a nivel mundial si se tiene en cuenta que investigaciones recientes en las cuales se fundamenta el informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los Recursos Hídricos en el mundo, realizado en 2014 y corroborado y actualizado en 2015, confirman la disminución de los suministros de agua subterráneos, y estiman que un 20% de los acuíferos del planeta están sobreexplotados, algunos de manera extrema. “La alteración de los ecosistemas a través de la urbanización que no cesa, las prácticas agrícolas inadecuadas, la deforestación y la contaminación son algunos de los factores que afectan a la capacidad del ambiente para proveer servicios de los ecosistemas, como el agua limpia” (United Nations , 2015), p. 2.

Al respecto, (Naciones Unidas, 2014) considera que las extracciones de agua dulce (tanto de aguas superficiales como subterráneas) han aumentado alrededor de un 1% por año desde finales de la década de 1980, casi exclusivamente en los países en desarrollo, mientras que la extracción anual de agua dulce parece haberse estabilizado e incluso disminuido en la mayoría de países más desarrollados, lo que sugiere mejoras en la eficiencia de uso y una creciente dependencia de la importación de productos con un alto consumo de agua, entre ellos alimentos.

(Naciones Unidas, 2014) Prevé que la demanda mundial de extracciones de agua aumente en un 55% para el 2050, debido a la creciente demanda por parte de la industria, la generación de energía térmica, la agricultura y el uso doméstico.

1.3 La información mundial sobre el consumo de agua

Con respecto a las estadísticas tradicionales que evalúan la intensidad relativa de los principales usos del agua (domésticos, producción, agricultura), (Naciones Unidas, 2014) dice que son a menudo insatisfactorias, especialmente cuando el interés se centra en el objetivo final de asignación de los recursos hídricos a los diferentes sectores. Este aspecto resulta más insatisfactorio en lo que se refiere a la electricidad, la cual parece ser responsable del 75% del total de extracciones para producción.

Para (Naciones Unidas, 2014) la ausencia de datos sitúa a la gestión de los recursos hídricos en una posición de desventaja política en cuanto a la prioridad en la toma de decisiones. Mientras que la electricidad puede ser percibida como un gran negocio, el

papel central del agua en el desarrollo socioeconómico sigue siendo poco reconocido. Como resultado, muchas de las decisiones y mecanismos de aplicación adoptados con respecto a la electricidad (mejora de la eficiencia, mejora de la cobertura del servicio, etc) no tienen realmente en cuenta el impacto de estas acciones en los recursos hídricos o los diferentes beneficios para otros usuarios del agua.

En este orden de ideas, (United Nations , 2015) expresa que la mayoría de los países reportan que la información requerida para la adecuada planificación financiera en el sector de los servicios de agua, tales como información sobre los usuarios y sus contribuciones potenciales, es insuficiente. De otro lado, información referente a los costos de la infraestructura, operación y mantenimiento a menudo se descuidan o no están bien contemplados en los proyectos de abastecimiento de agua. Como resultado, muchos sistemas de agua no están adecuadamente mantenidos, lo que lleva a daños y perjuicios, pérdidas, ineficiencia, falta de calidad, cantidad y continuidad en el servicio a los usuarios.

A propósito de la información (United Nations , 2015) dice:

El monitoreo sobre la disponibilidad de agua, el uso y los impactos relacionados, representa un desafío enorme y persistente. La información objetiva sobre el estado del agua, su uso, gestión y manejo es a menudo pobre o se carece de ella. La observación del agua en todo el mundo proporciona datos incompletos e incompatibles de calidad y cantidad, en la superficie y en agua subterránea; y no existe información completa sobre las aguas residuales, la generación y tratamiento. Los diversos estudios y las evaluaciones proporcionan una instantánea del estado y el uso de los recursos hídricos en un momento y lugar determinados, pero en general no proporcionan información amplia y completa de cómo diferentes dimensiones del agua están cambiando con el tiempo en diferentes partes del mundo (p. 15).

En el contexto del desarrollo sostenible el agua es un factor clave - y un factor que limita el potencial – para el crecimiento económico, la salud y el bienestar humano y ambiental, pero la falta de información y conocimiento crea barreras a la formulación de la política pública y a la toma de decisiones en los objetivos de desarrollo. Por ejemplo, (United Nations , 2015) ha encontrado que son con frecuencia demasiado pocas las mediciones confiables relacionadas con el seguimiento de los resultados de las medidas de mejora de la productividad y uso eficiente del agua.

Según lo expuesto por (United Nations , 2015), existe una necesidad de datos e información sobre los recursos hídricos y su uso con indicadores de crecimiento en varios sectores de la economía que permitan evaluar su papel y su contribución en términos del desarrollo económico, y lograr una mejor comprensión de sus consecuencias sobre los recursos y los diferentes usuarios. Del mismo modo existe la necesidad de cuantificar el papel del agua en el mantenimiento de ecosistemas saludables que a menudo se limita a la determinación de "flujos ambientales" (es decir, la cantidad y el tiempo de los flujos de agua necesarios para sostener los ecosistemas de agua dulce). Aunque es una importante y útil herramienta para la gestión de ecosistemas de agua dulce, los flujos ambientales se basan a menudo en los requisitos de ciertas especies indicadoras y pueden no tener plenamente en cuenta las interconexiones e interrelaciones entre los sistemas ecológicos y sus impactos en la vida, en el desarrollo económico y social.

1.4 Consumo de agua para Energía

Según los estudios en el tema, en los cuales se fundamenta el informe de (Naciones Unidas, 2014), el 90% de la generación mundial de electricidad se caracteriza por un consumo intensivo de agua, gracias a lo cual existe un conflicto entre la generación de electricidad, los otros usuarios del agua y el ambiente. Por su parte el sector de la energía térmica, responsable de aproximadamente el 80% de la producción mundial de electricidad, es responsable del 43% del total de extracciones de agua dulce en Europa y de más del 50% de las extracciones nacionales de agua en varios países. El sector de la energía térmica es el principal usuario de agua en los Estados Unidos, donde es responsable de casi la mitad del total de extracciones de agua sobrepasando la agricultura. En China, las extracciones de agua para el enfriamiento de centrales superan los 100.000 millones de m³ anuales.

Esta situación, además de las alarmantes cifras relacionadas con el consumo intensivo de agua, implica, según (Naciones Unidas, 2014), que anualmente de unos 15.000 a 18.000 millones de m³ de agua dulce son contaminados por la producción de combustibles fósiles, con importantes consecuencias para los ecosistemas y las comunidades que dependen del agua para beber y sobrevivir.

1.5 Consumo de agua para agricultura

“La agricultura utiliza el 11% de la superficie del planeta y la agricultura de regadío representa el 70% del total de extracciones de agua a escala mundial; de no mejorarse la eficiencia, se espera que el consumo de agua para uso agrícola en el mundo aumente en torno a un 20% de aquí a 3 décadas” (Naciones Unidas, 2014).

Sobre el consumo de agua, (Naciones Unidas, 2014) dice que aproximadamente 870 millones de personas sufren desnutrición debido a la falta de alimentos; afirma además que las proyecciones demográficas indican que la población mundial aumentará hasta 9.300 millones de aquí a 2050, lo que sugiere que la producción mundial de alimentos deberá aumentar hasta un 60% en este mismo tiempo para poder satisfacer la demanda.

La demanda de materias primas agrícolas para biocombustibles constituye la principal fuente de nueva demanda en la producción agrícola, factor determinante en el alza de los precios mundiales de productos básicos. Las nuevas fuentes de energía suponen un consumo de agua muy alto; generar un litro de biocombustible necesitan entre 1.000 y 4.000 litros de agua². Es así como la producción de biomasa para energía y el cultivo de alimentos deberán repartirse la escasa tierra y recursos hídricos existentes.

1.6 Consumo de agua para uso industrial y doméstico

A nivel mundial la industria supone un 20% del consumo mundial de agua y un 10% para uso doméstico. En los países industrializados las industrias llegan a consumir hasta un 50%, y más, del agua disponible para consumo humano³.

² Uso del agua en el mundo, AQUAE Fundación, (citado 9 de mayo de 2016). Disponible en internet: <http://www.fundacionaquae.org/wiki/uso-del-agua-en-el-mundo>

³ Uso del agua en el mundo, AQUAE Fundación, (citado 9 de mayo de 2016). Disponible en internet: <http://www.fundacionaquae.org/wiki/uso-del-agua-en-el-mundo>

Como consecuencia del consumo, (Naciones Unidas, 2014) estima que más del 80% del agua utilizada en todo el planeta y hasta el 90% en los países en desarrollo no se recoge ni se trata, con la consiguiente amenaza a la salud humana y a los ecosistemas.

Por su parte, con respecto al uso del agua (United Nations , 2015) dice:

La competencia por agua entre usos y usuarios aumenta los conflictos en el territorio y las desigualdades en el acceso a los servicios. En esta competencia la necesidad de mantener el agua y la integridad del ecosistema con el fin de sostener la vida y el desarrollo económico es a menudo ignorada. Con frecuencia el ambiente, así como las personas marginadas y vulnerables son los mayores perdedores en la competencia por el agua (p.11).

(United Nations , 2015) Reitera además que el cambio climático agrava los riesgos asociados con variaciones en la distribución y disponibilidad del agua, mientras que el aumento de la variabilidad en los patrones de precipitación, que muchos países ya están experimentando a causa del efecto de invernadero, está conduciendo a efectos sobre el conjunto del ciclo hidrológico, con cambios en la escorrentía y la recarga de los acuíferos, y en la calidad del agua. A su vez las temperaturas más altas del agua, debido a climas más cálidos y el aumento de los vertidos de residuos, agravan entre las muchas formas de contaminación la contaminación térmica con impactos negativos sobre los ecosistemas, la salud humana y la fiabilidad del sistema de aguas y sus costos de operación.

1.7 Uso del agua en América Latina y el Caribe, problemas y retos

Sobre América Latina (United Nations , 2015) dice:

*La base de la economía en su mayoría sigue siendo la exportación de recursos naturales, que usan grandes cantidades de agua en la producción. Esta situación genera conflictos y tensiones en la gestión del agua y lleva al aumento de la competencia en términos de cantidad, pero también más recientemente en términos de calidad y oportunidad de la utilización de los escasos recursos hídricos. Se espera que esta situación pueda agravarse en el futuro a través del efecto negativo de mayor demanda de agua debido al crecimiento demográfico y desarrollo económico, junto con condiciones más secas y aumentó de la variabilidad hidrológica en muchas cuencas de ríos como consecuencia del cambio climático. En segundo lugar, el crecimiento económico y el aumento de los niveles de ingresos generan una mayor demanda de instalaciones públicas y servicios ambientales. Con el aumento de los ingresos y la democratización, la gente está exigiendo más énfasis en la conservación ambiental, la participación ciudadana en la toma de decisiones, y la protección de los derechos de las comunidades indígenas. Estas tensiones relacionadas con el agua destacan dos prioridades que los países tendrán que abordar en las próximas décadas: (i) el fortalecimiento de la **gobernanza del agua** y (ii) la mejora de **abastecimiento de agua potable y servicios de saneamiento** (p. 83-83).*

1.8 Gobernanza del agua

En América Latina, dada la abundancia relativa de agua en la región, y de acuerdo con lo expresado por (United Nations , 2015), cualquier "crisis del agua" es en primer lugar más institucional que en relación con la disponibilidad física. Los estudios efectuados por Naciones Unidas para la construcción del citado informe en su última publicación del año 2015 han encontrado que la mayoría los países tienen una muy limitada capacidad institucional para la gestión de los recursos hídricos y para una eficaz aplicación de los instrumentos de gestión existentes los cuales no ocupan un lugar muy alto en las agendas políticas. Según sus hallazgos, los problemas más comunes incluyen administración pública ineficiente; la informalidad generalizada; instituciones reguladoras débiles; bajos niveles de participación, coordinación, transparencia, credibilidad y rendición de cuentas; inestable e insuficiente financiación; la corrupción; una fragmentada y anticuada legislación de aguas; falta de capacidad técnica; gobernanza politizada y débil en los organismos de ejecución y proveedores de servicios; e insuficiente información. La incapacidad generalizada para establecer instituciones formales estables y efectivas para hacer frente a la asignación del agua y al control de la contaminación se evidencian en los muchos ejemplos de mala gestión, informalidad y falta de coordinación.

Es así como en los países de América Latina y en Colombia, estas deficiencias en la gobernanza, vistas a menudo en los medios de información y comunicación y corroboradas por la investigación anual de Naciones Unidas, se manifiestan en prácticas informales e insostenibles de uso del agua, contaminación del agua, particularmente aguas abajo de zonas urbanas densamente pobladas, y especialmente en la proliferación de conflictos entre los recursos naturales y la mayoría de las grandes infraestructuras y proyectos de desarrollo.

En particular, según (United Nations , 2015), estos conflictos surgen entre los intereses de grandes empresas, como la minería y la energía hidroeléctrica por un lado, y los intereses de la protección del ambiente, los pequeños usuarios del agua local, y usuarios indígenas (a menudo sin derechos de agua debidamente formalizados) por el otro. Muchos de estos conflictos se relacionan con proyectos de participación extranjera, que generalmente están cubiertos por acuerdos internacionales de inversión. Sobre todo en países con una gobernanza débil la protección internacional de los inversores es capaz de limitar el espacio de políticas públicas las cuales son necesarias para gestionar adecuadamente el agua y otros recursos naturales, y regular los servicios de utilidad pública. En última instancia, existe la necesidad de una gobernanza fuerte como para garantizar un equilibrio adecuado entre los esfuerzos para atraer la inversión extranjera y garantizar un entorno empresarial estable, por un lado, y el objetivo de lograr un desarrollo socio-económico, la sostenibilidad ambiental y la protección de intereses públicos vitales, por el otro.

A propósito de esta situación, Naciones Unidas en el 2015, a partir de sus estudios y hallazgos encontrados, dice:

Para superar esta situación los gobiernos tendrán que poner en su lugar y hacer operar plenamente estos aspectos: (i) la gestión del agua con instituciones que respondan adecuadamente a la naturaleza de los problemas involucrados en la utilización de los recursos, y que están en sintonía con las concepciones y prácticas de la sociedad; (ii) instrumentos de gestión del agua (derechos de uso del agua y permisos de descarga, la evaluación, la planificación, las normas de

calidad del agua, la gestión de la demanda, resolución de conflictos, regulación, etc.), que utilicen cada vez más medios económicos, tales como los cargos y costos eficientes; (iii) autoridades, con facultades y recursos acordes con sus responsabilidades, soportados en organismos de cuenca; (iv) la asignación del agua con sistemas que promuevan la inversión en el desarrollo y la conservación del agua, aseguren el uso eficiente y ordenado del agua, eviten los monopolios y faciliten el control en el interés público; y (v) sistemas de control de contaminación del agua capaz de movilizar los recursos tecnológicos y financieros necesarios (p. 83).

Es así como la primera prioridad para América Latina y el Caribe, y en forma particular para Colombia, es mejorar y consolidar la gobernabilidad del agua, para lo cual Naciones Unidas en 2015 dice que con un modelo o patrón a seguir, se debe cambiar a la gestión integrada y sostenible de los recursos hídricos.

1.9 Abastecimiento de agua potable y servicios de saneamiento.

La segunda prioridad que establece Naciones Unidas en 2015 para los países de América Latina y el Caribe, atinente al abastecimiento de agua potable y saneamiento, se refiere a que los avances logrados en la prestación de los servicios de agua potable y saneamiento adquieran firmeza y solidez, lo que garantiza la plena realización del derecho humano al agua y saneamiento. Esto porque según algunos reportes los niveles de provisión de agua y saneamiento, con la posible excepción del tratamiento de aguas residuales, lograron en la región niveles favorables comparados con los de otros países en desarrollo. Sin embargo, para Naciones Unidas en el 2015, estas estimaciones globales tienden a exagerar los niveles reales de acceso a los servicios y no tener en cuenta las graves deficiencias en la calidad y continuidad del servicio, que de manera desproporcionada afectan a las zonas rurales y los pobres. Adicionalmente, muchas ciudades todavía sufren de inundaciones episódicas debido a una inadecuada infraestructura de drenaje de las aguas pluviales, como es el caso de la ciudad de Barranquilla en Colombia, y a las deficiencias de planificación en las zonas urbanas.

“El financiamiento se encuentra particularmente inadecuado para el saneamiento y el tratamiento de aguas residuales se descuida crónicamente; el agua potable absorbe la mayor parte de los fondos disponibles en particular en los países en desarrollo” (United Nations , 2015), p. 14.

Lo anteriormente expuesto significa que los gobiernos tendrán que concentrar esfuerzos para lograr cobertura del servicio universal, tanto en lo que se refiere a accesibilidad como a asequibilidad; con énfasis en la conexión de los hogares, mejora en la calidad del servicio y sostenibilidad, la expansión del tratamiento de aguas residuales y según el caso sistemas de drenaje de aguas pluviales. Con respecto a la expansión del tratamiento de aguas residuales, para Naciones Unidas (2015) la atención tendrá que centrarse en un tratamiento más avanzado y con tecnologías para eliminación de nutrientes y disposición de lodos, así como la gestión de residuos sólidos e industriales con el punto de control en el origen de la contaminación, sobre todo en agricultura.

De acuerdo con Naciones Unidas (2006), las experiencias y casos reales en el mundo en materia de agua potable y saneamiento muestran que los ingresos son importantes, pero la política pública determina la conversión de esos ingresos en desarrollo humano. Es por

ello que para avanzar en la realización de estos dos objetivos: **gobernanza del agua** y la mejora de **abastecimiento de agua potable y servicios de saneamiento**, Naciones Unidas (2015) dice:

*Los gobiernos tendrán que centrar las políticas públicas en: (i) asignar alta prioridad política a estos servicios, en términos de asignaciones presupuestarias y desarrollo de instituciones estables y eficientes; (ii) una gradual transición hacia la autofinanciación con el diseño de tarifas que promuevan la eficiencia en el uso de recursos, acompañada de la creación de efectivos sistemas de subsidios para grupos de bajos ingresos; (iii) **una estructura industrial más consolidada o agregada, para aprovechar las economías de escala y garantizar la viabilidad técnica y financiera de los proveedores de servicios**; (iv) regulación económica efectiva, con énfasis en el acceso a la información, la evaluación comparativa y la participación de los consumidores; (v) el ajuste de las prácticas regulatorias y de gobierno a los servicios públicos, con el fin de hacerlos más transparentes y sensibles a los incentivos regulatorios; y (vi) una mayor integración de la regulación económica, el agua y políticas de gestión de la tierra a fin de garantizar sostenibilidad en el ambiente y en la prestación de servicios (p. 82-84).*

2 CAPITULO 2. EL AGUA COMO BIEN PÚBLICO EN COLOMBIA

El presente capítulo muestra la historia del sector de agua potable en Colombia y como a través de su evolución la provisión de los servicios de agua potable y saneamiento ha pasado de un esquema estatal y central, a uno donde se fortalece la descentralización y se estimula la participación de la iniciativa privada.

Al igual que en el país, los recursos hídricos distribuidos desigualmente en el planeta, las debilidades en la gestión e inversión, sumado al crecimiento de la población, el aumento de patrones de consumo y el cambio climático son factores que agravan cada vez más la situación del agua a nivel mundial⁴.

El escenario de confrontación por el agua, si bien ha afrontado la creciente escasez y deterioro de la calidad del agua como factor determinante, encuentra tanto en las intenciones de privatización del Banco Mundial (BM) y el Fondo Monetario Internacional (FMI), como en los propósitos de comercialización y exportación de las transnacionales sobre los recursos naturales, algunas de las principales presiones sobre los intereses locales sujetos también a acuerdos internacionales, bilaterales, de libre comercio e inversiones.⁵

Esta situación, como lo expresa K. Matsuura en 2009, ha conllevado a ser una fuente de conflicto representada en agitaciones masivas, transformaciones demográficas y desigualdades en el desarrollo, circunstancias que a su vez contribuyen a acentuar las diferencias socioeconómicas y la degradación ambiental.

⁴ Palabras de Koichiro Matsuura (Director General, Educación Naciones Unidas) En: UNESCO. World Water Assessment Programme: Report 3, Water in a changing World. Paris: 2009. p. v.

⁵ BARLOW, Maude y CLARK, Tony. Oro azul: las multinacionales y el robo organizado de agua en el mundo. Barcelona: Ediciones Paidós, 2004. p. 146-152.

Ante esta situación, de acuerdo con (Gómez, 2012), inicialmente los esfuerzos se han direccionado desde el sector público y la academia a reconocer la problemática mediante investigaciones, intercambio de conocimientos y experiencias, el desarrollo e implementación de tecnología para el abastecimiento y tratamiento del agua, y políticas de protección y regulación del recurso hídrico. Sin embargo, actualmente estos esfuerzos se confrontan nuevamente con la voluntad política y la gobernabilidad para resarcir la condición de vulnerabilidad del 20% de la población mundial sin abastecimiento suficiente de agua⁶.

Al reconocerse el agua como un derecho humano fundamental la importancia del recurso hídrico aumenta, al ser un recurso natural limitado e indispensable para la vida digna y la realización de otros derechos humanos, el cual debe garantizarse “de forma suficiente, en condiciones de seguridad y aceptabilidad, siendo físicamente accesible y asequible para usos personales y domésticos... debiendo ser tratado como un bien social y cultural y no como un bien económico”⁷.

Para (Gómez, 2012), es aquí donde pueden identificarse dos vertientes en relación con la situación del agua: desde el contexto institucional el discurso por el agua se relaciona con el desarrollo y con el recurso como fuente de mercantilización, mientras para las comunidades, más que un recurso, el agua es un bien común asociado no solo a las necesidades humanas sino también a los derechos, de los cuales nadie debe apropiarse ni restringirse solo a la población que pueda pagar por estos.

En este sentido, según lo expresado por (Gómez, 2012), algunos países cuentan con disposiciones específicas sobre el agua como derecho fundamental a nivel constitucional: tal es el caso de Sudáfrica, Uganda, El Congo, Bolivia, Ecuador y Uruguay⁸. Mientras en otros países como Colombia, Venezuela, Panamá, Gambia, Irán y Zambia, aunque la constitución contempla que el Estado debe velar por el acceso al agua, este no se incluye como un derecho explícito, lo cual, de acuerdo con (Gómez, 2012), abre la discusión a la necesidad de ratificar al interior de cada país nuevas expresiones de derechos o la funcionalidad de ejercer mecanismos judiciales como el bloque de constitucionalidad.

Por su parte, en Colombia, antes de las reformas de los 90s, la provisión de los servicios de agua potable y saneamiento era principalmente estatal y central aunque algunas ciudades mayores contaban con Empresas Públicas Municipales. En 1936, como mecanismo de financiación, se destina el 1% de los recursos fiscales a la creación de un fondo para la expansión de los servicios de agua potable (Fondo de Fomento Municipal). Posteriormente, en los 50s se crea el INSFOPAL con funciones de financiación, planificación, diseño, construcción, operación, mantenimiento y administración de los servicios en los municipios. El INSFOPAL aprovecha inicialmente las economías de escala de un sistema centralizado (diseño de los sistemas, contratación, financiación de las inversiones y esquemas de gestión) sin embargo resulta insostenible a largo plazo, entre otras cosas debido a limitaciones para adelantar sus funciones desde el centro. Hacia finales de los 60s se crea la Junta Nacional de Tarifas que buscaba la recuperación

⁶ UNESCO. World Water Assessment Programme: Report 2, 2006. Section 1. p. 3.

⁷ Este derecho es reconocido por las Naciones Unidas en 2002 desde el comentario general No 15 del Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales (CESCR). COMMITTEE ON ECONOMIC, SOCIAL AND CULTURAL RIGHTS, Substantive issues arising in the implementation of the international covenant on economic, social and cultural rights, The right to water, United Nations, Twenty-ninth session. GENEVA: 2002, Article 2 and 3.

⁸ ONU-Hábitat, Organización Mundial de la Salud (OMS). El derecho al agua. Folleto Informativo No 35, 2010, p.7-8.

de costos y disminuir la interferencia política en la definición de las tarifas; el éxito en este sentido fue muy escaso⁹.

En los 70s, en busca de una mayor autonomía de los municipios y departamentos, el INSFOPAL se desconcentra y se crean las Empresas de Obras Sanitarias (EMPOS) y las Sociedades de Acueductos y Alcantarillados (ACUAS), pero de acuerdo con Arévalo en 2005, pronto se convirtieron en botín político. Luego, hacia mediados de los 80s se restringen las funciones del INSFOPAL en materia de financiación y se crea el Fondo Financiero de Desarrollo Urbano que canaliza recursos de crédito subsidiado para financiar la expansión de los sistemas.

De acuerdo con lo reportado por (Acosta, 2015), a finales de los años 80, luego de la liquidación del INSFOPAL en 1987, se procedió a crear, mediante el Decreto 77 de ese mismo año, la Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico como una dependencia del Ministerio de Obras Públicas y Transporte encargada de regular los aspectos técnicos del servicio. A partir de ese momento el DNP asume su papel de planeador y la financiación de los programas de aguas y saneamiento corren por cuenta de FINDETER, entidad que se creó mediante la Ley 57 de 1989. El control de la calidad del agua queda a cargo del Ministerio de Salud; a los departamentos corresponde proveer asesoría, apoyo técnico y cofinanciación de inversiones; y los municipios son los responsables de la prestación de los servicios y tienen el poder concedente.

Ya para entonces, según lo expresado por Acosta en 2015, este modelo complejo y difícil de integrar empezó a hacer crisis, sobre todo porque la mayoría de las empresas que hacían parte de este sistema se fueron burocratizando. La ineficiencia y el mediocre desempeño de muchas de ellas las fue convirtiendo en una vena rota para el Estado. Este fue el terreno abonado que encontró el nuevo modelo de economía que empezaba a hacer carrera en Latinoamérica, más conocido como el Consenso de Washington. El nuevo paradigma era el de la desregulación, las privatizaciones y la liberación del régimen cambiario. Fue en este contexto en el que se convocó una Asamblea Constitucional, que a poco andar derivó en una Asamblea Constituyente. El organismo que se concibió para reformar la centenaria Constitución de 1886 terminó expidiendo una nueva Constitución Política. Debido a que ninguna de las fuerzas políticas representadas en la Constituyente tenía las mayorías para imponerse, lo plasmado en la Carta terminó siendo una solución de compromiso entre distintas tendencias ideológicas razón por la cual, según Acosta 2015, en lo atinente a los servicios públicos no se optó ni por las posiciones estatistas de unos ni por las posiciones privatizadoras de los otros. Fue así como se impuso un híbrido, en donde se abre nuevamente la posibilidad de que los privados presten los servicios públicos pero el Estado se reserva la regulación, la vigilancia y el control de su prestación. Para la regulación se les dio vida a las comisiones de regulación, integradas por expertos en sus áreas respectivas y la vigilancia y el control quedó en cabeza de la Presidencia de la República, quien la ejerce a través de la Superintendencia de Servicios Públicos.

De acuerdo con lo mencionado por (Arévalo, 2005), la Nueva Constitución adoptada en 1991, a través del art. 365, ratifica que los servicios públicos son inherentes a la finalidad social del estado y que es su deber asegurar su prestación eficiente pero que en ella pueden intervenir agentes privados; refuerza la descentralización iniciada en la década

⁹ Carmen Elena Arévalo Correa, Viceministra de Ambiente, la transformación del sector agua potable y saneamiento básico en Colombia, Bogotá: 2005 (consultado 29 de mayo de 2016). Disponible en internet: siteresources.worldbank.org/.../CarmenArevalo-GobiernoColombia...

anterior trasladando competencias y recursos del Presupuesto General de la Nación a los municipios; determina además la organización institucional del sector y crea la Superintendencia de Servicios Públicos a partir de varias de las propuestas del Plan de Desarrollo 1990-1994 tales como la creación de condiciones favorables para la participación del sector privado y la organización de un sistema nacional de regulación y vigilancia.

Lo preceptuado en la Constitución Política se desarrolla a partir de la Ley 142 de 1994, encargada de fortalecer la descentralización y estimular la participación de la iniciativa privada. Por medio de ella se estableció el régimen de servicios públicos domiciliarios, el cual establece el marco normativo y regulatorio que determina las condiciones y requisitos que deben cumplir los particulares para la prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo.

Así resume Arévalo en 2005 la Ley 142 de 1994:

- Somete los servicios públicos domiciliarios a los principios de la libre competencia y entrada al mercado.
- Establece que los servicios públicos domiciliarios deben ser prestados por Empresas de Servicio Público de carácter oficial, privado o mixto. Los municipios solo podrán prestar el servicio cuando no existan otros agentes interesados o lo pueda hacer a menor costo.
- Para determinar el régimen tarifario establece criterios de eficiencia económica, neutralidad, solidaridad, redistribución, suficiencia financiera y transparencia.
- Establece las funciones del ente regulador – CRA –, entre otras:
 - Regular monopolios
 - Promover la competencia entre prestadores.
 - Definir criterios de eficiencia en cuanto a la gestión financiera, técnica y administrativa de los prestadores.
 - Definir el régimen tarifario y las normas de calidad del servicio

Así las cosas, de acuerdo a lo reportado por (Gómez, 2012), el aumento de cobertura se ha generado en el marco de modelos de prestación de servicios públicos en transición y compromisos por metas mundiales como los de la Década Internacional del Agua Potable y el Saneamiento Ambiental, entre 1980 a 1990, y recientemente los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), donde en busca de reducir la pobreza garantizando la sostenibilidad ambiental, se acoge reducir el porcentaje de población que carece de acceso sostenible a agua potable y saneamiento básico¹⁰.

No obstante, para (Gómez, 2012), las respuestas resultan ser parciales ante las necesidades de agua y saneamiento básico, incluso sumando otras brechas a la resolución del problema, como la consecuente entrada de operadores privados y la mercantilización del agua; y a pesar de los esfuerzos desde el poder público colombiano

¹⁰ En relación a los ODM sobre la sostenibilidad ambiental y el acceso al agua, Colombia acoge como metas nacionales, al 2015: a) incorporar a la infraestructura de acueducto, por lo menos 7,7 millones de nuevos habitantes urbanos, e incorporar 9,2 millones de habitantes a una solución de alcantarillado urbano. b) Incorporar 2,3 millones de habitantes a una solución de abastecimiento de agua, y 1,9 millones de habitantes a una solución de saneamiento básico incluyendo soluciones alternativas para las zonas rurales, con proporciones estimadas del 50% de la población rural dispersa. DNP, PNUD. Hacia una Colombia equitativa e incluyente: informe de Colombia Objetivos de Desarrollo del Milenio 2005. Bogotá: 2006. p. 169-173.

relacionados con el agua como elemento constitutivo del Estado, riqueza de la nación, servicio público y derecho colectivo y del ambiente, la Constitución Política de 1991 no define el agua como derecho humano fundamental. Por ende a pesar de reconocerse el derecho al agua a nivel global desde las Naciones Unidas a través del Comentario General Número 15 en 2002, en el caso colombiano, según lo reportado por (Gómez, 2012), siete años después de la publicación (con corte a 2009), tal observación no generó ninguna ratificación en términos jurídicos, dado que el Comentario es una interpretación y no un tratado, no siendo vinculante en sí mismo, y es solo hasta 2010 cuando se encuentra tal reconocimiento explícito por Naciones Unidas¹¹.

2.1 Otras Normas y Políticas relevantes en la evolución del sector Agua Potable en Colombia.

Continuando con la historia y evolución del sector del agua potable en Colombia, se encuentra que en el año 2012, como una forma de afianzar la participación privada en la provisión de bienes y servicios públicos, se crea la Ley 1508 por la cual se establece el régimen jurídico de las Asociaciones Público Privadas; definiendo a éstas como un instrumento de vinculación de capital privado, que se materializa en un contrato entre una entidad estatal y una persona natural o jurídica de derecho privado, para la provisión de bienes públicos y de sus servicios relacionados, que involucra mecanismos de pago, relacionados con la disponibilidad y el nivel de servicio de la infraestructura o servicio.

La Ley 1508 de 2012 es aplicable a todos los contratos en los cuales las entidades estatales encarguen a un inversionista privado el diseño y construcción de una infraestructura y sus servicios asociados, o su construcción, reparación, mejoramiento o equipamiento, actividades todas estas que deben involucrar la operación y mantenimiento de dicha infraestructura. Claramente también podrá versar sobre infraestructura para la prestación de servicios públicos.

En los contratos que señala la Ley 1508 de 2012 se retribuye la actividad con el derecho a la explotación económica de esa infraestructura o servicio, en las condiciones que se pacte, por el tiempo que se acuerde, con aportes del Estado cuando la naturaleza del proyecto lo requiera. Por su parte, de acuerdo con esta ley, el Gobierno Nacional podrá reglamentar las condiciones para el cumplimiento de la disponibilidad, los niveles de servicio, estándares de calidad, garantía de continuidad del servicio y demás elementos que se consideren necesarios para el desarrollo de los esquemas de Asociación Público Privada a que se refiere esta ley, pudiendo aplicar criterios diferenciales por sectores tal como ha venido sucediendo con el sistema de tarifas y subsidios implementado en los servicios públicos domiciliarios.

Por su parte, en el año 2014, el Consejo Nacional de Política Económica y Social toma como antecedentes que en Colombia, en lo que respecta a las zonas rurales, el suministro de agua potable y las soluciones de saneamiento básico que estuvieron a cargo de la Nación hasta la década de los ochenta, pasaron a ser responsabilidad de las administraciones municipales a partir de la descentralización político administrativa¹²; y que a partir del año 2006, cuando el Gobierno Nacional adoptó como política sectorial la

¹¹ ONU. Resolución El Derecho humano al agua y el saneamiento – Resolución A/RES/64/292. Julio, 2010. p. 1-3.

¹² A partir del Decreto No 077 de 1987 y la expedición de la Constitución Política de 1991 y Ley 142 de 1994.

implementación de los Planes Departamentales para el Manejo Empresarial de los Servicios de Agua y Saneamiento (PDA) orientados a regionalizar, fortalecer el manejo empresarial de los servicios y articular los recursos de inversión provenientes de la Nación, departamentos, distritos, municipios y Corporaciones Autónomas Regionales (CAR), los mayores esfuerzos se han concentrado en la atención de la población urbana brindando apoyo para la ejecución de inversiones y pago de subsidios.

Acorde con lo anterior, el Consejo Nacional de Política Económica y Social en 2014 encuentra que las acciones para asegurar la provisión de agua potable y saneamiento básico en zonas rurales han quedado en cabeza de los municipios, especialmente en aquellos que presentan una baja capacidad institucional y financiera o de comunidades organizadas, que se caracterizan por no contar con instrumentos que les permitan acceder a los recursos para financiar proyectos de construcción, ampliación u optimización de los servicios. Por su parte, la baja capacidad institucional de los municipios se refleja en la inadecuada provisión de agua potable y saneamiento básico en las zonas rurales. Según proyecciones con base en el Censo DANE 2005, la población del país en el año 2013 alcanzó los 47,1 millones de habitantes, de los cuales 11,2 millones (23,8%) se ubican en la zona rural, en su mayoría en las regiones Andina (46%), Caribe (23%) y Pacífica (22%). A su vez, el 23% de la población rural se concentra en áreas nucleadas y el 77% en áreas dispersas, principalmente en municipios de categoría 6¹³ (Ver Tabla 2).

Tabla 2. Concentración de la población rural por categoría municipal – 2012

Categoría Municipal	Total		
	Población rural	Municipios y áreas no municipalizadas	% Población rural
Especial	93.499	4	0,8%
Primera	525.948	19	4,7%
Segunda	365.389	15	3,3%
Tercera	399.843	23	3,6%
Cuarta	578.361	25	5,2%
Quinta	445.513	28	4,0%
Sexta	8.754.242	988	78,1%
Áreas no municipalizadas	53.296	20	0,5%
Total General	11.216.091	1.122	100%

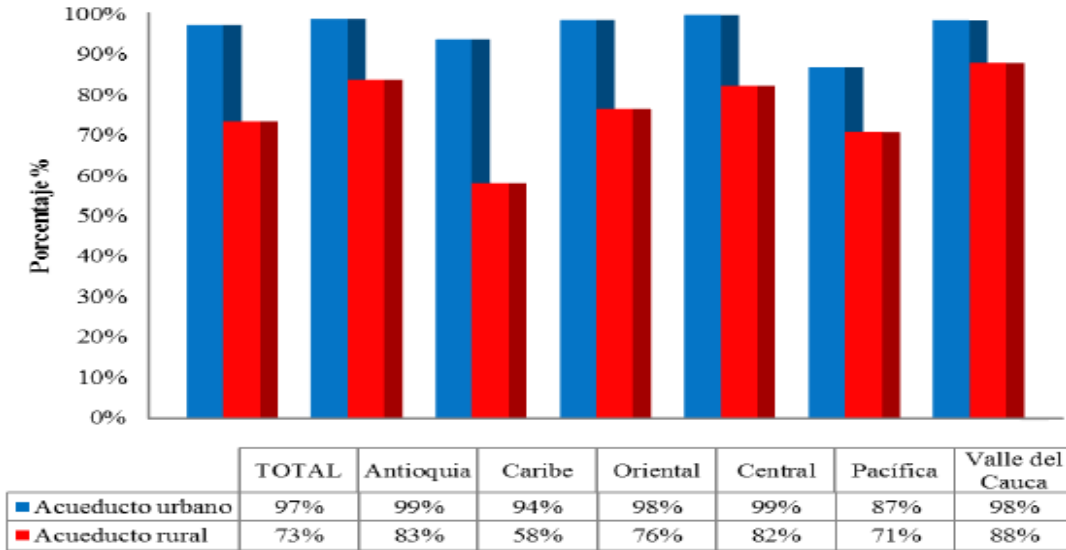
Fuente: DANE - Proyección de población a partir del Censo 2005

De acuerdo con el Consejo Nacional de Política Económica y Social en 2014, al comparar las coberturas urbanas y rurales de acueducto y alcantarillado, calculadas a partir de la Gran Encuesta Integrada de Hogares (GEIH) de 2012, se tienen diferencias de 23 puntos

¹³ En Colombia se ha reconocido la existencia 1102 municipios que se clasifican en categorías uno a seis y categoría especial, de acuerdo con su número de habitantes y a sus Ingresos Corrientes de Libre Destinación –ICLD. La categoría 6 agrupa a los municipios con menor volumen de ICLD y/o menos habitantes.

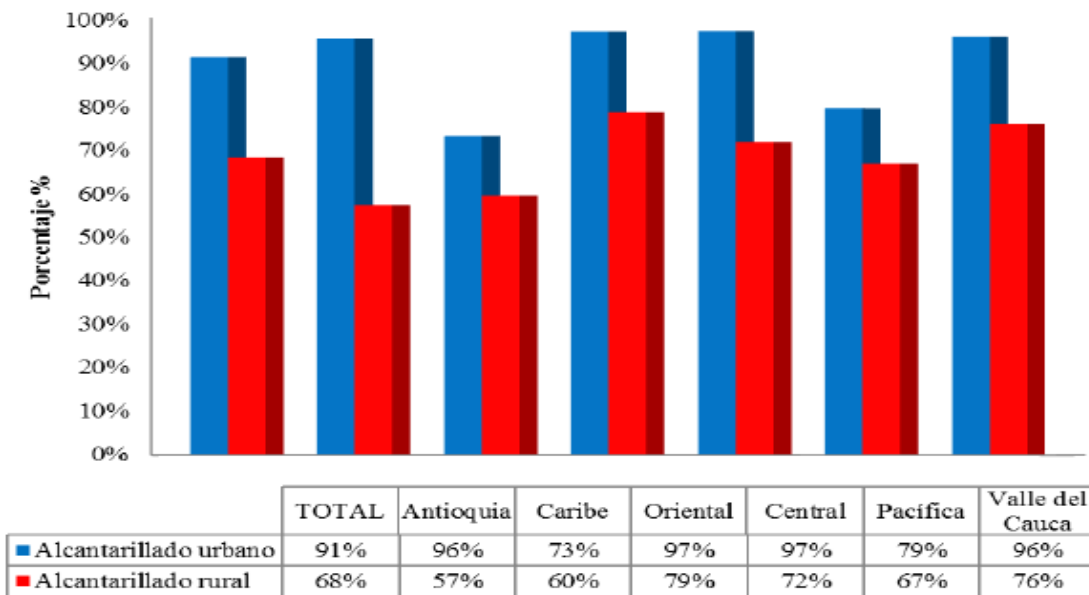
porcentuales (Ver Gráficos 1 y 2) presentándose menores coberturas en el servicio de alcantarillado, principalmente en las regiones Caribe y Pacífica, así como en los municipios de categoría 4, 5 y 6.

Gráfico 1. Coberturas de Acueducto Urbano y Rural (Colombia 2012)



Fuente: DANE - GEIH

Gráfico 2. Coberturas de Alcantarillado Urbano y Rural (Colombia 2012)



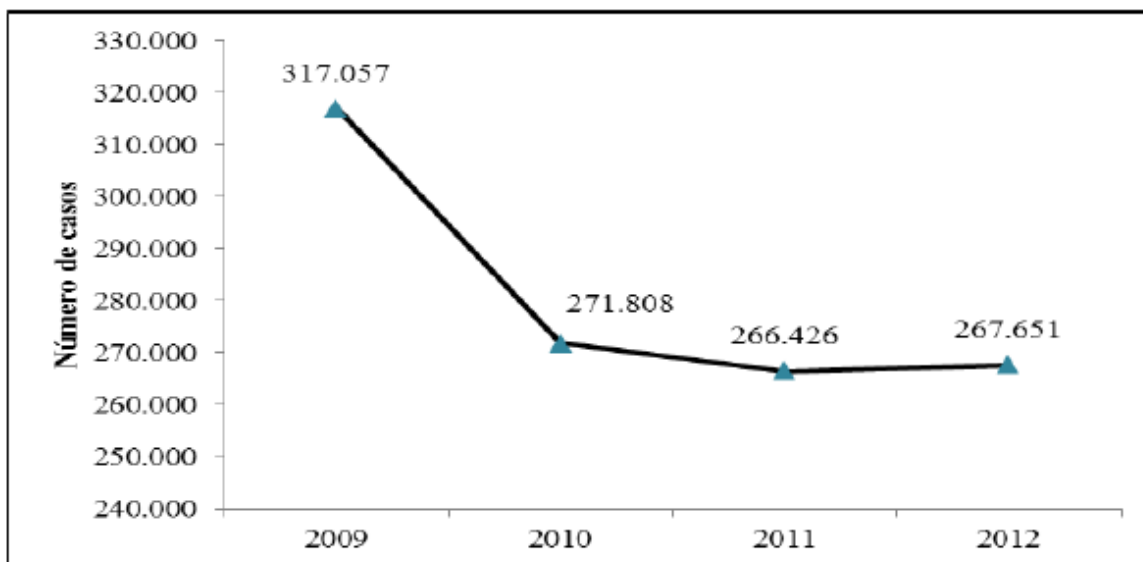
Fuente: DANE - GEIH

En cuanto a la calidad del agua, el Consejo Nacional de Política Económica y Social en 2014 menciona que cerca del 58,8% de la población colombiana en el año 2012 consumió

agua potable. El Índice de Riesgo de Calidad del Agua (IRCA)¹⁴ promedio en la zona urbana fue de 13,2 %, correspondiente a nivel de riesgo bajo y en zona rural alcanzó 49,8 % clasificado en nivel de riesgo alto¹⁵. Esta situación a nivel rural se mantuvo para el período 2007 a 2012, siendo necesarias acciones para mejorar la calidad del agua suministrada y minimizar así riesgos a la salud pública.

Según lo reportado por el Consejo Nacional de Política Económica y Social en 2014, en aquellas regiones del país donde el acceso al agua potable y al saneamiento básico son deficientes, el agua es reconocida como vehículo de dispersión de enfermedades que afecta principalmente a los menores de 5 años, quienes son propensos a contraer enfermedades como la Enfermedad Diarreica Aguda (EDA). En cuanto a la morbilidad de menores de 5 años a causa de EDA, a partir del año 2009 se visualiza una disminución en los casos registrados alcanzando posteriormente un comportamiento más estable (Gráfico 3). Los municipios de categoría 6 registran el mayor porcentaje de notificaciones, esto es el 90.8% de los casos (Ver Gráfico 4).

Gráfico 3. Número de menores de 5 años atendidos por EDA en Colombia (2009 – 2012)

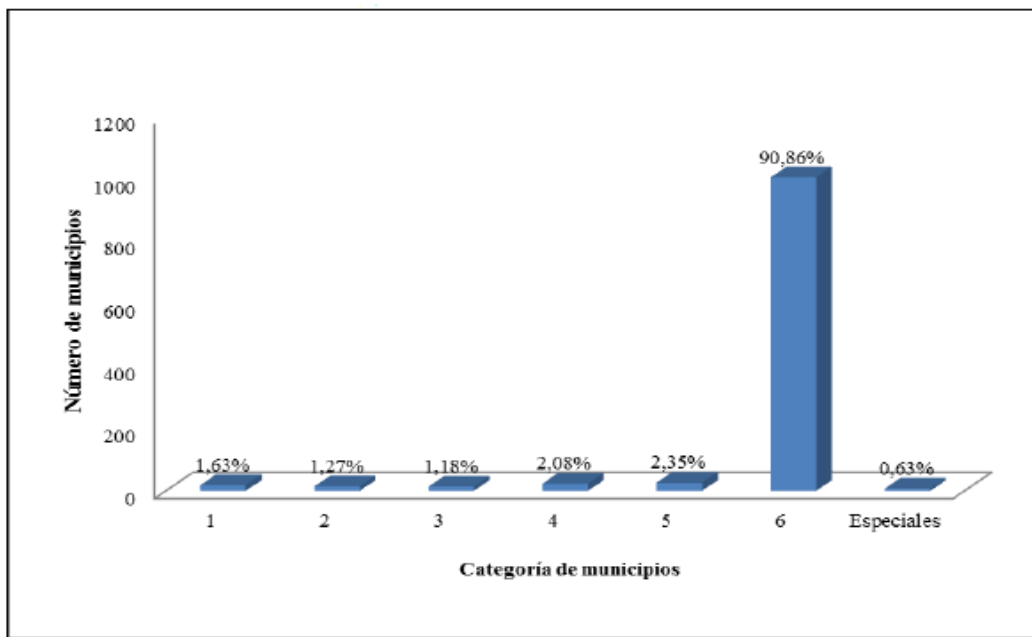


Fuente: MSPS - Dirección de Epidemiología y Demografía

¹⁴ Es el grado de riesgo de ocurrencia de enfermedades relacionadas con el no cumplimiento de las características físicas, químicas y microbiológicas del agua para consumo humana. El índice oscila entre 0 y 100 y tiene la siguiente clasificación: Sin riesgo (0-5); Bajo (5,1-14); Medio (14,1-35); Alto (35,1-80); Inviabile sanitariamente (80,1-100)

¹⁵ Tomado del Informe "Estado de la Vigilancia de la Calidad del Agua para Consumo Humano en Colombia" Instituto Nacional de Salud, 2012. Pág 7.

Gráfico 4. Número de menores de 5 años atendidos por EDA por categorías de municipios de Colombia (2009 – 2012)



Fuente: MSPS - Dirección de Epidemiología y Demografía

Ante esta situación, según lo expresado por el Consejo Nacional de Política Económica y Social en 2014, en el Plan Nacional de Desarrollo 2010 – 2014 el Gobierno Nacional inició un proceso de priorización de acciones orientadas a aumentar el acceso al agua potable y saneamiento básico, para lo cual se tramitó un crédito externo con la banca multilateral¹⁶, se estableció una línea de apoyo financiero a entidades territoriales con recursos del Presupuesto General de la Nación (PGN) y se gestionaron recursos de cooperación internacional¹⁷.

Adicionalmente, para avanzar en la superación de la pobreza de la población rural, entidades como el Departamento para la Prosperidad Social (DPS), la Agencia para la Superación de la Pobreza Extrema (ANSPE), el MADR, entre otras, vienen adelantando acciones que incluyen componentes de agua y saneamiento básico; así como se están ejecutando iniciativas territoriales con recursos propios y del Sistema General de Regalías (SGR).

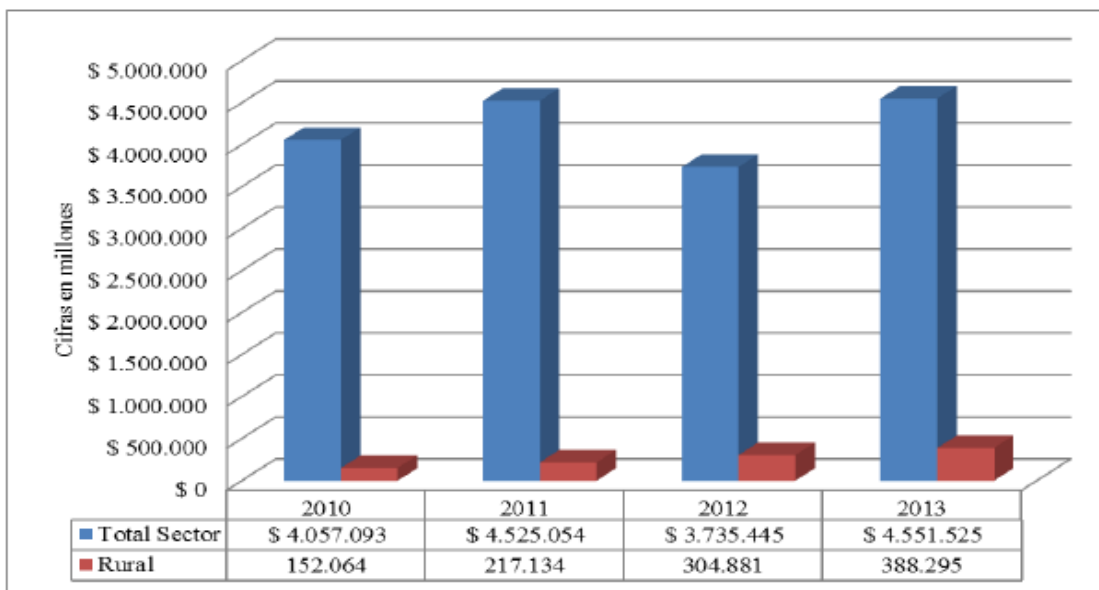
Es así como, según lo expresado por el (Consejo Nacional de Política Económica y Social, 2014), las inversiones en la zona rural han aumentado entre 2010 y 2013, pasando de representar el 3,7% del total de la inversión en el sector APSB (agrupando todas las fuentes) al 8,5% (Gráfico 5); sin embargo, siguen siendo insuficientes frente a las

¹⁶ Conpes 3715 de 2011 "Concepto favorable a la Nación para contratar un empréstito externo con la banca multilateral hasta por US\$ 60 millones o su equivalente en otras monedas destinado a financiar parcialmente el programa de abastecimiento de agua y manejo de aguas residuales en zonas rurales", recursos del PGN 2012, 2013.

¹⁷ Agencia de Cooperación Internacional Española AECID (US\$1,6 millones).

necesidades del sector rural y los requerimientos para la reducir las brechas urbano-rural, que se evidencian en el Índice de Pobreza Multidimensional IPM¹⁸.

Gráfico 5. Inversión total del sector APSB vs Inversiones en la zona rural en Colombia



Fuente: MVCT – DNP

De esta forma, debido a la necesidad de contar con instrumentos diferenciados y acordes con la realidad de las zonas rurales, teniendo en cuenta que “el agua potable y el saneamiento básico constituyen elementos claves para mejorar las condiciones de vida de la población rural, impactar positivamente la salud, disminuir la brecha social y de desarrollo (urbano - rural y entre regiones)” (Consejo Nacional de Política Económica y Social, 2014, p. 13), se construye el Documento CONPES 3810 de 2014, a través del cual se establecen los lineamientos de la Política para el Suministro de Agua Potable y Saneamiento Básico en la Zona Rural, cuyo objetivo central es promover el acceso al agua potable y saneamiento básico en las zonas rurales, a través de soluciones acordes con las características de dichas áreas que contribuyan al mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural; fortaleciendo el esquema institucional y de intervención del estado en estas zonas.

Para el año 2015, en lo que concierne al sector APSB, la Ley 1753 por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 “Todos por un nuevo país”, al referirse en el artículo 18 a las condiciones especiales de prestación de servicios en zonas de difícil acceso, establece que el Gobierno Nacional definirá esquemas diferenciales para la prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo en zonas rurales, zonas de difícil acceso, áreas de difícil gestión y áreas de prestación, en las cuales por condiciones particulares no puedan alcanzarse los estándares de eficiencia, cobertura y calidad establecidos en la ley. Por su parte, la Comisión de Regulación de Agua y Saneamiento

¹⁸ Índice que refleja el grado de privación de las personas en un conjunto de dimensiones como condiciones educativas del hogar, condiciones de la niñez y juventud, trabajo, salud, vivienda y servicios públicos.

Básico (CRA) desarrollará la regulación necesaria para esquemas diferenciales de prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo previstos en dicho artículo.

Adicionalmente, en el año 2015, el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio radica el 24 de diciembre la Resolución No. 1067 del mismo año por la cual se establecen los lineamientos para la formulación de metas de cobertura, calidad y continuidad en la prestación de los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo que deberán definirse en los planes de desarrollo municipal, distrital y departamental; y se determinan los indicadores específicos y estratégicos para el desarrollo de la actividad de monitoreo al uso y ejecución de los recursos del Sistema General de Participaciones para el sector de agua potable y saneamiento básico SGP-APSB.

Los indicadores definidos para el monitoreo al uso y ejecución de los recursos SGP-APSB corresponden a:

Tabla 3. Participación en Indicadores de Monitoreo

INDICADORES DEL MONITOREO		%
Específicos	Presupuestales	40%
	Administrativos	10%
Estratégicos	Sectoriales	50%
Total		100%

A su vez los indicadores estratégicos corresponden a:

- Cobertura
- Calidad
- Continuidad en los servicios

Así las cosas, a partir de estas reformas, actos administrativos, normas y políticas, y según lo reportado por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio en la Revista Dinero, desde el año 2015 el gobierno nacional, con el fin de apaciguar el grave problema de subsistencia relacionado con el agua potable que enfrentan varias capitales y cientos de municipios del país, busca mejorar los balances rojos de las empresas de servicios públicos de esas regiones y llevar agua potable a algunas poblaciones que siguen ancladas en el siglo XIX¹⁹.

De acuerdo a lo señalado por el Ministro en 2015, el primer cambio se materializa en el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 con la búsqueda de mayores eficiencias en las empresas pequeñas que llevan el servicio a regiones pobres así como robustecer la capacidad operativa de las empresas de servicios públicos de los municipios pequeños y medianos. La idea además, según lo afirma el Ministro, de ajustar la regulación es para que se constituyan empresas más sólidas a nivel regional; y cita como ejemplo que dos o más municipios se podrán poner de acuerdo para crear una única empresa prestadora; lo cual puede mejorar los niveles de eficiencia y las economías de escala que se presentan en el proceso de prestación del servicio.

¹⁹ Luis Felipe Henao, Ministro de Vivienda, en Revista Dinero, 17/04/2015. Disponible en internet: <http://www.dinero.com/edicion-impresa/pais/articulo/entrega-subsidios-para-servicio-agua-colombia/207668>

Con respecto a lo anterior, según publicación del Espectador el 16 de julio de 2016, la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA) señala que en Colombia se tiene una atomización de la prestación del servicio al existir por lo menos entre 12.000 y 15.000 acueductos.

“Hay un problema de cobertura y de calidad del agua, especialmente en el sector rural. Para poder cerrar la brecha de cobertura se requiere de inversiones importantes”, admitió el subdirector de Planeación Nacional, Fernando Mejía. El funcionario advierte que en las ciudades 94% del agua potable es apta para el consumo humano, mientras que en el campo apenas es 42%. “En el sector de agua habría que mirar todo un esquema para apuntarle a una regionalización efectiva para lograr una mejor gestión de los acueductos y alcantarillados”, señaló por su parte el vicepresidente Técnico de Andesco, Mauricio López. Andesco es el gremio que agrupa a las empresas de servicios públicos y comunicaciones.

Según la publicación de julio de 2016, un informe de la Superintendencia de Servicios Públicos indica que en 2014 los servicios de acueducto y alcantarillado fueron prestados por 222 empresas en 362 municipios, mientras que el total de suscriptores de esos servicios públicos fue de 7'792.166 para acueducto y 7'336.525 para alcantarillado. Frente a un año atrás, se registró un crecimiento de 1,8 % para agua y de 4,3 % para alcantarillado, “lo que indica un mejoramiento de la cobertura de los servicios públicos de acueducto y alcantarillado”, resalta el estudio.

“Tenemos una atomización de la prestación del servicio”, considera Julio César Aguilera, presidente de la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA). Si se cuentan los acueductos rurales, se tiene entre 12.000 y 15.000 prestadores. Es una cifra muy grande, que hace muy difícil la labor de vigilancia, control y regulación, añade Aguilera. “Lo que buscamos es aglomerar mercados. Que exista la posibilidad de que uno solo se encargue de la prestación de servicios en un grupo de municipios y con ello aprovechar economías de escala”, agrega. Para el subdirector de Planeación Nacional, “no tiene sentido tener acueductos muy pequeños que atiendan sólo a municipios de menos de 10.000 o 15.000 habitantes, cuando usted puede tener una prestación de servicio más regional”.

La única empresa con sistemas de acueducto y alcantarillado no interconectado que solicitó a la CRA la declaratoria de un mercado regional en Colombia fue la Sociedad de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Barranquilla para los municipios de Barranquilla, Puerto Colombia, Soledad, Galapa, Tubará, Juan de Acosta, Usiacurí, Piojó, Sabanalarga, Sabanagrande, Santo Tomás, Baranoa, Polo Nuevo, Palmar de Varela y Ponedera, con el fin de atender 425.539 suscriptores, precisa la Superintendencia de Servicios Públicos. En Urabá, EPM trabaja en un proceso de regionalización del agua. Una cifra preocupante es que a 95 % de los municipios en Colombia no le llega un servicio de agua confiable, ni en cobertura ni en calidad, señala el representante de Andesco.

El director de Planeación Nacional Simón Gaviria propuso fusionar empresas y entregar la prestación del servicio a terceros cuando no se cumpla con indicadores de calidad. Insiste en la posibilidad de incrementar las tasas ambientales con objeto de aumentar las inversiones de las empresas de servicios públicos. El cobro de la tasa de uso de agua en Colombia, frente a cualquier otro país de América Latina, es muy bajo, de \$0,60 por metro cúbico. “Hay que revisarlo. Hay que mirar si eso es lo consistente con lo que se debería

tener en términos de la protección de un recurso hídrico que al final de cuentas es escaso”, explica Mejía.²⁰

En los siguientes capítulos se examina como la connotación de cuenca es indispensable para llevar a cabo la Gestión Integral del Recurso Hídrico -GIRH, y como además las experiencias en cuanto a la implementación de esta última en el país muestran la necesidad de regionalizar el servicio de agua como medida para procurar el equilibrio entre los aspectos ambientales, económicos y sociales, y la sostenibilidad en la prestación del servicio.

3 CAPITULO 3. GESTIÓN INTEGRAL DEL RECURSO HÍDRICO EN COLOMBIA, POLÍTICA PÚBLICA

3.1 Origen de la Gestión Integral del Recurso Hídrico.

La Gestión Integral del Recurso Hídrico -GIRH es un concepto que nace de la experiencia de campo de los profesionales y de acuerdo con (WWAP, DHI Water Policy, PNUMA-DHI Centro para el Agua y el Medio Ambiente, 2009), aunque muchos de los elementos del concepto han estado presentes durante décadas, de hecho desde la Primera Conferencia Global del Agua en Mar del Plata en 1977, que, según (Rojas, y otros, 2013), trató específicamente y por primera vez el tema del agua, demandando que los países realizaran una planificación integral del recurso hídrico, que formularan políticas nacionales y que adoptaran medidas para permitir la participación de los usuarios en la planeación y toma de decisiones sobre el agua, no fue hasta después de la Agenda 21 y de la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible realizada en Río del 3 al 14 de junio de 1992 cuando el concepto de GIRH fue objeto de profundos debates que incluían sus implicaciones en la práctica. Aún así, para Rojas et al. (2013), la reunión de Dublín marcó un hito importante, pues propuso también temas que serían luego pilares de la Gestión Integrada del Recurso Hídrico, como la necesidad de establecer una estructura institucional local, nacional e internacional impulsada por los gobiernos; la importancia de las cuencas como la zona geográfica más apropiada para la gestión del agua; y, la prioridad de realizar acciones coordinadas para revertir las tendencias de desperdicio, contaminación y amenazas de inundación y sequía.

Justamente, según lo manifiesta Rojas et al. (2013), en 2000 surge la iniciativa de gestión integrada del recurso hídrico (GIRH), lanzada por la Asociación Mundial del Agua (GWP por sus siglas en inglés). La definición que da la Asociación Mundial para el Agua GWP (2000) de la GIRH es a la fecha la más aceptada: “La GIRH es un proceso que promueve la gestión y el desarrollo coordinados del agua, el suelo y los otros recursos relacionados, con el fin de maximizar los resultados económicos y el bienestar social de forma equitativa sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas vitales.”

Consecuentes con la anterior definición, un enfoque de GIRH debería involucrar la aplicación de conocimiento de diversas disciplinas, así como las perspectivas de diversos actores con el fin de elaborar e implementar soluciones eficientes, equitativas y sostenibles a los problemas hídricos y de desarrollo. Visto de esta forma, la GIRH es un

²⁰ El Espectador, 10 de julio de 2016, Economía: Estudian revolcón en sector de agua potable, disponible en internet: <http://www.elespectador.com/noticias/economia/estudian-revolcon-sector-de-agua-potable-articulo-642534>

modelo de gestión del agua que considera las necesidades económicas y sociales y busca la protección de los ecosistemas en pro de su preservación y permanencia; tiene en cuenta además, que el agua al tener muchos usos diferentes, para la agricultura, para la subsistencia de los ecosistemas, para la gente y su sustento, para la industria, demanda una acción coordinada que une a tomadores de decisión de diversos sectores que repercuten en el recurso hídrico, y trae a todos los actores a la mesa para establecer políticas y decisiones balanceadas en respuesta a retos hídricos enfrentados.

Según lo encontrado por Rojas et al. (2013), antes de que surgiera el concepto de GIRH, ya existían distintos modelos de gestión del agua a nivel de países como Francia, Alemania, Inglaterra, España y Estados Unidos, los cuales se convirtieron en paradigmas a nivel internacional.

3.2 Objetivos, Prerrequisitos e Instrumentos para la Gestión Integral del Recurso Hídrico

3.2.1 Objetivos y metas de la GIRH

Para Rojas et al. (2013) frecuentemente sus partes constituyentes entran en franca contradicción. Por ejemplo, la maximización del bienestar económico es un objetivo que tradicionalmente tiene un peso relativo mayor que el bienestar social, por lo cual la asignación del agua termina favoreciendo las actividades productivas generadoras de gran valor económico y que son fuente de divisas para el país (como es el caso de la agroindustria productora de agrocombustibles, sector que en el caso de Colombia y Brasil es considerado estratégico; esto, en detrimento de actividades productivas de pequeña escala que se convierten en la fuente de abastecimiento de alimentos para el consumo familiar de campesinos y/o de los sistemas comunitarios de agua que se ven enfrentados a la escasez de fuentes hídricas que surten sus acueductos.

De acuerdo con Rojas et al. (2013), una razón tradicionalmente aducida para justificar esta situación, es que la generación de empleos, ingresos e incluso el desarrollo de infraestructura que aportan las actividades productivas de gran escala, son beneficios sociales que tienen un impacto positivo en toda la población, por lo menos a nivel de la cuenca, la unidad donde la GIRH debe implementarse. Esta justificación deja de lado el otro aspecto que entra en juego en el objetivo de la GIRH: la sostenibilidad de los ecosistemas. Al respecto, Rojas et al. (2013) afirman que habría que analizar si en el mediano y largo plazo, la generación de valor económico de los grandes sectores productivos garantiza la permanencia de los ecosistemas acuáticos o si por el contrario, la apropiación y uso intensivo del agua que ellos hacen, termina por entrar en contradicción con el objetivo de sostenibilidad en el que se refiere a la dimensión de la integridad de los ecosistemas.

3.2.2 Prerrequisitos para la GIRH

En lo que tiene que ver con los prerrequisitos que son necesarios para que la GIRH sea efectiva, Rojas et al. (2013) consideran y reportan como apropiados cinco aspectos que

surgen del análisis de experiencias de gestión del agua en varios países. Los cinco prerrequisitos son:

- Definir la unidad territorial de gestión del agua, la cual tradicionalmente es la cuenca
- Organización de la comunidad para participar en la gestión del agua en la cuenca
- Establecimiento de los instrumentos regulatorios, económicos, de control y de penalización
- Generar los mecanismos técnicos para planificar y garantizar el flujo de información
- Definición del marco institucional de los gestores y usuarios corresponsables de la gestión

Finalmente, para Rojas et al. (2013), un requisito clave de la GIRH es que se genere un balance entre el agua para la supervivencia y el agua como recurso. Pero quizá, el aspecto más importante para estos autores es la búsqueda de la implementación de la GIRH a nivel de los países, para lo cual es clave el uso de diversos instrumentos que permiten la puesta en práctica de los conceptos más importantes de la GIRH.

3.2.3 Instrumentos de gestión del agua en cuencas hidrográficas

Para que la gestión del agua, especialmente a nivel de las cuencas, sea efectiva, Rojas et al. (2013) exponen el uso de cinco tipos de instrumentos que se pueden implementar: los mecanismos voluntarios, los instrumentos de comando y control, los instrumentos económicos, los gastos gubernamentales o inversiones y las iniciativas de interés colectivo amparadas por la ley.

3.3 La Gestión Integral del Recurso Hídrico en Colombia.

Según lo reportado por (Forero, 2009) el concepto GIRH se usa en el país a partir del preocupante diagnóstico del recurso hídrico en Colombia alrededor del año 2004, al considerar el índice de escasez, que según el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM, 2014) es la relación porcentual entre la demanda potencial de agua del conjunto de actividades sociales y económicas y la oferta hídrica disponible (luego de aplicar factores de reducción por régimen de estiaje y fuentes frágiles), y ser ubicado por el IDEAM en la geografía colombiana, de donde se observó como la distribución demográfica no coincidía con la oferta hídrica afectando la disponibilidad del recurso hídrico y generando problemas de escasez en sectores tales como la zona andina, la costa atlántica y el archipiélago de San Andrés y Providencia, entre otros.

(Forero, 2009) expresa que además, el crecimiento económico del país proyectado desde 2004 para el año 2015, implicaría una mayor presión en la demanda por el recurso hídrico, representando un aumento del 48-50% en promedio para todos los sectores con respecto a la demanda potencial aproximada que para el uso agrícola era del 59% del recurso hídrico, para el doméstico del 27%, para el industrial del 9%, para el pecuario del 4% y para el de servicios del 1%.

En lo que se refiere a la disponibilidad de agua, Domínguez, Rivera, Vanegas y Moreno en 2005, expresan que según los valores críticos establecidos por Falkenmark en 1999,

en los países en los que la disponibilidad de agua per cápita por año sólo alcanza a los 1.000 m³ se tiene una situación de escasez de agua. En Colombia, de acuerdo con las evaluaciones realizadas por el IDEAM en 2004, la disponibilidad de agua en 1985 alcanzaba una cifra aproximada de 60.000 m³ por habitante al año. Cifra que evolucionó principalmente debido al crecimiento poblacional del país, y que en el año 2000 se redujo hasta el valor de 40.000 m³ por habitante al año, con una tasa de reducción de 1.000 m³ por año. Así, de acuerdo con Domínguez et al en 2005, ante esta situación el IDEAM advirtió que en el caso que se mantuviese el crecimiento poblacional y sectorial, así como los hábitos de uso y consumo, en el término de los siguientes 40 años el país tendría una disponibilidad hídrica anual per cápita igual a 1.000 m³, alcanzando los valores críticos señalados por Falkenmark.

Ante este escenario prospectivo realizado por el IDEAM en su estudio Nacional del Agua (ENA 2004), y según lo expresado por (Forero, 2009) si el país no adoptaba de manera acelerada instrumentos más eficientes en la gestión del recurso hídrico, Colombia se vería abocada a una severa crisis de disponibilidad hídrica, haciendo necesario abordar los principios y acciones prioritarias de la Gestión Integral del Recurso Hídrico (GIRH) con el fin de garantizar la institucionalidad requerida para optimizar las acciones de los administradores del recurso y de la sociedad en general.

Para (Viceministerio de Ambiente, Colombia, 2010) la GIRH es un concepto basado en que los diferentes usos del recurso son interdependientes y surgió como respuesta a la “crisis del agua” expresada en la presión insostenible sobre el recurso hídrico, debida a la creciente demanda de agua, la contaminación y el crecimiento demográfico. Sin embargo, según (Viceministerio de Ambiente, Colombia, 2010), se ha observado que el núcleo del problema está en la inadecuada gestión y gobernabilidad del recurso. La GIRH busca actuar sobre las causas de esta gestión deficiente como son la ineficiencia, los conflictos crecientes y el uso no coordinado del recurso hídrico.

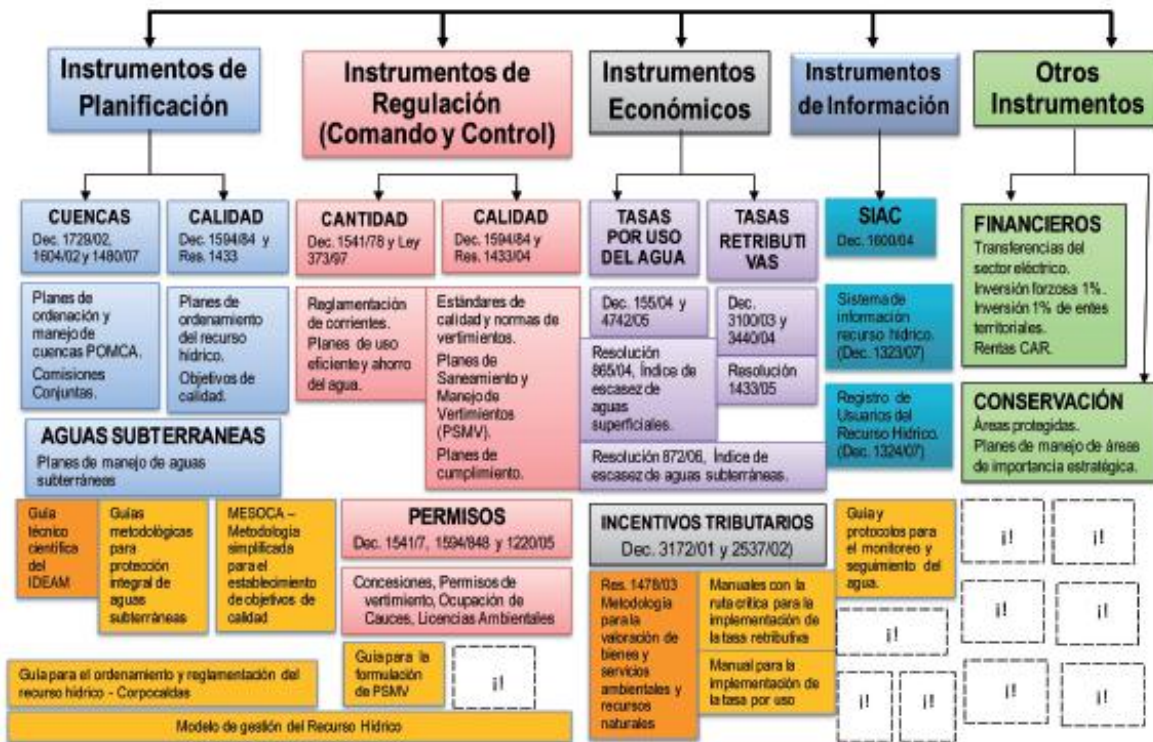
Por lo anteriormente expuesto, el Plan de Desarrollo 2006-2010 contempló la incorporación de la GIRH en su capítulo “La gestión ambiental y de riesgo que promueva el desarrollo sostenible”. Así, al relacionar la gestión del agua con la gestión de riesgo, con la gestión ambiental, existe un enfoque estructurado para gestionar la amenaza relativa a los recursos, a su uso y a su carácter limitado.

Con el fin de incorporar el concepto de GIRH y de sus principales postulados en la gestión ambiental del Ministerio, focalizando las acciones a desarrollar a partir de una perspectiva de cuenca hidrográfica y para dar cumplimiento a los retos establecidos en el PND 2006-2010, se proyectó la gestión del Viceministerio de Ambiente en materia de recurso hídrico. (Forero, 2009).

Debido a que en la gestión integral, como lo expresa (Forero, 2009), el agua debería ser vista como parte integral del ecosistema, reconociendo la interdependencia entre los distintos usos del agua, la gestión integral involucra como unidad de estudio a la cuenca hidrográfica, donde deben confluir los procesos de planificación y administración tanto del agua como del suelo y los bosques. No obstante, debido a que en Colombia la jurisdicción de las corporaciones regionales no coincide con la de las cuencas hidrográficas, el reto para el Sistema Nacional Ambiental (SINA), según lo planteado por (Forero, 2009), consiste en superar tales límites y operar con una lógica de cuenca hidrográfica mediante la toma de decisiones en el seno de las comisiones conjuntas

previstas en la Ley 99 de 1993 y en el Decreto 1604 de 2002, aplicando el principio de “solidaridad de cuenca”.

Figura 1. Marco normativo e instrumental para la GIRH en Colombia



Fuente: MAVDT, Grupo de Recurso Hídrico, septiembre 2009.

3.3.1 Alcances de la GIRH en Colombia

El Plan Nacional de Desarrollo - PND, 2006-2010 en el capítulo "Una Gestión Ambiental y del Riesgo que promueva el Desarrollo Sostenible" incorporó como una de sus líneas de acción la denominada Gestión Integral del Recurso Hídrico -GIRH. Este componente planteó el reto de garantizar la sostenibilidad del recurso, entendiendo que su gestión se deriva del ciclo hidrológico que vincula una cadena de interrelaciones entre diferentes componentes naturales y antrópicos. El PND quiso abordar el manejo del agua como una estrategia de carácter nacional, desde una perspectiva ambiental e integral con las particularidades de la diversidad regional y la participación de actores sociales e institucionales.

El componente de GIRH del PND 2006-2010 incorporó una serie de acciones, reseñadas de acuerdo con (Forero, 2009) en documentos del DNP; a continuación se relacionan algunas de ellas:

- Formular la Política Hídrica Nacional. El Ministerio de Ambiente, en coordinación con el DNP y el IDEAM, y con la participación de otros actores formularía una Política Hídrica Nacional como instrumento direccionador de la GIRH.

- Con el fin de garantizar la sostenibilidad y el manejo de la oferta de agua en el país, dar inicio o continuidad a los procesos para la formulación e implementación de los planes de ordenamiento y manejo de las cuencas abastecedoras de agua (POMCA), con prioridad para capitales y municipios con poblaciones mayores a 50.000 habitantes, que presentasen índices de escasez entre media y alta.
- Cómo órganos consultivos en los procesos de formulación, ejecución, seguimiento y evaluación de los POMCA, reglamentar los Consejos de Cuenca, su conformación y la participación de los distintos miembros como las autoridades ambientales competentes, las entidades territoriales, las entidades públicas con representación de la zona, los usuarios de la cuenca, los grupos étnicos, la academia y los centros de investigación.

3.4 Estructuración de la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico

La Política para la Gestión Integral del Recurso Hídrico surgió en Colombia para hacer uso eficiente del recurso. Fue proyectada como el instrumento direccionador de la gestión integral del recurso hídrico, y en consecuencia, contiene los objetivos y estrategias para el uso y aprovechamiento eficiente del agua, para el manejo del recurso por parte de las autoridades, considerando los aspectos sociales, económicos y ambientales; y el desarrollo de los respectivos instrumentos económicos y normativos²¹.

De acuerdo con lo expresado por el (Viceministerio de Ambiente, Colombia, 2010), con base en estos antecedentes, se preparó el documento de política con el objetivo de orientar la planificación, administración, seguimiento y monitoreo del recurso hídrico a nivel nacional bajo un criterio de gestión integral del mismo.

Se llega a la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico (PNGIRH), que de acuerdo con (Forero, 2009), define las prioridades nacionales de la planificación y administración del recurso hídrico y los mecanismos de articulación entre las diferentes entidades y organismos de carácter nacional, regional y local que intervienen en tal planificación. El 19 de marzo de 2010, se realizó el foro de oficialización de PNGIRH.

3.5 Componentes de la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico -PNGIRH

La PNGIRH tiene un horizonte de 12 años (2010- 2022), para su desarrollo se establecen ocho principios y seis objetivos específicos. Para alcanzar los objetivos se definieron estrategias en cada uno de ellos y directrices o líneas de acción estratégicas que definen el rumbo hacia donde deben apuntar las acciones que desarrollen cada una de las instituciones y de los usuarios que intervienen en la gestión integral del recurso hídrico²².

²¹ Tomado de: <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/415-plantilla-gestion-integral-del-recurso-hidrico-15%23documentos-relacionados>

²² <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/1932-politica-nacional-para-la-gestion-integral-del-recurso-hidrico>

El documento de política contiene al inicio una identificación de los antecedentes normativos, de política y el marco institucional, posteriormente contiene un diagnóstico general del estado del recurso hídrico (información de línea base sobre la oferta, la demanda, la calidad, los riesgos sobre el recurso hídrico), así como, la información de la gestión del agua en Colombia realizada hasta la fecha por las autoridades ambientales. La información recopilada en el informe del documento de diagnóstico sirvió de base para la formulación de los objetivos, principios, estrategias, líneas de acción y metas generales para la GIRH en Colombia; que también se presentan en el documento de política, y también es la base para la formulación del plan de acción denominado el Plan Hídrico Nacional. (Viceministerio de Ambiente, Colombia, 2010)

3.5.1 Principios

Los principios en los cuales se fundamenta la PNGIRH, (Viceministerio de Ambiente, Colombia, 2010) son:

1. Bien de uso público: El agua es un bien de uso público y su conservación es responsabilidad de todos.
2. Uso prioritario: Los usos colectivos tendrán prioridad sobre los usos particulares.
3. Factor de desarrollo: El agua se considera un recurso estratégico para el desarrollo social, cultural y económico y para el mantenimiento y funcionamiento de los ecosistemas.
4. Integralidad y diversidad: La gestión integral del recurso hídrico armoniza los procesos locales, regionales y nacionales y reconoce la diversidad territorial, ecosistémica, étnica y cultural del país.
5. Unidad de gestión: La cuenca hidrográfica es la unidad fundamental para la planificación y gestión integral descentralizada del patrimonio hídrico.
6. Ahorro y uso eficiente: El agua dulce se considera un recurso escaso y por lo tanto, su uso será racional y se basará en el ahorro y uso eficiente.
7. Participación y equidad: La gestión del agua se orientará bajo un enfoque participativo y multisectorial.
8. Información e investigación: El acceso a la información y la investigación son fundamentales para la gestión integral del recurso hídrico.

3.5.2 Objetivo de la Política.

Según lo reportado por (Viceministerio de Ambiente, Colombia, 2010), el objetivo de la PNGIRH es garantizar la sostenibilidad del recurso hídrico, mediante una gestión y un uso eficiente y eficaz, articulados al ordenamiento y uso del territorio y a la conservación de los ecosistemas que regulan la oferta hídrica, implementando procesos de participación equitativa e incluyente.

3.5.3 Objetivos Específicos y Estrategias

Para alcanzar cada uno de los objetivos específicos, la política contiene estrategias y estas a su vez líneas de acción estratégica que las desarrollan y en las que convergen las acciones que se realizan en el país en materia de gestión integral del recurso hídrico. De acuerdo con (Viceministerio de Ambiente, Colombia, 2010), las líneas de acción estratégicas se desarrollan en detalle en el Plan Hídrico Nacional, atendiendo a las características y particularidades regionales, y apuntando al cumplimiento de los objetivos y metas nacionales definidos en la política (PNGIRH).

3.5.4 Implementación de la GIRH en Colombia a partir de la ejecución del Plan Hídrico Nacional -PHN.

Según (Viceministerio de Ambiente, Colombia, 2010), el mecanismo previsto para materializar la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico -PNGIRH y alcanzar sus objetivos y metas, es un plan de acción denominado Plan Hídrico Nacional -PHN, que desarrolla cada línea de acción estratégica de la Política a través de la definición de programas y proyectos. El PHN se compone de tres etapas: corto (2010-2014), mediano (2015-2018) y largo plazo (2019-2022), formulado y concertado con los actores clave para la GIRH, a partir de las problemáticas de cada región del país.

3.5.4.1 Avances en la implementación de la Política (PNGIRH), a partir del desarrollo y ejecución de la fase I (2010-2014) del PHN

Según el documento sobre Programas y Proyectos del Plan Hídrico Nacional Fase II (2015 – 2018) publicado en la página del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y consultado en marzo de 2018, el Plan Hídrico Nacional Fase I definió 10 Programas Prioritarios, ordenados de acuerdo a los objetivos de la Política, para ser desarrollados desde la fecha de publicación de la Política en marzo de 2010 al 6 de agosto de 2014. Ver Cuadro 1.

Cuadro 1. Programas priorizados en la Fase I (2010-2014) Plan Hídrico Nacional

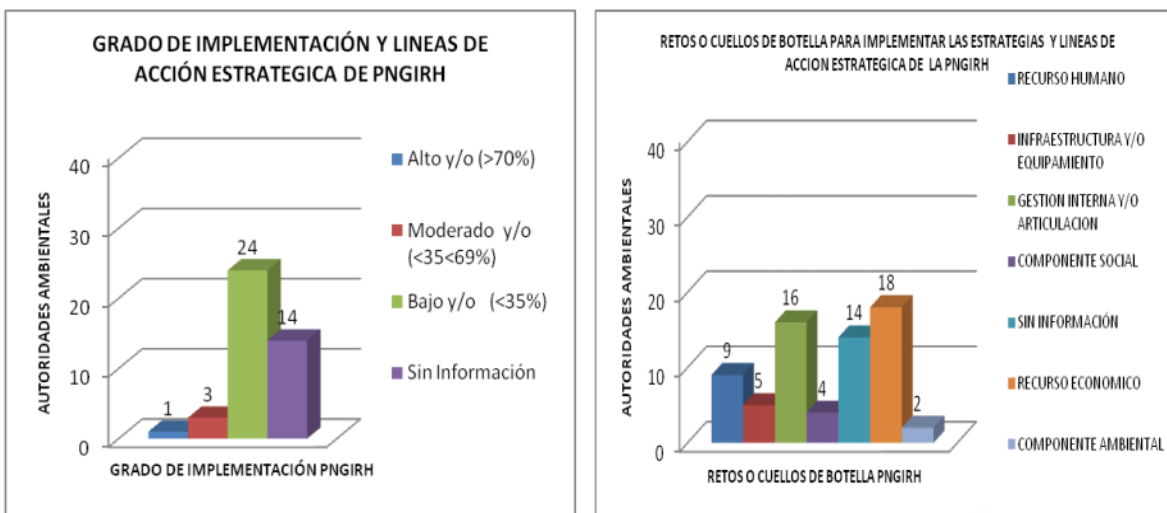
Objetivos PNGIRH	Programas Fase I (2010-2014)
Oferta	(i) Programa de Conocimiento y Gestión de la Información del Recurso Hídrico; (ii) Programa Nacional de Aguas Subterráneas; (iii) Programa de Articulación Planificación y Gestión del recurso hídrico, con la Planificación y Gestión del territorio
Demanda	(iv) Programa Nacional Legalización de usuarios del Recurso Hídrico y Registro de los Usuarios del Recurso Hídrico (v) Programa de Vinculación de los Sectores Productivos a la Gestión Integral del Recurso Hídrico

Objetivos PNGIRH	Programas Fase I (2010-2014)
Calidad	vi) Programa de Control de la Contaminación y Uso eficiente del Recurso Hídrico
Riesgos	(vii) Programa de Prevención de los Riesgos Asociados al Recurso Hídrico
Fortalecimiento Institucional	(viii) Programa de Fortalecimiento de las Autoridades Ambientales en la Gestión Integral del Recurso Hídrico; (ix) Programa de Sostenibilidad Financiera para la Gestión Integral del Recurso Hídrico
Gobernabilidad	(x) Programa de Cultura del Agua, Participación y Manejo de Conflictos relacionados con el Recurso Hídrico

Fuente: Plan Hídrico Nacional, Fase II, 2013.

En el Gráfico 6 se aprecia el grado de implementación de la PNGIRH y los principales cuellos de botella identificados durante la ejecución de las diferentes estrategias.

Gráfico 6. Evaluación Avances implementación Política GIRH



Fuente: (Ministerio de Ambiente - Universidad Externado de Colombia, 2015)

El documento sobre Programas y Proyectos del Plan Hídrico Nacional Fase II (2015 – 2018), elaborado en diciembre de 2013, presenta una evaluación del estado de avance de

cada uno de estos programas, con el fin de darles continuidad como prioritarios en la Fase II del PHN. Según este documento algunos de los avances son:

Objetivo 1 Oferta:

Programa de Conocimiento y Gestión de la Información del Recurso Hídrico

- En el 2010 se realizó convenio con el IDEAM para poner en marcha el Sistema de Información del Recurso Hídrico (SIRH). Según (Ministerio de Ambiente, 2017), este lo reglamenta el Decreto 1076 de 2015, Capítulo 5 Sección 1. Dicho sistema permite la interoperabilidad con otras herramientas de información como el Observatorio de Gobernanza del Agua, el sistema de alertas tempranas, el Centro Nacional de Modelación y demás subsistemas del Sistema de Información Ambiental de Colombia –SIAC. El (Ministerio de Ambiente, 2017) expresa que el SIRH cuenta con información de cinco componentes relacionados con la Oferta, Demanda, Calidad, Riesgo y Gestión del Recurso Hídrico, que es procesada y consolidada, en trabajo articulado con el IDEAM y las 42 Autoridades Ambientales, que desde el año 2012 reportan y ponen a disposición, información de usuarios del agua y monitoreo de calidad y cantidad realizada a sus cuerpos de agua en el área de su jurisdicción.
- Desde el 2013 se trabaja en la conformación de la red hidrometeorológica del país, en conjunto con el IDEAM. El (IDEAM, 2017) reporta la existencia de dicha red con cerca de 3.000 estaciones de medición entre convencionales, automáticas y de transmisión de datos en tiempo real. Esta red permite la generación de los datos básicos para consolidar pronósticos del tiempo, predicción climática, emisión de alertas y conocimiento de la oferta hídrica nacional entre otros.

Programa Nacional de Aguas Subterráneas. Según (Ministerio de Ambiente, 2013), en zonas donde son utilizadas las aguas subterráneas más intensivamente (Sabana de Bogotá, Valle del Cauca, Costa Norte y San Andrés y Providencia), debido a la falta de conocimiento, a la sobreexplotación o a las malas prácticas de explotación, se ha reducido el nivel freático hasta en unos cientos de metros (Sabana de Bogotá) lo que hace más costoso su aprovechamiento y pone en riesgo de agotamiento la fuente de agua. Por ello, se formuló este Programa de articulación interinstitucional que busca apoyar el diseño y la promoción de estrategias del nivel nacional y regional que garanticen una adecuada evaluación y gestión del agua subterránea en Colombia. Para dar cumplimiento a este fin se han efectuado varias acciones que se pueden encontrar en (Ministerio de Ambiente, 2013).

Programa de Articulación de Planificación y Gestión del recurso hídrico, con la Planificación y Gestión del territorio. De acuerdo a (Ministerio de Ambiente, 2013), como resultado del diagnóstico de la gestión del recurso hídrico en el país, se identificó que hay diferencias importantes entre la planificación del territorio y la planificación del recurso hídrico, e incluso de otros recursos naturales existentes en la cuenca (páramos, humedales, ciénagas, zonas de reserva) que se manifiesta en una descoordinación e incluso conflictos en la gestión del uso del suelo y del agua, lo anterior muy a pesar de lo establecido en el artículo 10 de la ley 388 de 1987 que establece que el POMCA genera los determinantes ambientales para la formulación de los POT.

Para **Cuencas Hidrográficas**: Según (Ministerio de Ambiente, 2017), los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas (abastecedoras) –POMCA son el instrumento a través del cual se realiza la planeación del uso coordinado del suelo, de las aguas, de la flora y la fauna y el manejo de la cuenca, en el que participa la población que habita en el territorio de la cuenca, conducente al buen uso y manejo de tales recursos. Los POMCAS establecen los programas, proyectos, responsables y los presupuestos para la conservación, restauración y uso sostenible de las cuencas hidrográficas del país.

(Ministerio de Ambiente, 2017) tiene publicado el documento guía con directrices y orientaciones metodológicas a considerar en el proceso de ordenación de cuencas por parte de las Autoridades Ambientales, y la descripción técnica de las fases para la actualización o formulación del POMCA, establece orientaciones para la coordinación y articulación institucional en las cuencas compartidas. También ha estructurado la Guía Metodológica para la formulación de Planes de Manejo Ambiental de Microcuencas.

Objetivo 2 Demanda:

Programa Nacional Legalización de usuarios del Recurso Hídrico y Registro de los Usuarios del Recurso Hídrico. Según lo expresado en (Ministerio de Ambiente, 2013), las siguientes son las acciones efectuadas:

- Se implementó el Sistema de Información del Recurso Hídrico en las cuencas y acuíferos altamente presionados donde se encuentran concentradas las concesiones y autorizaciones de vertimientos del país.
- Se han adelantado procesos de registro de usuarios en las cuencas Pamplonita, Chinchiná, Gualí y Complejo de Humedales del río Magdalena en el departamento del Atlántico, cuencas que presentan altos índices de ilegalidad y conflictos por el uso del recurso hídrico. No se mencionan cifras sobre disminución de la ilegalidad en lo referente a las concesiones de agua y a los permisos de vertimientos.

Programa de Vinculación de los Sectores Productivos a la Gestión Integral del Recurso Hídrico. El programa busca vincular los principales sectores usuarios del agua (agrícola, doméstico, industrial, pecuario y servicios) y que cuantifiquen su propia demanda del recurso, midan y controlen sus consumos de agua, desarrollen acciones para el uso eficiente y ahorro del agua, implementen mecanismos para la prevención de la contaminación que generan y traten sus efluentes con base en los objetivos de calidad definidos por las autoridades ambientales para los cuerpos de agua receptores. De acuerdo a (Ministerio de Ambiente, 2013), se han efectuado las siguientes acciones:

- A partir del Decreto 303 de 2012 que reglamenta parcialmente el artículo 64 del Decreto – Ley 2811 de 1974 en relación con el Registro de Usuarios del Recurso Hídrico, instrumento que permite conocer la demanda del recurso hídrico del país a través de la inscripción de las concesiones y autorizaciones de vertimientos otorgadas por las Autoridades Ambientales Competentes; se expidió la Resolución 955 de 2012 “Por la cual se adopta el formato con sus respectivos instructivos para el Registro de Usuarios del Recurso Hídrico”.
- Durante el año 2013 se concertó un proyecto piloto con ANDESCO para el ahorro y uso eficiente del agua en el sector de acueducto y alcantarillado.

Para (Ministerio de Ambiente, 2013) hace falta mayor compromiso de los sectores productivos en la gestión del recurso hídrico, muchos sectores no tienen una planificación de largo plazo que permita conocer sus necesidades en términos de calidad y cantidad de agua requerida, también hay sectores que tienen alto número de usuarios sin legalizar el uso para su abastecimiento o para el vertimiento de sus efluentes. Igualmente hay un alto porcentaje de usuarios pertenecientes a varios sectores principales consumidores de agua en el país que no controlan el volumen de agua captado y en muchos casos tienen infraestructura obsoleta para la captación y conducción del agua para su consumo, originando pérdidas superiores al 40% en el proceso.

Los sectores priorizados de acuerdo a su demanda de agua (agricultura, doméstico, hidroenergía), solo se han vinculado a la GIRH a través de Pactos de Uso Eficiente y Ahorro de Agua suscritos con el MADS.

Según (Viceministerio de Ambiente, Colombia, 2010), el éxito de la política depende no solo de las acciones que puedan desarrollar las instituciones que conforman el SINA, sino de las que implementen los sectores productivos, y las instituciones públicas o privadas que los orientan y regulan. Por ello, la PNGIRH tendría un desarrollo especial para los sectores productivos a través de un documento CONPES que se formularía bajo la coordinación del DNP con el fin de establecer directrices y lineamientos sectoriales específicos en materia de la GIRH.

Se encontró que ningún documento CONPES fue formulado; al preguntar al DNP, en diciembre de 2017, utilizando herramientas de consulta ciudadana, responden que no se formuló documento CONPES y que en su lugar el Decreto 1640 de 2012 define los instrumentos de planificación para las macrocuencas, cuencas y demás niveles establecidos.

3. Objetivo Calidad:

Programa de Control de la Contaminación y Uso eficiente del Recurso Hídrico

- Según (Ministerio de Ambiente, 2017), el Ministerio de Ambiente ha suscrito los Pactos de Uso Eficiente y Ahorro del Agua -PUEAA, como mecanismos voluntarios para avanzar en acciones que promuevan prácticas de uso eficiente en los sectores priorizados de acuerdo con su demanda de agua.
- Las Autoridades Ambientales reportan anualmente, a través del Formato “Resumen Ejecutivo Programas de Uso Eficiente y Ahorro del Agua (PUEAA)”, en cumplimiento de la Ley 373 1997. Antes de finalizar el año 2016 entró en funcionamiento el módulo de PUEAA en el Sistema de Información del Recurso Hídrico - SIRH el cual remplazará este formato, en él, las autoridades ambientales podrán registrar el seguimiento que hacen a estos programas en su jurisdicción.

Control de la contaminación

- Según (Ministerio de Ambiente, 2017), la norma de vertimientos, Resolución 0631 de 2015, permite el control de las sustancias contaminantes que llegan a los

cuerpos de agua vertidas por 73 actividades productivas presentes en ocho sectores económicos del país.

El control se realiza a partir de la medición de la concentración de las sustancias descargadas a los cuerpos de agua y que afectan la calidad del agua. A partir de esta Resolución la medición de las sustancias contaminantes se realiza en mg/L y no en kg día, como se venía haciendo; esto permite contar con parámetros fijos a cumplir según la actividad productiva.

- Dando alcance a Ley 373 de 1997 que estableció el reúso obligatorio de las aguas de origen superficial, subterráneo o lluvias utilizadas en actividades que generen afluentes líquidos, previo un análisis técnico, socio-económico y de las normas de calidad ambiental, el MADS establece las disposiciones relacionadas con el uso de aguas residuales tratadas que permitan incidir a nivel nacional, regional y local en la reducción de la contaminación y de la demanda de agua en zonas con oferta limitada. (Ministerio de Ambiente, 2017).

Objetivo 4 Riesgos:

Programa de Prevención de los Riesgos Asociados al Recurso Hídrico. Según información de la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres - UNGRD, entre 2005 y 2015, el mayor número de eventos asociados con el recurso hídrico fueron las inundaciones (62%), los deslizamientos (32%), la sequía (2,2%) y las avalanchas (1.8%). De acuerdo con el diagnóstico de riesgos asociados al recurso hídrico contenido en la Política PNGIRH, los riesgos asociados al recurso hídrico corresponden a:

- a) Riesgo por desabastecimiento de agua para el consumo humano, actividades productivas y conservación de ecosistemas.
 - b) Riesgo por sequía y desertificación para las actividades agropecuarias.
 - c) Riesgo por contaminación hídrica para la población y los ecosistemas.
- En 2013 se incluyó el tema de gestión de riesgos asociados al Rec. Hídrico en la nueva Guía para la formulación y ajuste de los POMCAs publicada por el MADS. Se ajustaron y formularon 130 POMCAS, incorporando el componente de gestión del riesgo.
 - Durante el año 2013 se gestionó la inclusión de la reglamentación de las evaluaciones regionales del agua, adelantada por el IDEAM.
 - Durante el año 2013 se gestionó con el Ministerio de Vivienda la incorporación de riesgos asociados al agua en la revisión de los Planes de Ordenamiento Territorial.
 - Se elaboró la Guía para la definición de los criterios para el acotamiento de las rondas hídricas de los cuerpos de agua del país con el apoyo técnico de la Universidad Nacional.
 - El Ministerio realizó el proceso de registro de usuarios del recurso hídrico en 219 fuentes de agua, el cual establece los usos, restricciones y medidas de manejo que se deben implementar tanto en la fuente como a su zona de ronda.

Objetivo 5 Fortalecimiento Institucional:

Programa de Fortalecimiento de las Autoridades Ambientales en la GIRH.

- Como instancia de participación se implementan los Consejos de Cuenca a ser conformados por los usuarios y actores de la cuenca para lo que el Ministerio expidió la Resolución 509 de mayo de 2103.
- Se elaboró y validó el mapa oficial de cuencas hidrográficas que definió 5 macrocuencas o áreas hidrográficas, 40 zonas hidrográficas, 316 subzonas hidrográficas; así mismo, se definieron 396 cuencas objeto de formulación del Plan de Ordenación y Manejo en todo el país y de 106 Comisiones Conjuntas de cuenca, presididas por el MADS.

Programa de Sostenibilidad Financiera para la Gestión Integral del Recurso Hídrico.

Así se enfrentan los grandes retos en el ordenamiento y manejo de las cuencas hidrográficas, ya que debido a su degradación cerca de la mitad de los municipios del país tienen altos y medios índices de vulnerabilidad por desabastecimiento hídrico. Cuando las lluvias escasean, según (Ministerio de Ambiente, 2016), se afectan cerca de 12 millones de habitantes.

En el cuadro se observa la estimación de la brecha anual total en millones relacionada con la implementación de la PNGIRH en Colombia, calculada a partir de los ingresos y costos.

Tabla 4. Estimación Brecha anual total PNGIRH (Millones \$)

Concepto	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Ingresos	3.351.458	3.515.717	3.067.245	3.267.694	3.475.580	3.686.968	3.912.567	4.164.490
Costos	3.570.757	3.951.917	4.575.365	4.795.925	5.019.353	3.864.403	4.063.993	4.228.243
Brecha anual total nacional	-219.299	-436.200	-1.508.120	-1.528.231	-1.543.773	-177.435	-151.426	-63.753
Balance Acumulado		-655.499	-2.163.619	-3.691.850	-5.235.623	-5.413.058	-5.564.484	-5.628.237
Déficit % frente a ingresos anuales	-7%	-12%	-49%	-47%	-44%	-5%	-4%	-2%

Fuente: (Ministerio de Ambiente - Universidad Externado de Colombia, 2015)

Objetivo 6 Gobernabilidad:

Programa de Cultura del Agua, Participación y Manejo de Conflictos relacionados con el Recurso Hídrico.

- El artículo 317 del Código Nacional de los Recursos Naturales (Decreto Ley 2811 de 1974) establece que para la estructuración de un plan de ordenación y manejo

de una cuenca se deberá consultar a los usuarios de los recursos de la cuenca y a las entidades públicas y privadas que desarrollan actividades en la región, así el MADS en el Decreto 1076 del 2015 ha reglamentado las instancias de participación y los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos, y define:

- a) Consejos de Cuenca: En las cuencas objeto de Plan de Ordenación y Manejo.
- b) Mesas de Trabajo: En las microcuencas o acuíferos sujetos de Plan de Manejo Ambiental.

Así mismo define como instancia de participación para las macrocuencas:

- c) Consejo Ambiental Regional. Instancia de coordinación interinstitucional e intersectorial de los actores presentes en el área hidrográfica o macrocuenca, con fines de concertación.
- Existe una meta en el PHN de implementar el Consejo de Cuenca en al menos el 50% de los POMCA, como mecanismo de participación y transformación de conflictos. Pese a que el MADS no reporta datos sobre el avance de esta meta, al consultar las páginas de varias CARs (2018), se observa que los Consejos de Cuenca se implementan en varias cuencas de su jurisdicción: Guali, Totare y Coello de Cortolima, Río Zulia de Coorponor, Río Chinchiná de Corpocaldas, Río Samaná Norte de Cornare, y en Río las Ceibas, la Miel, Guarinó, Algodonal y Canalete.

Cuadro 2. Estructura de Planificación y Participación PNGIRH

		PLANIFICACIÓN			GOBERNANZA
Nivel	No	Instrumento Planificación	Objeto	Instancia	
1	Macrocuena	5	Planes Estratégicos	Establecer lineamientos concertados de planificación a nivel de macrocuenca	Consejo Ambiental Regional
2	Zona Hidrográfica	41	Programa Nal. Monitoreo	Red Nacional de Monitoreo del recurso Hídrico (Cantidad y Calidad)	Comité Interinstitucional
3	Subzona o Subsiguiente	309	POMCA	Ordenación y manejo del recurso hídrico y de los recursos naturales de la cuenca objeto de POMCA	Consejo de Cuenca y Comisión Conjunta
4	Acuíferos		Plan de Manejo Ambiental	Medidas de manejo y protección ambiental de los acuíferos priorizados	Mesa de trabajo
	Microcuencas		Programa de Manejo Ambiental	Medidas de manejo y protección de las microcuencas prioritarias	Mesas de trabajo

Fuente: Decretos 1640/12 -1076/15 MADS

En el cuadro 2 se relacionan los instrumentos de planificación y sus instancias de participación.

Adicionalmente, según lo reportado en (Ministerio de Ambiente - Fuleca, 2015), para la evaluación de las metas generales y determinación del cumplimiento de la política en su primera fase de implementación (2010-2014), se tuvieron en cuenta los objetivos

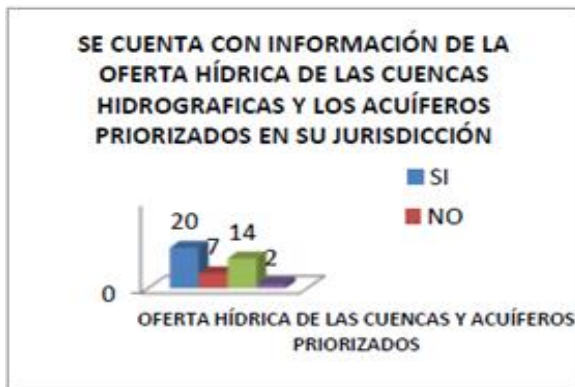
definidos y las estrategias para cada uno ellos. Con tal finalidad se elaboró una encuesta que pudiera compilar información cualitativa y cuantitativa con el alcance de tales objetivos y estrategias de la PNGIRH. Durante la aplicación de la encuesta a las autoridades ambientales urbanas y corporaciones autónomas regionales, se obtuvieron respuestas sobre los avances que ellos han logrado acorde a los niveles de competencia. A continuación los objetivos y sus estrategias con algunos de los avances reportados por (Ministerio de Ambiente - Fuleca, 2015):

3.5.4.2 Objetivo 1. OFERTA

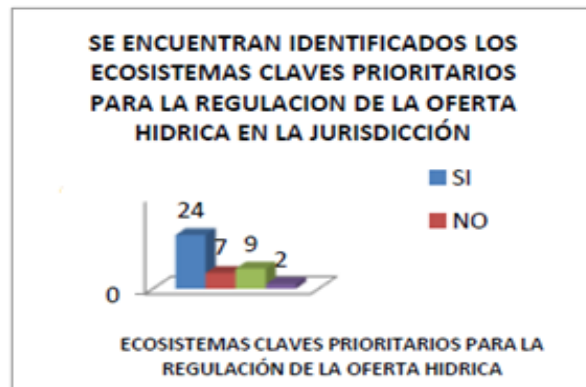
Conservar los sistemas naturales y los procesos hidrobiológicos de los que depende la oferta de agua para el país. Para su logro se diseñaron tres estrategias, el Gráfico 7 ilustra el avance en el desarrollo de las estrategias del **Objetivo Oferta**.

Gráfico 7. Evaluación de los avances del Objetivo Oferta y sus estrategias

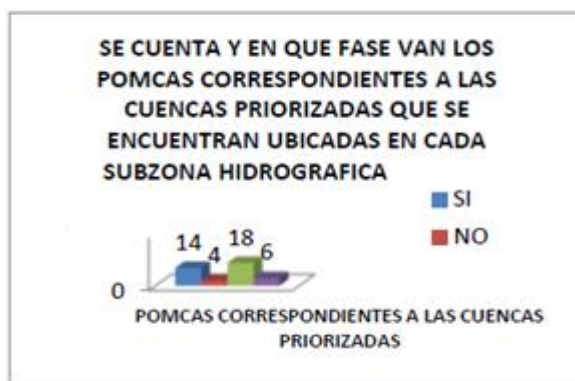
A. Estrategia Conocimiento



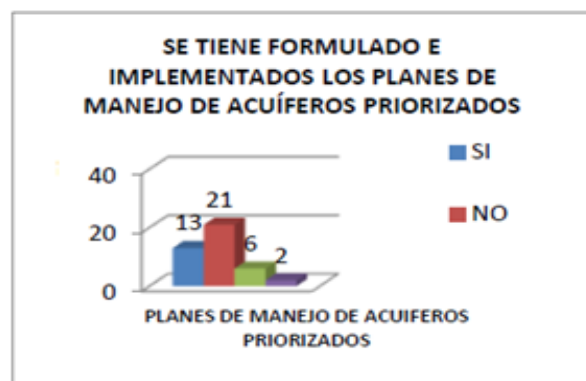
B. Estrategia Conocimiento



C. Estrategia Planificación



D. Estrategia Planificación



■ Parcialmente ■ No les aplica, según su respuesta no está dentro de sus funciones

Gráfico 7 (Continuación). Evaluación de los avances del Objetivo Oferta y sus estrategias

E. Estrategia Conservación



F. Estrategia Conservación



■ Parcialmente ■ No les aplica, según su respuesta no está dentro de sus funciones

Según la Gráfico 7, parte **A**, la mayoría de las Autoridades Ambientales o Corporaciones cuentan con dicha información; sin embargo, según (Ministerio de Ambiente - Fuleca, 2015), gran parte la poseen de forma parcial en su área de jurisdicción en el tema de la oferta hídrica tanto superficial como subterránea.

En el Gráfico 7, parte **B**, se observa un cumplimiento bueno de las corporaciones ya que 33 de 42 conoce la relación del recurso hídrico con las dinámicas y funciones de los ecosistemas claves para la regulación de la oferta hídrica.

En el Gráfico 7, parte **C**, (Ministerio de Ambiente - Fuleca, 2015) ve un cumplimiento BUENO de las corporaciones frente a la planificación y los POMCAS de las cuencas priorizadas en sus jurisdicciones. Esto es trascendental para el cumplimiento de la política, los POMCAs son el eje estructural de las subzonas hidrográficas, como línea de Ordenación Territorial Ambiental, generando determinantes ambientales que deben armonizarse con los planes de gobierno departamental y municipal a través de los POTs.

En el Gráfico 7, parte **F**, **se encuentran definidos los caudales mínimos (caudal ecológico, o caudal ambiental) necesarios para el mantenimiento de las corrientes superficiales y de sus ecosistemas acuáticos asociados y las medidas de manejo para mantenerlos**, 16 entidades respondieron **NO**; 10 respondieron **SI**. Para (Ministerio de Ambiente - Fuleca, 2015) hay un cumplimiento BAJO de las corporaciones con respecto a la definición de caudales ecológicos de conservación y el mantenimiento de las corrientes superficiales y de sus ecosistemas. Esto es una limitante fuerte debido a que este tipo de cálculos requiere de una cantidad de información específica que varía de cuenca a cuenca y por ende requiere de un nivel de detalle alto.

En la Figura 2 se ilustra el nivel de ejecución para las estrategias del **Objetivo Oferta**.

Color rosa: entidades de las que no se obtuvo información. Verde intenso: entidades que SI cumplen con los protocolos de la PNGIRH. Verde menta: entidades que tienen algunos

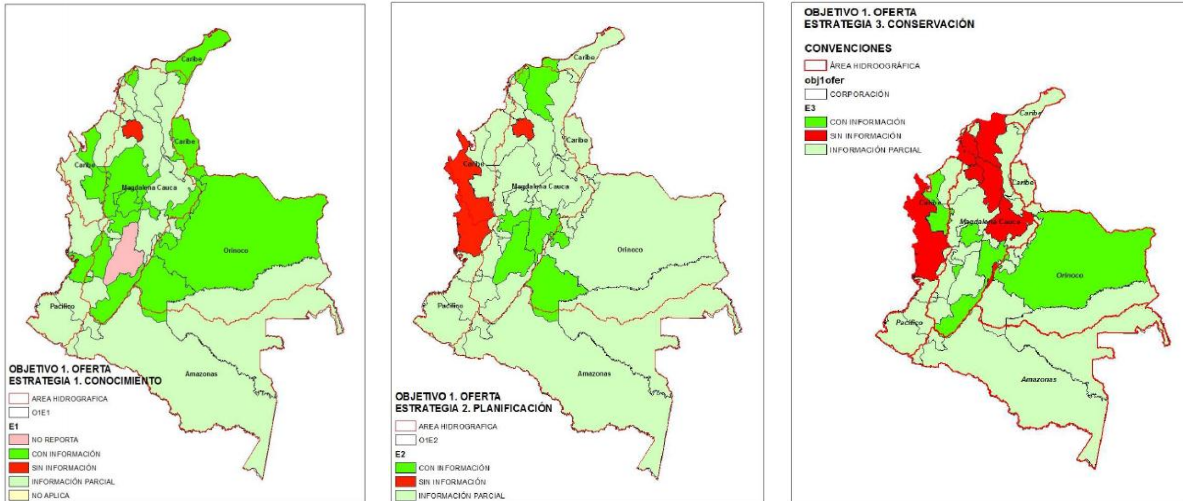
avances sobre la estrategia. Rojo: entidades que no han realizado avances en la estrategia. Beige: según sus respuestas, sus funciones no se asocian a la estrategia.

Figura 2. Ejecución en el país de las estrategias del Objetivo 1. Oferta

A. Conocimiento

B. Planificación

C. Conservación



Fuente: (Ministerio de Ambiente - Fuleca, 2015)

3.5.4.3 Objetivo 2. DEMANDA

Caracterizar, cuantificar y optimizar la demanda de agua en el país. Para el logro de este objetivo se diseñaron **tres estrategias**. El Gráfico 8 ilustra el avance en el desarrollo de las estrategias del **Objetivo Demanda**.

Gráfico 8. Evaluación de los avances del Objetivo Demanda y sus estrategias

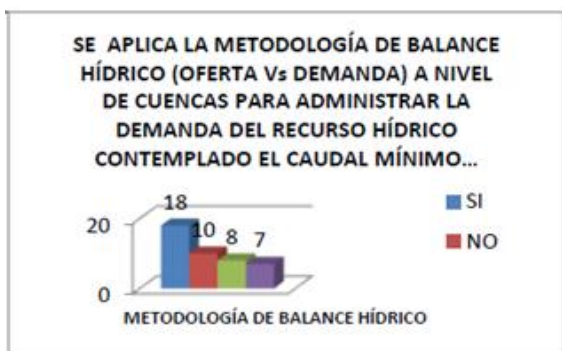
A. Caracterización-Cuantificación

B. Caracterización-Cuantificación



Gráfico 8 (Continuación). Evaluación de los avances del Objetivo Demanda y sus estrategias

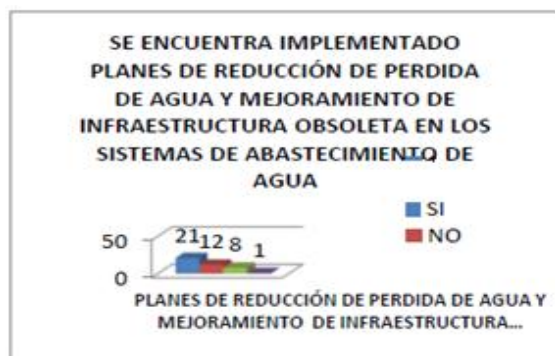
C. Caracterización-Cuantificación



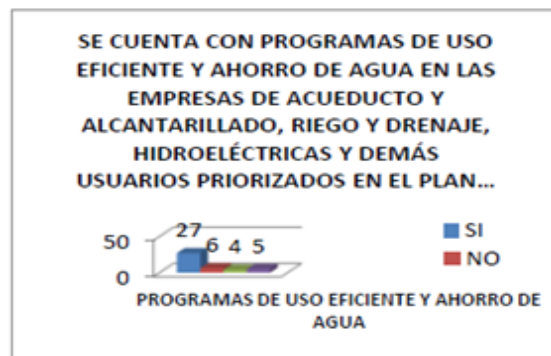
D. GIRH Sectores Productivos



F. Uso eficiente, sostenible del agua



G. Uso eficiente, sostenible del agua



■ Parcialmente ■ No les aplica, según su respuesta no está dentro de sus funciones

En la **Estrategia Caracterización y cuantificación de la demanda del agua en cuencas priorizadas**, el Gráfico 8, parte **A**, de acuerdo (Ministerio de Ambiente - Fuleca, 2015), la mayoría de las corporaciones cuentan con un censo actualizado del inventario y registro de usuarios del recurso hídrico de cuencas priorizadas en sus jurisdicciones. Estos registros también obedecen a la necesidad de las corporaciones de conocer aquellas subcuencas de diferente orden, en las que la demanda establecida puede generar situaciones de declaratorias de cuencas en agotamiento que llevan a la selección para priorización, y por ende a la búsqueda de la conservación de ecosistemas productores de agua y a la limitación de concesiones que puedan ser otorgadas.

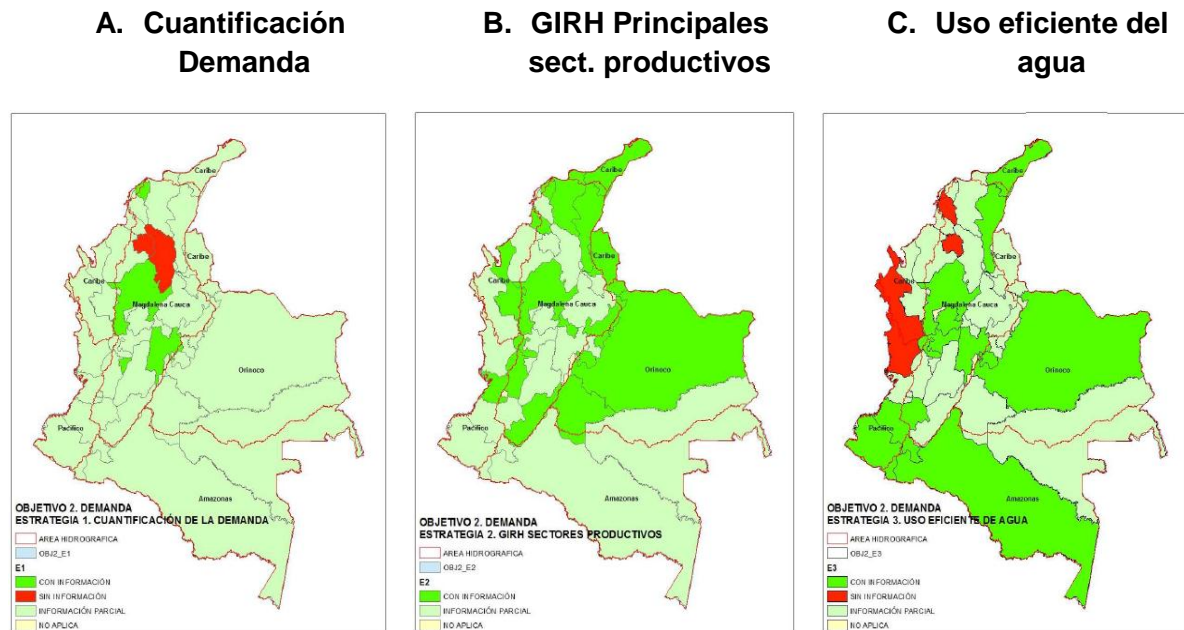
En esta misma **estrategia**, Gráfico 8, parte **B**, muestra un cumplimiento PARCIAL en esta línea estratégica. Los sistemas de medición son fundamentales para conocer el consumo de los diferentes actores de una cuenca, así como para elaborar estrategias de implementación de PUEAAs (Planes de Uso Eficiente y Ahorro de Agua) en las diferentes concesiones otorgadas. (Ministerio de Ambiente - Fuleca, 2015).

En esta misma **estrategia** del Objetivo Demanda, Gráfico 8, parte **C**, para (Ministerio de Ambiente - Fuleca, 2015) muestra un cumplimiento PARCIAL en esta línea de acción, aunque la mayoría de las Corporaciones aplican la metodología del balance hídrico, que permite administrar la demanda de agua en sus jurisdicciones, se evidencia la debilidad general para cuantificar o estimar tanto la oferta como la demanda en sus cuencas.

Para la **Estrategia GIRH en los principales sectores productivos**, Gráfico 8, parte **D**, según (Ministerio de Ambiente - Fuleca, 2015), se aprecia un cumplimiento BUENO en la línea de acción estratégica, ya que la mayoría de las corporaciones están trabajando de la mano con los Departamentos para el cumplimiento de la ejecución y articulación de la PNGIRH con los Planes Departamentales de Agua y Saneamiento.

Finalmente para esta misma estrategia, Gráfico 8, parte **F**, **se cuenta con programas de uso eficiente y ahorro de agua en las empresas de acueducto, alcantarillado, riego y drenaje, hidroeléctricas y demás usuarios priorizados en el plan hídrico nacional**; Para (Ministerio de Ambiente - Fuleca, 2015) existe un cumplimiento BUENO, ya que la mayoría de las Autoridades Ambientales si tienen los PUEAA's en empresas de acueducto, alcantarillado, riego y drenaje, hidroeléctricas y demás usuarios priorizados y por consiguiente realizan acciones en pro de uso eficiente ahorro de agua como prestadores del servicio. En la figura 3 se ilustra el nivel de ejecución para las estrategias del Objetivo Demanda.

Figura 3. Ejecución en el país de las estrategias del Objetivo 2. Demanda



Fuente: (Ministerio de Ambiente - Fuleca, 2015)

Color rosa: entidades de las que no se obtuvo información. Verde intenso: entidades que SI cumplen con los protocolos de la PNGIRH. Verde menta: entidades que tienen algunos avances sobre la estrategia. Rojo: entidades que no han realizado avances en la estrategia. Beige: según sus respuestas, sus funciones no se asocian a la estrategia.

En la Figura 3, los resultados para la Estrategia GIRH en los principales sectores productivos usuarios del agua, expresan que aún se requiere una mayor interacción de las autoridades ambientales con sus usuarios, más allá de la atención y solución a los trámites propios de los procesos de concesión de aguas, permisos de vertimientos e intervención de cauces, para lograr una mayor efectividad en su incorporación a la GIRH.

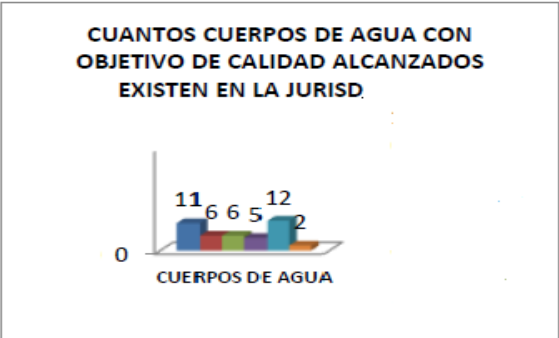
3.5.4.4 Objetivo 3. CALIDAD

Mejorar la calidad y minimizar la contaminación del recurso hídrico. Para el logro de este objetivo se tienen dos estrategias. El gráfico 9 ilustra los avances en el **Objetivo Calidad**.

Gráfico 9. Evaluación de los avances del Objetivo Calidad y sus estrategias

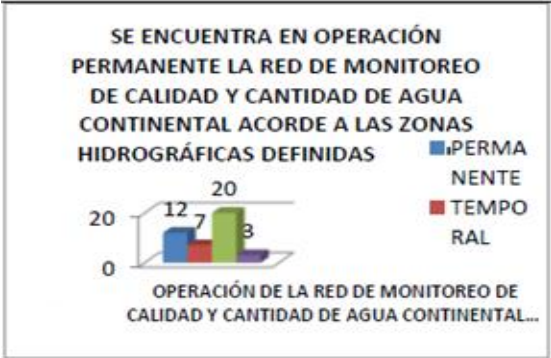
A. Reducción de la contaminación

B. Monitoreo, Evaluación de la Calidad



A. Monitoreo, Seguimiento, Evaluación de la Calidad

B. Monitoreo, Seguimiento, Evaluación de la Calidad

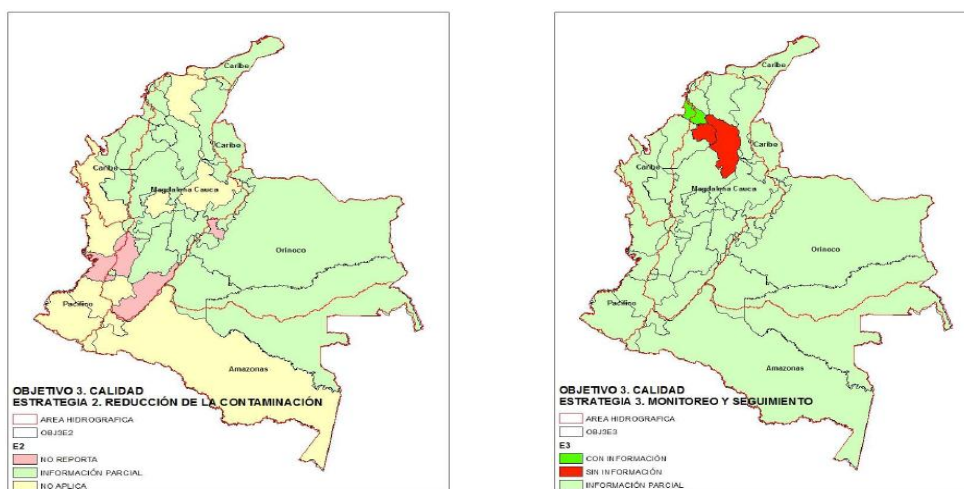


■ Parcialmente ■ No les aplica, según su respuesta no está dentro de sus funciones

Figura 4. Ejecución en el país de las estrategias del Objetivo 3. Calidad

A. Reducción de la contaminación

B. Monitoreo, evaluación de calidad



Fuente: (Ministerio de Ambiente - Fuleca, 2015)

Color rosa: entidades de las que no se obtuvo información. Verde intenso: entidades que SI cumplen con los protocolos de la PNGIRH. Verde menta: entidades que tienen algunos avances sobre la estrategia. Rojo: entidades que no han realizado avances en la estrategia. Beige: según sus respuestas, sus funciones no se asocian a la estrategia.

En general, las Autoridades Ambientales realizan campañas de monitoreo para el conocimiento de la calidad de agua en las fuentes hídricas, pero especialmente aquellas que abastecen los sistemas de acueducto, con base en esta información se ha alcanzado parcialmente el cumplimiento del objetivo de calidad de agua en sus áreas de influencia. En la figura 4 se ilustra el nivel de ejecución para las estrategias del Objetivo Calidad.

De forma general las autoridades ambientales carecen de laboratorios y personal especializado para mantener monitoreo y seguimiento; en ocasiones contratan estos servicios. Sobre la reducción de la contaminación, (Ministerio de Ambiente - Fuleca, 2015) concluye que aún este trabajo es incipiente y que se requiere de mayores inversiones y dotación de equipos para que puedan realizar un control más efectivo de este proceso.

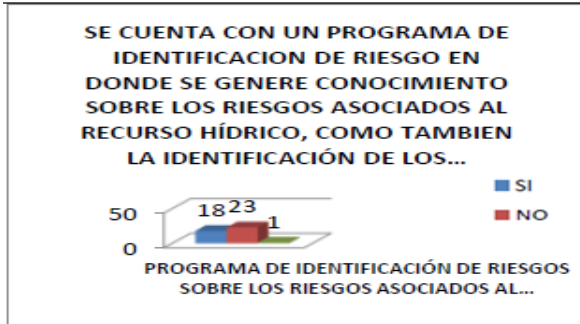
3.5.4.5 Objetivo 4. RIESGO

Desarrollar la gestión integral de los riesgos asociados a la oferta y disponibilidad el agua. Para su cumplimiento se diseñaron **tres estrategias**.

El gráfico 10 ilustra los avances en el Objetivo asociado con Riesgos.

Gráfico 10. Evaluación de los avances del Objetivo Riesgo y sus estrategias

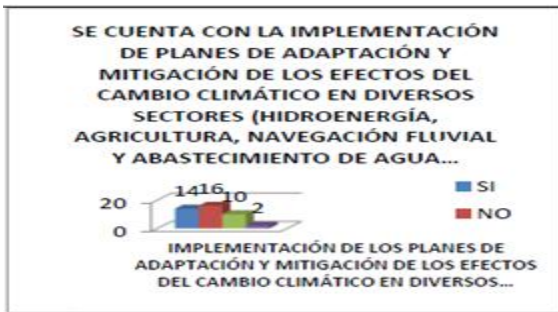
A. Información y conocimiento sobre riesgos que afecten la oferta hídrica



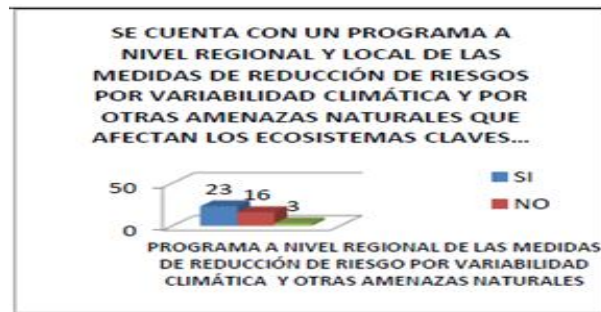
B. Incorporación de la gestión de riesgos en la planificación



D. Reducción de los riesgos



E. Reducción de los riesgos



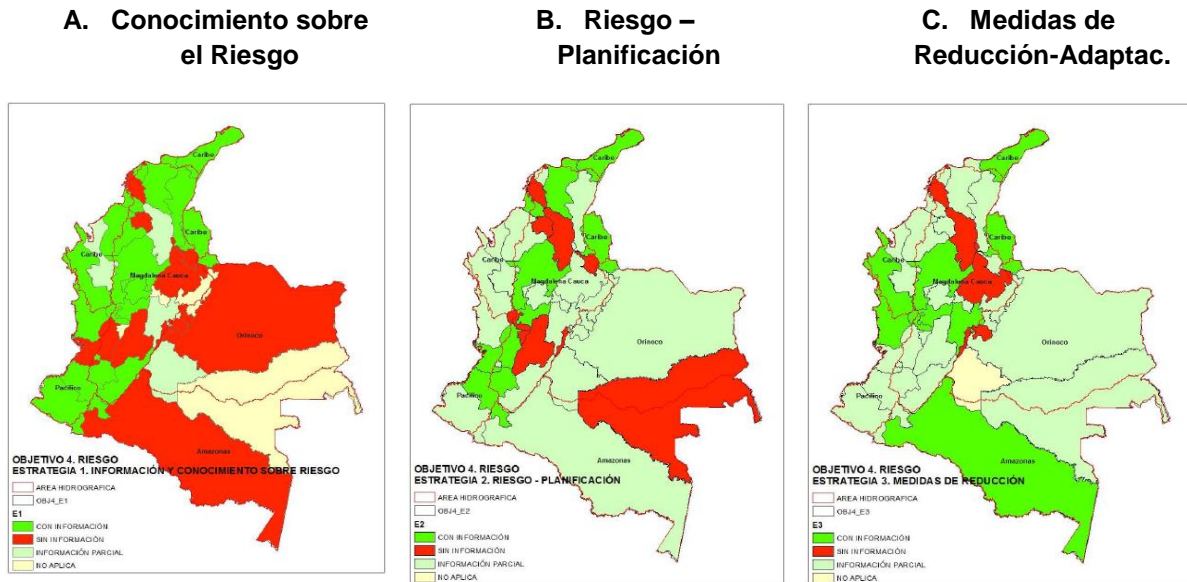
■ Parcialmente ■ No les aplica, según su respuesta no está dentro de sus funciones

El Gráfico 10, parte A, *si se cuenta con un programa de identificación de riesgos en donde se genere conocimiento sobre los riesgos asociados al recurso hídrico, como también la identificación de los riesgos sobre la infraestructura de abastecimiento de agua de los diferentes usuarios*, 23 entidades respondieron NO (entre ellas CORPOAMAZONÍA); 18 Sí.

En el Gráfico 10, parte B, *si se encuentra el programa de gestión de riesgos asociados a la oferta y a la disponibilidad del recurso hídrico incorporado a los POMCAs y otros Planes de Manejo de Ecosistemas Clave Para la Regulación de la Oferta Hídrica* 24 Corporaciones respondieron que NO; 15 respondieron que SÍ. Esto representa un cumplimiento BAJO en la incorporación de los Programas de Gestión del Riesgo en los proyectos ambientales.

En el Gráfico 10, parte C, *si se cuenta con la implementación de planes de adaptación y mitigación de los efectos de cambio climático en diversos sectores (abastecimiento de agua potable y otros)* 14 Corporaciones respondieron que SÍ, 16 que NO. Cumplimiento PARCIAL en la elaboración y articulación del componente de variabilidad climática como mecanismo para establecer las medidas de adaptación y mitigación en el territorio nacional. En Colombia los planes para atender la influencia de la variabilidad climática y cambio climático frente al componente ecosistémico se están implementando progresivamente según las necesidades regionales.

Figura 5. Ejecución en el país de las estrategias del Objetivo 4. Riesgos



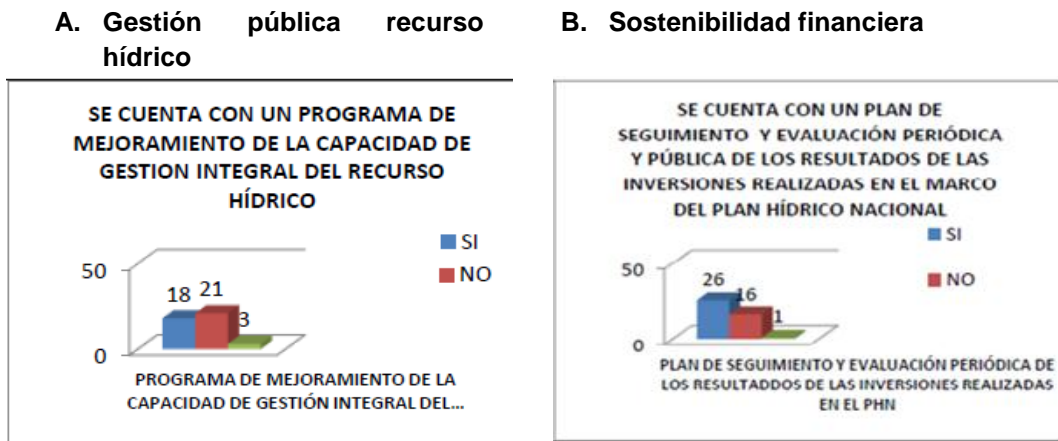
Fuente: (Ministerio de Ambiente - Fuleca, 2015)

La mayoría de estas entidades no cuentan con programas de identificación y análisis de riesgos asociados al Recurso Hídrico, existe un cumplimiento parcial de sus responsabilidades en Gestión Integral del Riesgo Ley 1523 de 2012, Decreto 1640/2012, Resolución 1907/2013, Articulación de la Gestión Integral del Riesgo en los POMCAs.

3.5.4.6 Objetivo 5. FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL

Generar las condiciones para el fortalecimiento institucional en la gestión integral del recurso hídrico. Para su logro se diseñaron **cuatro estrategias**.

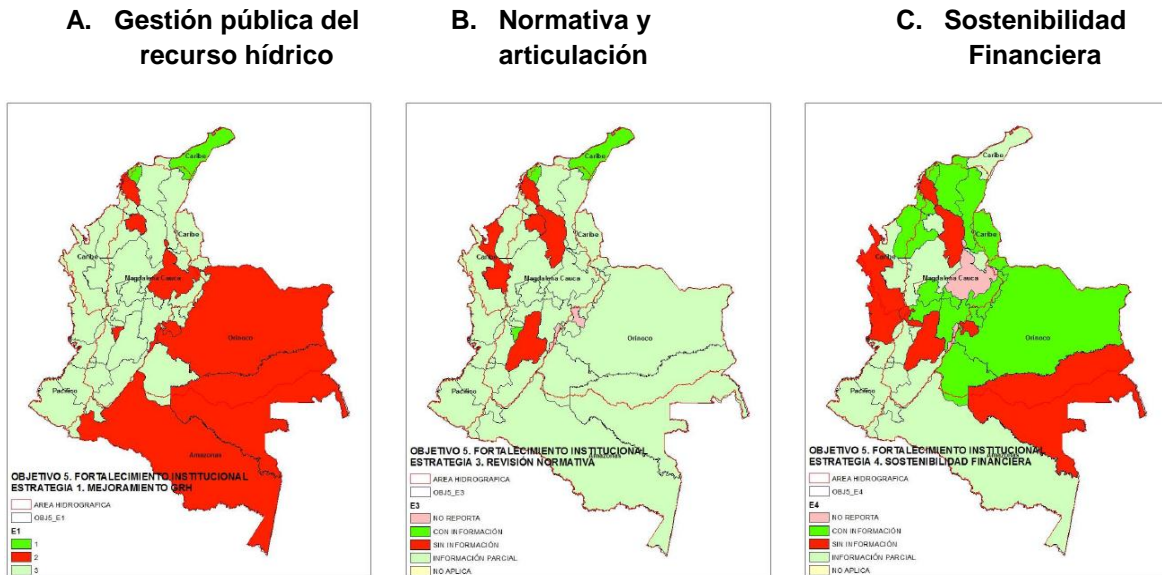
Gráfico 11. Evaluación de los avances del Objetivo 5. Fortalecimiento Institucional



■ Parcialmente ■ No les aplica, según su respuesta no está dentro de sus funciones

La figura 6 refleja el estado de avance en el que se encuentra la implementación de las estrategias correspondientes al Objetivo 5 Fortalecimiento Institucional. Para (Ministerio de Ambiente - Fuleca, 2015), es evidente que este objetivo es uno de los más débiles a nivel general.

Figura 6. Ejecución en el país de las estrategias correspondientes al Objetivo 5. Fortalecimiento Institucional



Fuente: (Ministerio de Ambiente - Fuleca, 2015)

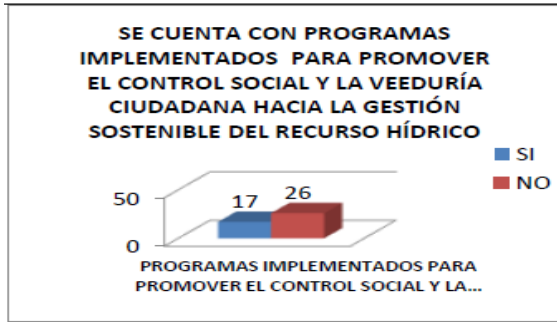
3.5.4.7 Objetivo 6. GOBERNABILIDAD

Consolidar y fortalecer la gobernabilidad para la gestión integral del recurso hídrico. Para el logro de este objetivo se diseñaron **tres estrategias**.

Según (Ministerio de Ambiente - Fuleca, 2015) se viene trabajando en incluir a la ciudadanía en los procesos de veeduría de los proyectos que se desarrollan para una buena gestión y transparencia en los gastos de ejecución presupuestal; sin embargo, en la mayoría, 26 entidades, aún no han implementado esta inclusión ciudadana.

Gráfico 12. Evaluación de los avances del Objetivo 6. Gobernabilidad y sus estrategias

A. Participación



B. Manejo de conflictos



■ Parcialmente ■ No les aplica, según su respuesta no está dentro de sus funciones

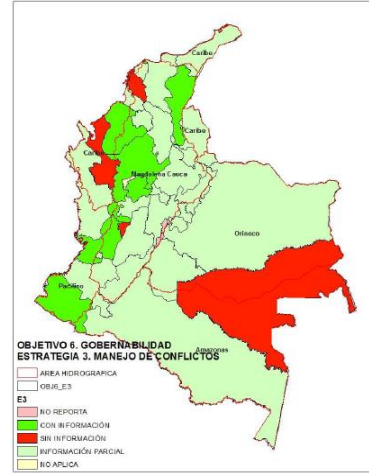
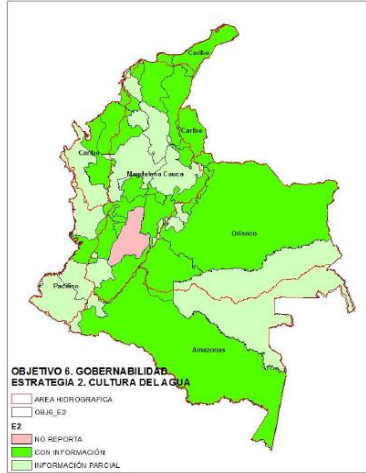
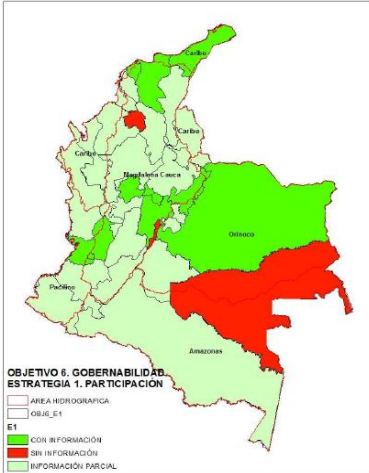
En Gráfico 12, parte B se observa un cumplimiento **BUENO**, ya que una vez identificados los conflictos más representativos relacionados con el Recurso Hídrico, es fundamental generar en la comunidad espacios para la resolución de ellos con apoyo de procesos sociales.

Figura 7. Ejecución en el país de las estrategias del Objetivo 6. Gobernabilidad

A. Participación

B. Cultura del Agua

C. Manejo de Conflictos



Fuente: (Ministerio de Ambiente - Fuleca, 2015)

Color rosa: entidades de las que no se obtuvo información. Verde intenso: entidades que SI cumplen con los protocolos de la PNGIRH. Verde menta: entidades que tienen algunos avances sobre la estrategia. Rojo: entidades que no han realizado avances en la estrategia. Beige: según sus respuestas, sus funciones no se asocian a la estrategia.

3.5.5 Análisis de la implementación de la GIRH a partir de un estudio de caso

Rojas et al. 2013 realizaron un análisis comparativo de modelos e instrumentos de gestión integrada del recurso hídrico en Brasil y Colombia. Para identificar la aplicación de los instrumentos de gestión del agua, analizaron la implementación de los mismos en una cuenca hidrográfica para cada país: Río Nima (Colombia) ubicada en el Valle del Cauca y Tietê-Jacaré (Brasil) ubicada en el Estado de São Paulo.

3.5.5.1 Generalidades

Según los hallazgos y reportes de Rojas et al. 2013, en Colombia es el estado a través de las Corporaciones Ambientales Regionales las que implementan las principales herramientas de GIRH (concesiones, tasa por uso del agua, tasa por contaminación, planes de cuenca, etc.). En Brasil, encontraron que la estructura de gestión y las herramientas de GIRH son descentralizadas y participativas, porque son los Comités de Cuenca, entidades donde participa el gobierno estatal, los municipios y los usuarios, los que tienen el mayor peso en la gestión del agua. Sin embargo, expresan que este modelo aún no estaba implementado en todas las cuencas hidrográficas.

En lo que respecta al agua, Brasil y Colombia cuentan con una oferta hídrica de 48.314 m³/hab/año y de 50.000 m³/hab/año respectivamente, que los ubica entre los países de mayor oferta hídrica mundial. Sin embargo, en ambos la oferta hídrica está desigualmente distribuida. En Brasil, la región del norte que es la menos urbanizada cuenta con un 68.5% de la oferta hídrica y en Colombia, la región Andina que soporta el 70% de la población y genera el 85% del Producto Interno Bruto (PIB), solo cuenta con el 10% de la oferta hídrica nacional. Rojas et al. (2013).

3.5.5.2 Análisis de los Modelos de Gestión del Agua en Colombia y Brasil

3.5.5.2.1 Modelo de gestión del agua en Brasil

La Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) de 1997 es un paso orientado a poner en práctica las disposiciones propuestas por la Constitución Federal de 1988. Para Rojas et al. (2013), la PNRH modernizó la gestión del agua haciendo uso de normas e instrumentos de diversos países; le dio importancia a la participación de los usuarios y la sociedad civil en la gestión buscando legitimidad y adopción real de las políticas; y puso como prioridad considerar los usos múltiples del agua restándole importancia al sector energético en la gestión del agua. De acuerdo a Rojas et al. (2013), a nivel local, la PNRH creó una instancia de gestión del agua muy importante: los comités de cuencas hidrográficas con funciones básicas como la aprobación de los planes del agua y de los cobros por el uso, la fijación del valor de estos cobros y la intermediación en caso de conflictos entre usuarios. Los comités están conformados por representantes del gobierno federal, estatal, municipal, de los usuarios y de la sociedad civil.

3.5.5.2.2 Modelo de gestión del agua en Colombia

Para Rojas et al. (2013) Colombia posee un marco institucional único en Latinoamérica para la gestión del agua y mencionan dos antecedentes para la implementación de tal marco institucional. Uno fue la creación en 1953 de la Corporación Autónoma Regional

del Valle del Cauca (CVC), siguiendo el modelo de la Agencia del Valle de Tennessee (TVA) en Estados Unidos, que dirigió su atención a garantizar la oferta hídrica para diferentes usos productivos en el Valle del Cauca, zona de alto potencial agroindustrial. Es decir, Rojas et al. (2013), afirma que tal como en el caso de Brasil, la gestión del agua se convierte en una necesidad para garantizar el desarrollo económico, a partir del estímulo a las actividades productivas.

Para Rojas et al. (2013), el segundo antecedente, que es además un hito histórico fundamental para la gestión del agua en Colombia, es la expedición en 1974 del Código Nacional de Recursos Naturales y de Protección del Medio Ambiente (CNRN). Este código, una de las cinco primeras legislaciones ambientales del mundo, formuló tres aspectos básicos para la gestión del recurso hídrico:

- Declaró la propiedad pública de los recursos hídricos del país y la necesidad de solicitar una concesión del agua para poder hacer uso del mismo.
- Definió el orden de prioridad para el uso del recurso hídrico, así: consumo humano, preservación flora y fauna, agricultura, uso pecuario, recreación, uso industrial y transporte.
- Introdujo el uso de herramientas económicas para el control de la contaminación (tasas retributivas) y la preservación del recurso hídrico (tasas por uso del agua).

Según Rojas et al. (2013), la puesta en marcha del CNRN designó al Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables (INDERENA), como la institución responsable de gestionar el recurso hídrico y otorgar las concesiones de agua a nivel nacional.

Después Colombia ve el nacimiento de una nueva Constitución Política en 1991 que según Rojas et al. (2013), dio paso a una nueva visión de los aspectos ambientales y de la gestión de los recursos naturales en el país. Se expidió en 1993 la Ley 99, la cual crea el Ministerio de Ambiente, en 2003 se convirtió en Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y en 2012 nuevamente en Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible -MADS. Este ministerio se convierte en la autoridad suprema en el manejo del recurso hídrico, asume una función clave para la gestión del agua; formular, gestionar y coordinar las políticas, regulaciones y programas de gestión del recurso hídrico, provisión de agua potable, control de las descargas de aguas residuales y saneamiento. En 2012 estos últimos 3 aspectos pasan al Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio.

A partir de esta ley, se descentraliza el manejo del agua, con la creación de 17 nuevas Corporaciones Ambientales Regionales (CAR), que se unieron a las 16 ya existentes en el País. Las CAR son una estructura descentralizada, por tener su ámbito de acción a nivel local/regional. Si bien las CAR reciben recursos del gobierno nacional, tienen fuentes de financiamiento propio, pues reciben un porcentaje del impuesto predial que cobran los municipios, además de los ingresos por el pago de las concesiones de agua, las tasas ambientales (uso y contaminación del agua) y el licenciamiento ambiental. Rojas et al. (2013).

Rojas et al. (2013), encontraron que antes de 1993 las CAR no se crearon con la perspectiva de convertirlas en las entidades responsables de la gestión ambiental a nivel regional, cosa que si sucedió después de la Ley. Las CAR se convierten en el corazón de la gestión del agua a nivel regional, porque les fueron asignadas las siguientes funciones: a) distribuir el recurso agua a los diferentes usuarios; b) controlar las fuentes de

contaminación puntual y difusa; c) formular los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas (POMCH); y, d) programas para proteger el ambiente.

Los POMCH, según Rojas et al. (2013), son una herramienta para controlar la degradación de los cuerpos hídricos, su objetivo es romper con el esquema de planificación y gestión del agua con base en la unidad administrativa (los municipios), para hacerlo a nivel de cuenca. Así, el resultado esperado de los POMCH, la ordenación ambiental del territorio, tiene como eje el agua, para determinar los usos permitidos y prohibidos de todos los recursos naturales en la cuenca. Además, se buscaba generar disposiciones orientadas a la provisión de infraestructura para uso, asignación, distribución y preservación del recurso hídrico y el control de la contaminación. El cambio más reciente es la expedición en 2010 de la Política para la GIRH en Colombia.

3.5.5.3 El uso de instrumentos de gestión del agua a partir de los dos estudios de caso

A continuación se menciona el uso de los instrumentos de gestión del agua analizados por Rojas et al. (2013) en los estudios de caso realizados simultáneamente en Brasil, cuenca Tietê-Jacaré, y en Colombia, cuenca río Nima, y escritos en dos trabajos académicos que dieron pie al artículo “Análisis comparativo de modelos e instrumentos de gestión integrada del recurso hídrico en Suramérica: los casos de Brasil y Colombia” publicado en la Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science, vol. 8, núm. 1.

3.5.5.3.1 Cuenca Tietê-Jacaré (Brasil)

Esta cuenca situada en el centro del estado de Sao Paulo, incluye los territorios de 34 municipios, tiene una extensión en su área de drenaje de 11.749 km², la población es de 1.478.941 habitantes, de ellos el 96% habita en áreas urbanas que representan el 3,2% de su área. La precipitación anual en la cuenca varía entre los 1.200 y 1.600 mm por año.

Figura 8. Mapa Cuenca Hidrográfica Tietê-Jacaré.



Fuente: Rojas et al. (2013).

La principal actividad económica de la cuenca es la producción agroindustrial, predominan los cultivos de caña de azúcar y de naranja. Éstos sirven de insumo a actividades industriales relacionadas con la producción de alimentos, de azúcar y etanol. También

otras actividades económicas, como la producción de calzado, maquinaria y equipo e incluso el turismo. Rojas et al. 2013.

En la cuenca Tietê-Jacaré, las aguas subterráneas son la principal fuente de abastecimiento para consumo humano pues cerca del 70% de los sistemas de agua dependen de este tipo de fuente; su uso es también muy importante para la industria.

La disponibilidad de agua en la cuenca es crítica, pues las demandas actuales equivalen a la demanda de casi 15 millones de personas, cuando la cuenca tiene sólo un 10% de esa población. Los mayores usuarios del agua son el riego agrícola y el sector industrial. La escasez de agua o la disparidad entre oferta y demanda no es el único problema de la cuenca, según Rojas et al. (2013) el principal problema es la contaminación del recurso hídrico debido al inadecuado tratamiento de aguas residuales y residuos sólidos.

Aunque cerca del 94% de las aguas residuales son recolectadas, solo el 35% de ellas recibe tratamiento; en el caso de los residuos sólidos, solo el 59% de los municipios llevaban sus residuos a rellenos considerados apropiados. También la erosión es una situación crítica debido a la concentración de aguas lluvias y la ineficiencia de los sistemas de drenaje en el área urbana; a nivel rural, las causas son la deforestación de la vegetación y el manejo inadecuado de tierras destinadas a la agricultura.

3.5.5.3.2 Instrumentos de GIRH en la cuenca Tietê-Jacaré (Brasil)

Según Rojas et al. (2013), en Tietê-Jacaré existe el comité de cuenca, que es por tanto el primer instrumento de gestión del agua existente en la zona de estudio. Este comité fue creado en 1995 y cuenta con 36 miembros - 12 pertenecen a la sociedad civil, 12 al estado de Sao Paulo y 12 a los municipios. En representación de los municipios, existe la particularidad que solamente pueden hacer parte del Comité, los alcaldes, es decir, que no es posible delegar la representación en otros funcionarios. Para Rojas et al. (2013) esto es una traba para tener un proceso participativo efectivo por parte de los municipios, dado que muchos municipios pertenecen a más de una cuenca: en el caso de Tietê-Jacaré, de los 34 municipios existentes, solo 17 tienen todo su territorio en esta cuenca.

La dirección del comité de cuenca la hacen tres de los representantes pertenecientes a cada uno de los segmentos que lo conforman y tienen un periodo de dos años. El Comité recibió recursos entre 1997 y 2009 por USD\$ 9,7 millones que les ha permitido financiar 184 de 302 proyectos recibidos.

El Comité de la Cuenca Tietê-Jacaré es la instancia encargada de implementar los instrumentos de gestión. En el caso del Plan de la Cuenca, aunque fue realizado por un consultor externo, el Comité participó en sus discusiones y lo aprobó.

Otro instrumento de gestión del agua implementado por el Comité fue el pago por el uso del agua, para lo cual constituyó un Grupo de Trabajo que realizó el estudio específico con base en una Guía estatal y en consultas con los usuarios. El documento fue aprobado en plenaria y después legalizado por Decreto.

Según Rojas et al. (2013), el Comité desarrolló el Informe de Situación de los Recursos Hídricos de la cuenca el cual aportó datos relacionados con el estado de las diversas fuentes en el área de estudio. En lo referente al flujo de información la cuenca cuenta con

el ordenamiento de los cuerpos de agua que clasifica las distintas fuentes hídricas acorde a su caudal, longitud, área de influencia, etc. Al momento del análisis no se habían implementado el catastro de cobranza y el sistema de información del recurso hídrico.

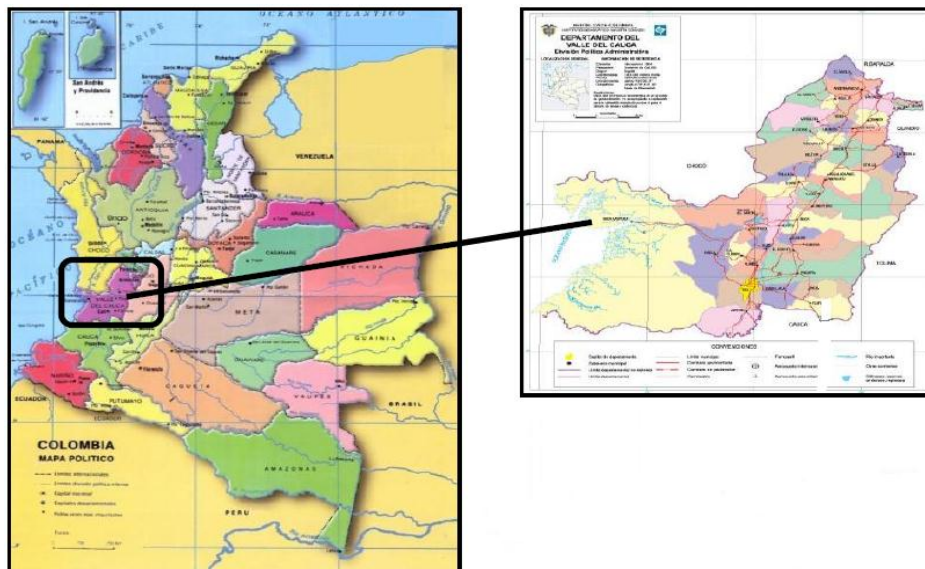
3.5.5.3.3 Cuenca del río Nima (Colombia)

La cuenca del río Nima localizada en la región suroccidental de Colombia tiene una extensión aproximada de 16.739 hectáreas, de las cuales 12.120 ha corresponden a la parte alta (ladera) y 4.619 ha a la zona baja (plana). Su población llegaba a cerca de los 3.900 habitantes, con un promedio de 4.7 habitantes por familia en 1998; la precipitación de la cuenca fluctúa entre 800 y 2.500 mm/año (Rojas et al. 2013).

La cuenca del río Nima es empleada en diversidad de usos, es fuente de abastecimiento para consumo humano de toda la población urbana del municipio de Palmira (350.000 habitantes) y de 4.200 habitantes de su zona rural; asimismo, proporciona el agua para el riego de 6.900 ha en el valle geográfico del río Cauca y sustenta la producción ganadera, avícola, porcícola y de trapiches paneleros. Además, es empleada para la generación de 5.000-7.000 KW/hora de energía en las plantas Nima I y Nima II (Rojas et al. 2013).

Según lo reportado por Rojas et al. 2013, el potencial hídrico de la cuenca estudiada es muy grande, debido a la presencia de diversos afluentes. Se debe también, a que más del 56% del área de la cuenca estaba en protección, a través de los bosques naturales y de la siembra de bosque protector. Esto ha permitido una dinámica de recuperación importante en la parte alta de la cuenca, ya que en esta zona ha disminuido la presión sobre el suelo, que era explotado fundamentalmente por la ganadería de tipo intensivo.

Figura 9. Sistema hidrográfico Cuenca Río Nima



Fuente: Rojas et al. (2013)

La demanda de agua genera una presión importante sobre la oferta de agua. Parte importante de esa presión la ejerce el sector cañicultor que representa, de acuerdo con Rojas et al. 2013, el 56% de la demanda total de agua en la cuenca. Según ellos, el

balance entre la precipitación media mensual plurianual y la cantidad de agua concesionada, muestra que en el 50% de los casos entre 1973 y 2009, la demanda de agua supera la oferta. La situación de déficit hídrico ha sido permanente para el periodo 2001-2008, en años como 2001 y 2002, la demanda supero entre 2 y 3 veces la oferta. Para Rojas et al. 2013, esto significa que el río no puede atender las demandas, generando conflictos entre usuarios y potenciales daños al ecosistema al quedar la fuente con un caudal mucho menor al caudal ecológico. Rojas et al. 2013 observaron que el desequilibrio entre la oferta de agua superficial y la demanda, la resuelven los usuarios de la zona plana a través de la explotación de los acuíferos.

3.5.5.3.4 Instrumentos de GIRH en la cuenca del río Nima (Colombia)

Según los reportes de Rojas et al. 2013, no se encontró un comité de cuenca formalmente establecido como sucede en Brasil, donde tal entidad, conformada por actores públicos, privados y de la sociedad civil, aplica los principales instrumentos de gestión del agua a este nivel. En Colombia, la gestión del agua recae principalmente en la autoridad ambiental de nivel regional (CVC) y en segundo lugar en dos organizaciones que no tienen una función legalmente establecida, como son el Comité de Protección y Mejoramiento de la Cuenca Hidrográfica del Río Nima (Pronima) - de carácter público - y la Asociación de Usuarios del Río Nima (Asumnima), de carácter privado.

La CVC se encarga de realizar actividades de educación ambiental y de aplicar los principales instrumentos de gestión del agua, entre ellos los de:

- a) comando y control: permisos, licencias ambientales, concesiones de agua, plan de ordenamiento de la cuenca.
- b) tipo económico: tasas por uso del agua y tasas por contaminación del agua o retributivas.

Así, Rojas et al. 2013 encuentra que las decisiones más importantes sobre quienes tienen acceso al agua, en qué cantidades y cómo será el desarrollo futuro de la cuenca y de sus recursos naturales, son tomadas por la autoridad ambiental regional. Es entonces el Estado quien toma las decisiones claves en torno a la gestión del agua.

Rojas et al. 2013, encontraron que en la cuenca actúan dos organizaciones de la sociedad civil en unión con el sector privado y entidades municipales, que buscan realizar actividades propias de gestión del agua. Comités Pronima y Asumnima, implementan mecanismos de tipo voluntario para la gestión del agua en la cuenca, como programas de educación ambiental, actividades de reforestación, procesos de negociación con diferentes tipos de usuarios, inversiones en obras de infraestructura relacionadas con la distribución del agua a usuarios que hacen parte de tales asociaciones. Para Rojas et al. 2013, entidades como Pronima y Asumnima se pueden considerar como instrumentos de gestión del agua en la cuenca por la importancia de las actividades que realizan.

Asumnima se fundó en 1992, a partir del interés de los usuarios de la parte plana y media de la cuenca, básicamente cañicultores, por conservar el caudal de agua en la cuenca y garantizar su aprovechamiento productivo. Es una organización privada sin ánimo de lucro, que tiene un total de 62 usuarios, 59 de ellos son productores de caña. En cuanto a su financiación, Asumnima recibe financiación indirecta y la financiación directa del pago que cada uno de los usuarios realiza por cada litro de agua asignado, el cual tenía un

valor de \$COL 5.355/litro. Según Rojas et al. 2013, este pago es voluntario y se cobra dos veces por año, implicando además que los usuarios deben seguir pagando la Tasa por Uso del Agua a la CVC, la cual es más alta que la cobrada por Asumnima. Existe también una financiación indirecta de los asociados a Asumnima, fundamentalmente los ingenios azucareros, los cuales realizan aportes en maquinaria, equipo, personal extra, la sede de Asumnima y financiación de estudios especiales.

Pronima, según Rojas et al. 2013, se fundó a inicios de la década de los ochenta, dado que la cuenca del Río Nima venía afrontando un proceso de colonización por parte de campesinos desplazados de la zona plana, que resultaba en deforestación de la cuenca alta, en tala y quema de bosques y en siembra de cultivos en zonas de fuertes pendientes. Se creó como entidad sin ánimo de lucro constituida por organizaciones de tipo público (Municipio de Palmira, Empresas Municipales de Palmira, CVC y CORPOCUENCAS). El objetivo era recuperar, mejorar y regular la cantidad y calidad de agua del río Nima, para garantizar el abastecimiento de agua de la ciudad de Palmira. El objetivo orientó el trabajo del Comité Pronima hacia la protección biofísica de la cuenca, mediante la compra de predios en la zona alta que fueron puestos en preservación.

Al momento de la investigación Rojas et al. 2013 encontraron que Pronima desea cambiar su visión, para que se convierta en una entidad orientada a la gestión de la cuenca, la cual tome decisiones sobre las acciones a realizar en ella. Se ha propuesto involucrar una base amplia de actores de la cuenca en el Comité Pronima, incluso a entidades de carácter privado.

Si bien Rojas et al. 2013, con base en lo anterior, vislumbran que diversas entidades privadas, como por ejemplo Acuaviva, empresa privada de acueducto de Palmira, que reemplazó a las Empresas Municipales de carácter público, empiecen a hacer parte de Pronima, en esta propuesta de modelo aún no es claro cómo se involucraría a los pequeños usuarios agrícolas y de acueductos rurales.

3.5.5.4 Análisis comparativo de los modelos de gestión del agua en Colombia y Brasil y del uso de instrumentos de GIRH en las cuencas

3.5.5.4.1 Comparación de modelos de gestión del agua en Colombia y Brasil

Para realizar la comparación de los modelos de gestión del agua en Colombia y Brasil, Rojas et al. (2013) hacen uso del marco conceptual de GIRH y analizan si se cumplen los prerequisites necesarios para implementar la GIRH, si se han definido los procesos propios de una buena implementación y si se tienen unas metas claras para tal gestión.

En el cuadro 3 se aprecia como la primera diferencia en la gestión del agua entre Colombia y Brasil observada por Rojas et al. 2013, es que mientras en el primer país la gestión es centralizada, en Brasil se hace de forma descentralizada. En Colombia se fijan normas e instrumentos de aplicación nacional de acuerdo con las regulaciones establecidas, y luego son implementadas por autoridades de nivel regional y local. Rojas et al. 2013 encuentran que en Brasil la gestión del agua es descentralizada porque si bien existen disposiciones de nivel nacional, cada uno de los estados también puede implementar sus propias normas.

Cuadro 3. Comparación prerrequisitos de implementación GIRH en Brasil y Colombia

Prerrequisitos GIRH	Brasil	Colombia
Definición unidad territorial GIRH	Si, formalmente es la cuenca	Informalmente es la cuenca
Organización de la comunidad para participar en la gestión del agua	Si, con representatividad y legalidad en los Comités de Cuenca	Formalmente no. Aunque la sociedad civil puede participar a través de sus organizaciones
Fijar instrumentos regulatorios, económicos, de control y penalización	Si, existen diversos instrumentos fijados, como Comités de Cuenca y el cobro por el uso del agua, aunque no se han implementado en todas las cuencas	Si, existen diversos instrumentos utilizados (tasas por uso del agua y por contaminación)
Mecanismos técnicos de planificación y flujo de información	Si, Planes de Cuenca Hidrográfica, Planes Estatales, Plan Nacional de Recursos Hídricos	Si, Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas que se traslapan con otros planes,
Marco institucional, gestores y actores	Si, Política Nacional de Recursos Hídricos y Políticas Estatales de Recursos Hídricos	Si, Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico

Fuente: Rojas et al. 2013.

El estudio no consideró para Colombia el Plan Hídrico Nacional y los Planes Estratégicos de Macrocuena como mecanismos técnicos de planificación y flujo de información.

Según Rojas et al. 2013, Brasil ha generado los prerrequisitos necesarios para implementar la GIRH, mientras que en Colombia no lo ven tan evidente. En Brasil, la cuenca es la unidad de planificación que se ha delimitado para gestionar el agua, los Comités de Cuenca se han designado legalmente como los entes que dirigen las acciones a realizar en la cuenca y cuentan con una participación formal y representativa de actores de la sociedad civil; existen planes de cuenca que formalmente deben ser aprobados por los Comités de Cuenca y existe una política orientadora de la GIRH a nivel nacional.

Rojas et al. 2013, encontraron que en Colombia aún algunos de los prerrequisitos de la GIRH no habían sido establecidos formalmente. Por ejemplo, aunque las cuencas son comúnmente mencionadas como la unidad de gestión del agua y la política de gestión integrada las promueve en este sentido, ellas no están formalmente definidas en la ley. Pero además, pudieron establecer que los comités de cuencas no se habían establecido formalmente como el ente gestor de las cuencas y tomador de decisiones, con lo cual tampoco existe un mecanismo de participación de actores sociales en dicha gestión. Ellos reportan que los Planes de Cuenca si bien existen y se han formulado en una proporción

pequeña de las cuencas, son formalmente soportados por normas de jerarquía inferior a los Planes de Ordenamiento Territorial de los municipios, lo cual hace que estos últimos sean los que en la práctica definen los usos del suelo, teniendo esto una clara relación con los usos y preservación del agua.

Con respecto a lo encontrado en Colombia y reportado en el estudio de caso, se tiene que:

- Los Decretos 1640 de 2012 y 1076 de 2015, del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible que reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos, establecen la definición de cuenca hidrográfica.
- El Decreto 1076 del 2015 define el Consejo Ambiental Regional como instancia de coordinación interinstitucional e intersectorial de los actores presentes en el área hidrográfica o macrocuenca, con fines de concertación. Define los Consejos de Cuenca como las instancias de participación en las cuencas objeto de Plan de Ordenación y Manejo. La Resolución 0509 de 2013 establece los lineamientos para la conformación de los Consejos de Cuencas y su participación en las fases de plan de ordenación de cuencas.
- El artículo 10 de la Ley 388 de 1997, señala que en la elaboración y adopción de los Planes de Ordenamiento Territorial -POT los municipios y distritos deberán tener en cuenta las normas y directrices para el manejo de las cuencas hidrográficas expedidas por la Corporación Autónoma Regional o la autoridad ambiental de la respectiva jurisdicción, las cuales son determinantes ambientales y se constituyen en normas de superior jerarquía. Según (Ministerio de Ambiente, 2013), el diagnóstico de la gestión del recurso hídrico en el país identificó que hay diferencias importantes entre la planificación del territorio y la planificación del recurso hídrico, e incluso de otros recursos naturales existentes en la cuenca (páramos, humedales, ciénagas, zonas de reserva) que se manifiesta en una descoordinación e incluso conflictos en la gestión del uso del suelo y del agua, lo anterior muy a pesar de lo establecido en el artículo 10 de la ley 388 de 1987 que establece que el POMCA genera los determinantes ambientales para la formulación de los POT.

Para Rojas et al. 2013, el aspecto donde Colombia cuenta con ventaja es en la implementación de instrumentos económicos como la tasa por uso del agua y la tasa por vertimientos de aguas residuales; que llevan más de 20 años. En Brasil, observaron que la principal herramienta económica, el cobro por uso del agua, aún no se implementa en forma generalizada, en la cuenca Tietê-Jacaré si se ejecuta, siendo estructurada la misma por el Comité de Cuenca.

Rojas et al. 2013 ven claro que las políticas nacionales de gestión del agua en ambos países, han incorporado procesos de planificación de largo plazo, han formulado metas y han propuesto el uso de herramientas de diversos tipos para administrar el agua. Sin embargo, expresan que en ambos países parece que los postulados de la política de agua no se han traducido plenamente en acciones en las cuencas. Por ejemplo mientras se promueve al agua para consumo humano y para los ecosistemas como los usos prioritarios, aún en las cuencas son las actividades agrícolas las principales usuarias del recurso. Los sectores usuarios del agua, que generalmente tienen una representación política en el gobierno a nivel ministerial (agua para agricultura, para energía y otros), no se han coordinado para desarrollar acciones coherentes en la cuenca y en muchas ocasiones desarrollan actividades aisladas y que privilegian sus intereses particulares.

3.5.5.4.2 Comparación en el uso de instrumentos de GIRH en las cuencas seleccionadas

Rojas et al. 2013, exponen cuatro aspectos distintivos en el uso de los instrumentos de gestión del agua en las cuencas objeto de estudio en Colombia y en Brasil:

- a) el tamaño de las cuencas objeto de la gestión;
- b) las diferencias en cuanto a la estructura institucional y legal mediante la cual se aplican los instrumentos de gestión del agua en las cuencas;
- c) la participación de la sociedad civil en la gestión del agua;
- d) la cantidad y tipos de instrumentos que se usan en las cuencas estudiadas.

Las cuencas brasileras, especialmente la estudiada, cuentan con una extensión geográfica mucho mayor que la cuenca colombiana, lo que implica la necesidad de coordinar gran cantidad de actores y de recursos para la gestión del agua. En el caso brasileros las cuencas son tan grandes que las mismas son subdivididas en cuencas menores, para facilitar la gestión y coordinación con los actores de nivel local.

Con relación al uso de herramientas e instrumentos legalmente establecidos de GIRH en las cuencas, para Rojas et al. 2013 es claro que mientras en Colombia tales herramientas son aplicadas principalmente por una entidad de carácter estatal, en el caso brasileros la mayoría de los instrumentos quedan en manos de los Comités de Cuencas, que son entes independientes no estatales con representación de actores gubernamentales, privados y de la sociedad civil. Así, en Colombia encontraron que son las corporaciones ambientales, que si bien son independientes, hacen parte de la estructura institucional formal, las que asignan las concesiones de agua, garantizan la realización de los planes de cuenca y cobran las tasas por uso y contaminación del agua. Si en Colombia los comités de cuencas no son reconocidos formalmente, en Brasil si cuentan con un reconocimiento legal, que les permite diseñar y aprobar los cobros por el uso del agua, participar en el plan de la cuenca y proponer los proyectos a realizar. En cuanto al uso de instrumentos de GIRH en las cuencas estudiadas, el Cuadro 4 presenta el análisis comparativo realizado por Rojas et al. 2013.

Cuadro 4. Instrumentos de GIRH en cuencas objeto de estudio en Colombia y Brasil

Clasificación instrumentos	Tipo de instrumentos	Cuenca Nima	Responsable	Cuenca Tiete Jacaré	Responsable
Mecanismos voluntarios	Educación ambiental	SI	CVC	SI	Actores
	Ahorro agua	NO	---	SI	Actores
	Consumo responsable	NO	---	SI	Actores
	Reutilización del agua	SI	Actores	SI	Actores
	ISO para mejorar gestión empresarial	NO	---	SI	Actores
	Sistema de información	NO	---	SI	Comité cuenca

Clasificación instrumentos	Tipo de instrumentos	Cuenca Nima	Responsable	Cuenca Tiete Jacaré	Responsable
Comando y control	Permisos	SI	CVC	SI	OE
	Licencias	NO	CVC	SI	OE
	Concesiones del agua	SI	CVC	SI	Comité cuenca
	Planes de ordenamiento cuencas	SI	CVC	SI	Comité cuenca
	Comités de cuencas (cuando es obligatoria)	NO	---	SI	Consejo Estatal
Instrumentos económicos	Tasas por uso del agua	SI	CVC	SI	Comité cuenca
	Tasas por vertimientos de aguas residuales	SI	CVC	NO	---
	Tarifas por concesión del agua	SI	CVC	NO	---
	Subsidios	NO	---	SI	Comité cuenca
Instrumentos económicos	Fondos de promoción tecnologías, procesos	NO	---	NO	---
	Mercados de agua	NO	---	NO	---
Gastos-invers. gubernament.	Fortalecimiento institucional	NO	---	SI	OE
	Obras infraestructura	SI	Asumima	SI	OE y CC
	Provisión de servicios públicos o de bienes meritorios	SI	Pronima	SI	OE
Iniciativas de interés colectivo amparadas por la ley	Acciones populares	SI	Comunidad	SI	Ministerio Público
	Tutelas	NO	---	NO	---
	Conformación comités ambientales/organizaciones de vigilancia y control/asociaciones de usuarios	SI	Pronima	SI	---
	Referendos	NO	---	---	---

Abreviaturas: OE: Organismos estatales; CC: Comité de cuenca. Fuente: Rojas et al. 2013.

Según Rojas et al. 2013, en Brasil, la participación de la sociedad civil en la gestión integrada del agua está garantizada formalmente a través de la elección de una parte de los miembros que conforman el comité de la cuenca entre personas que hacen parte de la comunidad y de los usuarios, incluso las universidades de la región y las ONG's ambientalistas. Así hay mayor probabilidad de que los intereses comunitarios sean atendidos en la implementación de los instrumentos de GIRH en la cuenca. En Colombia, encontraron que la participación de la comunidad no está garantizada pues no existen mecanismos que obliguen a vincular a los miembros de la comunidad y a los usuarios en las instancias de gestión y en el uso de instrumentos de GIRH. Observaron que las organizaciones que desde la sociedad civil se conforman para implementar instrumentos de GIRH, lo hacen de manera voluntaria; y que muchas de esas formas organizativas focalizan sus acciones en defensa del acceso al agua como sector productivo (Ej.: Asurnima y la caña de azúcar), marginando en muchas ocasiones a los usuarios de bajos recursos de la toma de decisiones. La participación en la gestión integrada del agua en las cuencas en Colombia es un objetivo de la GIRH que no se cumple.

Adicionalmente, según información reportada por (Ministerio de Ambiente, 2014) en el Manual de Consejeros de Cuenca (p.17) y tomada de las experiencias del Proyecto FAO-CAM 2012 "Cuenca del Río Las Ceibas: una alianza estratégica, colectiva y participativa para su protección y producción sostenible"²³, gran parte de los actores con mayor influencia e impacto ambiental en la cuenca, no le conceden la importancia necesaria a su participación en el consejo, pues priman intereses económicos particulares sobre intereses ambientales colectivos.

De acuerdo con Rojas et al. (2013), en la cuenca del río Nima (Colombia), los instrumentos más usados corresponden a los de comando y control (permisos, concesiones y planes de cuencas), y a los de tipo económico (tasas por uso y tasas por contaminación), que implementa la autoridad ambiental (CVC). En el caso de Brasil, según lo encontrado y reportado por Rojas et al. (2013), su herramienta más importante de gestión es el Comité de Cuenca Tietê-Jacaré, que es la organización además que diseña e implementa los otros instrumentos de gestión como la tasa por uso del agua, el registro y concesiones del agua y los Planes de Cuenca.

3.5.5.5 Conclusiones del estudio de caso

Rojas et al. (2013) aclaran que a pesar de estar formalizada legalmente la participación de la sociedad civil en Brasil, siendo esto un avance con relación a Colombia, eso no dice mucho sobre la participación real. El hecho de que la sociedad civil organizada pueda "participar" (estar presente) no indica hasta qué punto la comunidad realmente influencia el proceso de toma de decisiones en las cuencas hidrográficas. Por tal razón, plantean la necesidad de realizar investigaciones a mayor profundidad para saber cómo se da este proceso de participación en la práctica.

Rojas et al. (2013), encontraron durante la realización de su trabajo que en Colombia, la gestión del agua está centrada en el ámbito estatal; no encontrando una participación formal de la sociedad civil en la gestión; aunque existe una variedad de herramientas de GIRH que se usan en la práctica, parte de las cuales son los propios Comités de Cuenca "informales". Sin embargo, la crítica que hace Rojas et al. (2013) sobre estas asociaciones

²³Referencia en: <http://documentacion.ideam.gov.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=37921>

de usuarios es que se estructuran para defender los intereses de grupos de usuarios poderosos (como los productores de caña), dejando por fuera usuarios como pequeños agricultores o sistemas de abasto comunitario.

3.5.6 Avances y limitaciones en la implementación de la GIRH en Colombia

Desde el Gobierno Nacional se han emprendido esfuerzos y se han alcanzado logros como la reglamentación de los instrumentos para la planeación, ordenamiento y manejo del recurso hídrico, sus instancias de participación y coordinación. Sin embargo, un porcentaje alto de las herramientas de GIRH continúan siendo implementadas por las Corporaciones Ambientales Regionales con poca participación de la sociedad civil, de los campesinos y pequeños usuarios del recurso hídrico en las cuencas. Se encontraron debilidades y oportunidades de mejora en:

1. Participación: pese a la búsqueda de la descentralización y a la reglamentación de las instancias de participación, las decisiones en torno a la gestión del agua las sigue tomando el Estado a través de las entidades regionales (corporaciones) o locales (autoridad ambiental),
2. Ineficiencia: pese a que la cuenca es reconocida en Colombia como la unidad de gestión del recurso hídrico, la cual en la mayoría de los casos trasciende los límites de uno solo municipio, la búsqueda de la descentralización en la gestión del agua ha generado atomización de pequeños prestadores del servicio con la consecuente ineficiencia en los aspectos económicos y en el uso del recurso que finalmente se refleja vía tarifas como se muestra en el siguiente capítulo.
3. Riesgos: la incorporación de la gestión integral de los riesgos asociados a la oferta y disponibilidad del agua es aún débil, según los hallazgos la mayoría de las entidades no cuentan con programas de identificación y análisis de riesgos asociados al Recurso Hídrico, que permitan conocerlos, incorporarlos a la planificación y establecer medidas oportunas de reducción y adaptación.
4. Se evidencia una debilidad general para cuantificar o estimar tanto la oferta (oferta hídrica superficial y subterránea) como la demanda en las cuencas; gran parte de las corporaciones poseen esta información de manera parcial en su área de jurisdicción.
5. En las decisiones relacionadas con la distribución del agua suelen primar los requerimientos para las actividades económicas, y no la continuidad de los ecosistemas claves para la regulación de la oferta hídrica en la jurisdicción. Se evidenció un cumplimiento muy bajo de las corporaciones con respecto a la definición de caudales ecológicos de conservación y el mantenimiento de las corrientes superficiales y de sus ecosistemas. Es por lo anterior que en muchas cuencas y microcuencas del país (como en el caso del Río Nima) la demanda ha superado en numerosas

ocasiones la oferta poniendo en alto riesgo la vida y permanencia de los ecosistemas y por lo tanto la disponibilidad de agua en la cuenca.

En el capítulo 5 se mostrará la forma de contrarrestar las debilidades identificadas aprovechando las oportunidades de mejora en relación con la gestión integral del recurso hídrico.

4 CAPITULO 4. SISTEMA TARIFARIO

En este capítulo se muestra cómo las fórmulas tarifarias deben ser el reflejo de la estructura de los costos económicos de la prestación del servicio, incluyendo la reposición, el mantenimiento y la remuneración al patrimonio. Es por ello que primeramente se determinan los costos de referencia como costos reales en la prestación del servicio y a partir de este se aplican los subsidios y contribuciones (o sobreprecios). Aquí se mostrarán cuáles son los costos que entraña el abastecimiento de agua a la población, es decir, el costo económico del agua suministrada.

4.1 Marco Regulatorio y Generalidades

Para (Sáenz, 2007), el sistema tarifario constituye un elemento clave en la gestión de los servicios públicos del agua. Su definición— regulada por la Administración Pública al estar considerados estos servicios como servicios públicos a la sociedad - implica decisiones sobre estructuras tarifarias y niveles tarifarios que influyen en el grado de utilización de los servicios (y por tanto en el grado de utilización del agua) y en la recuperación de los costos que supone su prestación.

Al considerar el sistema tarifario y los aspectos que lo componen y regulan, es necesario considerar que en el caso colombiano, según Acosta 2015, a partir de la Constitución Política de 1991 se introduce de manera clara y explícita los conceptos del estado social de derecho y cualquier actividad reguladora está cubierta por los preceptos rectores de la constitución. A partir de ahí se inicia un proceso de reestructuración del sector agua potable y saneamiento básico, y se promueve la vinculación de inversionistas privados al desarrollo del sector.

Dentro del marco de la Constitución Política de Colombia, en el sector se permite y promueve la libertad de empresa, eficiencia en la prestación, la responsabilidad y calidad en la cobertura, y la solidaridad. Estos principios a su vez buscan garantizar la superación de la exclusión social, fomentar el bienestar general, así como la efectividad de los derechos y deberes de los ciudadanos frente a las instituciones reguladoras y prestadoras de estos servicios públicos.

La actividad regulatoria tiene así una gran responsabilidad social, política, empresarial, ambiental y las señales emitidas sin lugar a dudas tienen repercusiones favorables o desfavorables en la actividad del sector. Específicamente el Estado ejerce las funciones de planeación sectorial por medio de los Ministerios de Ambiente y Desarrollo Sostenible, de Vivienda, Ciudad y Territorio y del Departamento Nacional de Planeación; de normación y regulación a través de la Comisión de Regulación de Agua y Saneamiento

Básico CRA y, de control y fiscalización en la Superintendencia de Servicios Públicos SSP. Por su parte, la prestación de los servicios está a cargo de las Empresas Prestadoras, las que tienen diversas formas de organización y régimen de propiedad. Unas son estatales, otras están a cargo de los municipios, y otras están concesionadas a privados.

Es así como la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA) se constituye en la entidad pública encargada de regular los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo en Colombia. Su objetivo principal es crear y preservar condiciones para asegurar la prestación de servicios sanitarios. Dentro sus funciones está la de establecer criterios para otorgar subsidios a los usuarios de escasos recursos y aplicar metodologías para fijar las tarifas.

4.2 Tarifas y legislación tarifaria

De acuerdo con el IDE, Instituto de Desarrollo Económico del Banco Mundial, en su Guía No. 8 Análisis Tarifario, la tarifa de un bien o servicio es su precio; aunque los términos tienden a ser intercambiables, habitualmente el término precio hace referencia al valor de un bien y el de tarifa a lo que se cobra por un servicio.

Retomando la definición expresada por el IDE, la tarifa es la cantidad de dinero que los consumidores deben pagar por un determinado recurso. El precio de un recurso afecta: la cantidad que de él se consume (la demanda), los ingresos que recibirá su proveedor, los ingresos del consumidor y la medida en que se puede subvencionar a este último.

El IDE al ahondar en el tema del servicio de agua potable e ilustrar cómo se fijan las tarifas, menciona los elementos que conforman el análisis; el primero en mencionar es la eficiencia, o el cálculo y cobro de una tarifa que asegure que los usuarios paguen exactamente lo que cuesta suministrarles agua. Al cobrar tarifas basadas en los costos la decisión de si los beneficios derivados del agua valen más que los costos del abastecimiento se deja en manos del usuario.

En segundo lugar, mencionan el efecto de equidad social que las tarifas podrían tener; toda vez que la estructura tarifaria en el servicio de agua potable entraña una redistribución del ingreso de unos usuarios a otros.

Un tercer aspecto de la tarifa es la autonomía financiera que se deriva de las rentas generadas. La renta tarifaria permite que la empresa que provee el servicio público aspire a una autonomía financiera parcial o total.

Por su parte, según lo reportado en (Cálculo y fijación de tarifas de agua potable y alcantarillado sanitario en 4 países miembros de ADERASA, 2003), las fórmulas tarifarias deben ser el reflejo del nivel y la estructura de los costos económicos de la prestación, incluyendo la reposición, el mantenimiento y la remuneración al patrimonio. Las mismas tienen por lo general una vigencia de cinco años y se ajustan periódicamente por la variación del índice de precios al consumidor.

Primeramente, se determinan los costos de referencia como costos reales en la prestación del servicio y a partir de este se aplican los subsidios y contribuciones ó sobrepagos, regulación que está contenida en la Ley 142 de 1994.

Según la Ley 142, el régimen tarifario está orientado por los criterios de eficiencia económica, neutralidad, solidaridad, redistribución, suficiencia financiera, simplicidad y transparencia.

La misma Ley establece de manera general, como elementos de las fórmulas tarifarias: Un cargo variable por unidad de consumo que refleje los costos económicos, y que varía según el nivel de consumo y un cargo fijo que refleje los costos económicos involucrados en garantizar la disponibilidad permanente del servicio, independiente del nivel de consumo.

4.2.1 Los costos económicos del agua suministrada

Para establecer una tarifa razonable, primero hay que comprender los costos que entraña el abastecimiento de agua a la población, es decir, según lo expresado por (Instituto de Desarrollo Económico del Banco Mundial IDE), el costo económico del agua suministrada.

Al respecto esta publicación señala que cuando se construye una red de abastecimiento de agua y esta comienza a abastecer a una comunidad se incurre en diversos costos económicos. Primero, los costos del agua propiamente dicha. Estos costos podrían incluir los correspondientes a la adquisición de los derechos para extraer el agua, lo cual es importante debido a la creciente escasez de este recurso.

En segundo lugar existen costos económicos de inversión indispensables para construir los sistemas de producción y distribución, incluidas las conexiones domiciliarias. Para construir el sistema de abastecimiento de agua se utilizan diversos tipos de recursos escasos, como la tierra, la mano de obra y el capital.

También hay costos de operación y mantenimiento requeridos para que el sistema continúe proporcionando agua potable de una manera confiable y por tiempo indefinido. Lo rubros comunes en este caso son los costos de la mano de obra y la energía. La suma de todos estos costos es el **costo total**.

Tal como lo expresa la citada publicación, los costos totales pueden representarse gráficamente, de forma tal que en el eje vertical se mide el costo total y en el horizontal la producción en metros cúbicos. El primer metro cúbico producido requiere costos altísimos que corresponden a la construcción de todo el sistema.

A partir de entonces, el costo total solo aumenta, lentamente, al incrementarse la producción. La tasa de aumento depende de los costos de operación por cada metro cúbico adicional abastecido.

A medida que el nivel de producción se aproxima a la capacidad del sistema, los costos comienzan a elevarse con más rapidez. Ello se debe a que las averías son más frecuentes y los costos de operación van en aumento cuando el sistema se utiliza a un nivel que se aproxima al de su capacidad máxima.

El segundo tipo de costo que contempla la literatura es el **costo medio**. El costo medio se determina dividiendo el costo total por la producción. Por ello los costos medios

declinan rápidamente al aumentar el volumen de producción. No obstante, a la larga los costos medios se elevarán cuando la producción pase del nivel óptimo.

De acuerdo con (Instituto de Desarrollo Económico del Banco Mundial IDE), la curva del costo medio para el servicio de agua potable puede representarse en forma gráfica. En dicha gráfica, el eje vertical mide los costos por metro cúbico y el horizontal el nivel de producción en metros cúbicos. El costo medio normalmente comienza a un nivel muy alto y luego declina rápidamente; finalmente llega a un valor mínimo que corresponde a un nivel de producción óptimo y, a partir de entonces se eleva a medida que la producción se aproxima a los límites de la capacidad de producción.

Por último, el otro tipo de costo que se involucra en el análisis tarifario es el **costo marginal**. Según la literatura, además de la citada publicación, el costo marginal es el costo adicional necesario para aumentar la producción en una unidad, en el caso del servicio de agua potable, para aumentarla en un metro cúbico.

El costo marginal puede calcularse a partir de los costos totales en cada nivel de producción; así, en el ejemplo citado por (Instituto de Desarrollo Económico del Banco Mundial IDE), el primer metro cúbico producido cuesta \$1.000.000, que equivale también al costo marginal a este nivel de producción.

Para aumentar la producción de uno a dos metros cúbicos, los costos totales tendrían que aumentar en \$1, que es entonces el costo marginal.

Según lo expresado por (Luis Diego Vélez Gómez, 2009) el costo marginal o también llamado costo incremental, es el costo adicional que resulta de decidir un cambio en el nivel de actividad u operación; en tal caso es el cambio en los costos totales ante una decisión que puede ser: un cambio en el nivel de operación o la entrada de una nueva inversión.

El costo marginal se calcula como: el incremento o la magnitud del cambio en el costo total dividido el incremento o la magnitud del cambio en la cantidad producida ($Cmg = \Delta CT / \Delta Q$).

El costo marginal también puede representarse gráficamente, de tal forma que la cantidad producida se cuantifica en el eje horizontal, los costos en $\$/m^3$ se cuantifican en el eje vertical; y se muestra el costo marginal por cada nivel de producción. Lo normal es que comience a un nivel alto, descienda en forma pronunciada y luego empiece a ascender.

Tal como lo expresa (Instituto de Desarrollo Económico del Banco Mundial IDE), a la larga los costos marginales comienzan a aumentar a medida que el sistema de producción se aproxima y finalmente sobrepasa su nivel óptimo de capacidad. Al seguir aumentando los niveles de producción, los costos marginales se incrementarán rápidamente. Finalmente, al forzarse una mayor producción con la capacidad existente se producirán fallas en el sistema, y será más económico invertir en una red adicional.

Finalmente, en el mismo diagrama se puede apreciar la interrelación entre los costos medios y los marginales. Según lo expresado por (Instituto de Desarrollo Económico del Banco Mundial IDE), la curva del costo marginal intercepta la curva del costo medio en el punto en el cual los costos medios están a su nivel mínimo.

4.2.2 Las tarifas del servicio público de agua y la demanda

Como lo ha expresado siempre la literatura el mercado utiliza los precios de los bienes o servicios como señales para la toma de decisiones de adquisición por los consumidores. Existe así una relación de la cantidad demandada de un bien con su precio. El precio por lo tanto es una variable fundamental para el estudio de la demanda y para ello suelen aislarla del resto variables de la función de demanda (el ingreso de los consumidores, el precio de los bienes relacionados y las preferencias).

Para explicar la relación que mantiene la demanda del agua con su precio, la publicación de (Instituto de Desarrollo Económico del Banco Mundial IDE) explica que los beneficios del consumo de agua se pueden representar con una curva de demanda (en la curva de demanda el eje vertical cuantifica el precio y el horizontal la cantidad demandada en cada nivel de precio). Según el citado documento, la curva demuestra que el precio que pagarán los consumidores por el agua guarda estrecha relación con los beneficios que perciben de ella.

Así, si el usuario carece de agua, la necesidad que tendrá de ella para sobrevivir será crítica y estará dispuesto a pagar un precio elevado por considerar que los beneficios que derivará del agua son sustanciales. Puede ser que el usuario quiera contar con agua adicional para preparar sus alimentos; este uso es importante, pero menos crítico; en consecuencia, el consumidor estará dispuesto a pagar menos por esta cantidad adicional de agua.

De la misma forma, según (Instituto de Desarrollo Económico del Banco Mundial IDE), el usuario estará dispuesto a pagar precios aún menores por el agua adicional que necesite para su higiene y pagaría aún menos por el agua para los usos no críticos como las actividades de esparcimiento.

Lo anteriormente expuesto es soportado por la Ley de la Utilidad Marginal Decreciente, la cual determina la relación que mantiene la demanda de un bien con su precio y que afirma que la satisfacción que obtiene un consumidor al incrementar sucesivamente las unidades que consume de un bien es cada vez menor. Este enunciado puede interpretarse también en términos de valor: el consumidor otorga un valor (medida de su utilidad) cada vez menor a las unidades adicionales de un bien. (Medina & Morales, 2008).

De la ley se deduce que el precio que está dispuesto a pagar el consumidor por unidades adicionales del bien, es también decreciente. Por las primeras unidades del bien está dispuesto a pagar precios altos, correspondientes a un grado de satisfacción alto; pero cuanto más cantidad tiene del bien, menor es el grado de utilidad que le aporta, por lo que el precio que está dispuesto a pagar es menor cada vez.

Se obtiene de esta forma la Ley de la Demanda Decreciente, que asegura una relación inversa entre la cantidad demandada de un bien y su precio: a menor precio mayor demanda y a mayor precio menor demanda.

Finalmente, de acuerdo a lo reportado por (Instituto de Desarrollo Económico del Banco Mundial IDE), la configuración de la curva de demanda de cada usuario se expresa mediante la elasticidad-precio de la demanda. La elasticidad-precio es el cambio porcentual del consumo que corresponde a un cambio porcentual del precio. Según el

citado documento, muchos estudios han calculado que la elasticidad-precio de la demanda para el caso del servicio público de agua es en promedio del orden de -0,3. Lo que implica que para un aumento de tarifas del 100%, el consumo per cápita disminuirá en un 30% en el corto plazo.

Respecto a los usuarios de altos ingresos, los citados estudios han mostrado elasticidades de hasta -0,6, hecho que es congruente con la curva de demanda más gradual de tales usuarios; teniendo presente que estos usuarios consumen agua más allá de cubrir sus necesidades básicas absolutas.

Respecto a los usuarios de bajos ingresos, según (Instituto de Desarrollo Económico del Banco Mundial IDE), los estudios han mostrado elasticidades que se acercan a cero, lo cual indicaría una curva de demanda casi vertical en la cual los usuarios estarían consumiendo a un nivel casi igual al de sus necesidades básicas absolutas.

Otra aproximación reconocida para el caso colombiano es la que reportan (Medina & Morales, 2008) basados en el trabajo en el cual se estima una función de demanda de acueducto para la ciudad de Medellín. En este trabajo se utiliza un modelo dinámico de ajuste parcial, para obtener elasticidades de corto plazo entre -0,16 y -0,30.

4.3 Metodología, criterios y fórmulas para el cálculo de costos y tarifas.

La Ley 142 de 1994, conocida como Ley de Servicios Públicos Domiciliarios, determinó que las entidades prestadoras de los servicios públicos de acueducto y alcantarillado deben calcular los costos y definir las tarifas aplicando los siguientes criterios orientadores:

Eficiencia Económica: El régimen de tarifas pretende que éstas se aproximen a lo que serían los precios de un mercado competitivo; esto es, que las fórmulas tarifarias deben tener en cuenta no solo los costos sino los aumentos de productividad esperados, y que éstos últimos deben distribuirse entre la empresa y los usuarios, tal como ocurriría en un mercado competitivo; y que las fórmulas tarifarias no pueden trasladar a los usuarios los costos de una gestión ineficiente. Para los servicios públicos sujetos a fórmulas tarifarias, las tarifas deben reflejar siempre tanto el nivel y la estructura de los costos económicos de prestar el servicio, como la demanda por éste.

Solidaridad y redistribución: Al poner en práctica el régimen tarifario se adoptan medidas con el fin de asignar recursos a "fondos de solidaridad y redistribución", para que los usuarios de los estratos socioeconómicos altos y los usuarios comerciales e industriales, ayuden a los usuarios de estratos socioeconómicos bajos a pagar las tarifas de los consumos que cubran sus necesidades básicas.

Suficiencia financiera: Las tarifas deben garantizar la recuperación de los gastos de administración y de los costos de operación, mantenimiento, incluyendo la expansión, la reposición y la rehabilitación; deben permitir remunerar el patrimonio de los accionistas en la misma forma en la que lo habría remunerado una empresa eficiente en un sector de riesgo comparable; el sistema tarifario debe permitir además utilizar las tecnologías y acciones administrativas que garanticen calidad, continuidad y seguridad a sus usuarios.

Transparencia: El régimen tarifario debe ser explícito y completamente público para todas las partes involucradas en el servicio, y para los usuarios.

Los criterios de eficiencia y suficiencia financiera tienen prioridad en la definición del régimen tarifario.

En desarrollo de la Ley 142 de 1994, la CRA define la metodología tarifaria, el régimen tarifario y de costos aplicable a entidades prestadoras de los servicios de acueducto y alcantarillado en todo el país, mediante las resoluciones 688 de 2014 modificada y adicionada por la Resolución 735 de 2015 para grandes prestadores (con más de 5.000 suscriptores), y 287 de 2004 para aquellas personas prestadoras con menos de 5.000 suscriptores en el área urbana, así como los prestadores de dichos servicios en el área rural.

La metodología tarifaria busca regular el cálculo de los costos de prestación de los servicios de acueducto y alcantarillado. La metodología regulatoria se basa en una libertad regulada y en el punto de equilibrio para las partes que está referenciado por la tasa de retorno del capital invertido, determinando así un precio real para la prestación del servicio, incluidos los subsidios y la remuneración a los factores. (Cálculo y fijación de tarifas de agua potable y alcantarillado sanitario en 4 países miembros de ADERASA, 2003).

4.3.1 Metodología Tarifaria

La metodología tarifaria se basa en el cálculo de los costos medios asociados con la prestación del servicio, es decir los costos medios de inversión, operación, tasas ambientales y administración que garanticen la sostenibilidad del sistema. Se caracteriza por su flexibilidad, lo cual quiere decir que permite determinar los costos y tarifas en función del nivel y calidad del servicio existente o deseado (por ejemplo las inversiones relacionadas con el aumento de cobertura, micromedición, calidad del agua tratada, etc.). (USAID, Ministerio de Ambiente, 2005)

Según lo publicado en (USAID, Ministerio de Ambiente, 2005), el costo de un servicio como el de agua potable o el de alcantarillado es la suma de todas las erogaciones necesarias para suministrar el servicio al usuario, en tanto que la tarifa es el precio que el usuario paga por el servicio. La diferencia (la resta) entre el costo y la tarifa es el subsidio. Dicho de otra manera el costo se recupera con la suma de la tarifa más el subsidio.

Las tarifas que son aplicables a los usuarios del servicio público domiciliario de acueducto y alcantarillado utilizan la misma base metodológica para su cálculo. De acuerdo a lo expresado en el documento (Cálculo y fijación de tarifas de agua potable y alcantarillado sanitario en 4 países miembros de ADERASA, 2003), los elementos que se consideran en la fórmula tarifaria son: el cargo fijo y el cargo variable que depende de la cantidad consumida en una unidad de tiempo, usualmente en un mes. El cargo variable tiene 3 franjas de consumo: Consumo Básico, Consumo Complementario y Consumo Suntuario, definidas por la CRA con el fin de calcular las tarifas de una manera equitativa permitiendo que los subsidios sean recibidos solo para Consumo Básico.

Es así como el valor de las tarifas que se cobran a los usuarios son el resultado de los costos en que incurren las empresas para prestar estos servicios: administración,

operación, mantenimiento, inversión y tasas ambientales. La tarifa entonces estará constituida por cuatro elementos: cargo fijo, cargo por consumo, subsidios y contribuciones.

El cargo fijo, que se calcula con base en los gastos de administración de la empresa prestadora y se divide entre el número de suscriptores.

El cargo por consumo, el cual se mide en metros cúbicos (m³) consumidos por cada suscriptor. En este valor están representados los costos de operación, inversiones y las tasas ambientales. Para llegar al cálculo de las tarifas, se determinan los costos de referencia como costos reales en la prestación del servicio y a partir de este se aplican los subsidios y contribuciones o sobreprecios.

En Colombia la tarifa generada solo a partir del costo de referencia, sin modificaciones (no aplica ningún tipo de subsidio ni de sobreprecio), es aplicable al servicio prestado para uso residencial correspondiente al estrato socioeconómico 4 (clase media). La clasificación socioeconómica tiene 6 niveles, siendo 1 el estrato más bajo (denominado bajo-bajo).

La nueva y actual metodología que debe ser aplicada por las empresas que atiendan más de 5.000 suscriptores en el área urbana del país; y que representa cerca del 85% de la población colombiana, se expidió mediante la Resolución CRA 688 de 2014, modificada, adicionada y aclarada mediante la Resolución CRA 735 de 2015. Las tarifas producto de su aplicación entraron a regir a partir de los consumos del 1 de julio de 2016, se facturan de forma vencida y tienen una vigencia de cinco años. Vencido ese período, las tarifas continuarán rigiendo mientras la CRA no expida un nuevo marco.

El nuevo marco para los servicios de acueducto y alcantarillado tiene en cuenta los Objetivos de Desarrollo del Milenio y las estrategias planteadas en el documento "Visión Colombia II Centenario: 2019", así como las demás políticas públicas nacionales del sector. En su formulación y aprobación participaron delegados de diferentes entidades que componen esta Comisión, como lo son el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, el Ministerio de Salud y Protección Social, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el Departamento Nacional de Planeación y la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. Por su parte el marco tarifario para los servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado aplicable a pequeños prestadores (con menos de 5.000 suscriptores y quienes prestan el servicio en el área rural) se encuentra en la Resolución CRA 287 de 2004.

En la metodología tarifaria²⁴ para el cálculo de los costos de prestación del servicio público de acueducto establecida en la Resolución CRA 688 de 2014, que se extracta a continuación, se llama suscriptor a cada uno de los inmuebles conectados a la red del servicio público de acueducto y alcantarillado. En un suscriptor pueden encontrarse varios usuarios de dichos servicios.

²⁴ www.aguasdebuga.net/intranet/sites/default/files/recopilacin-de-la-resolucin-cra-688-de-2014-y-resolucin-cra-735-de-2015.pdf

4.3.1.1 Cargo Fijo.

El valor de las nuevas tarifas dependerá de los costos que asumen cada una de las empresas prestadoras de estos servicios públicos y que sirven como base para aplicar las fórmulas establecidas por la CRA. Por tanto, las tarifas son diferentes dependiendo de las particularidades de cada empresa. La CRA no fija las tarifas sino que establece las metodologías para calcularlas de acuerdo con los costos de cada empresa prestadora.

El cargo fijo de los servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado se determina con base en el Costo Medio de Administración, según lo establecido en el ARTÍCULO 22 de la Resolución CRA 688 de 2014 modificada y adicionada por la Resolución CRA 735 de 2015. Al cargo fijo, en concordancia con las metas de servicio y de eficiencia establecidos en las citadas resoluciones, se asocian además los descuentos por reclamación comercial.

$$CMA = \frac{\sum_{i=1}^5 CAT_i}{\sum_{i=1}^5 N_i}$$

CMA: Costo Medio de Administración

CAT_i: Costos administrativos totales en el año *i*, según lo definido en el Artículo 23 de la citada resolución

N_i: Número de suscriptores facturados promedio del año *i*, según Artículo 10 de la citada resolución

i: Cada uno de los cinco (5) años del presente marco tarifario, valor entre 1 y 5.

Según lo establecido en las citadas resoluciones, a partir del año seis (6), y mientras la CRA no fije una nueva fórmula tarifaria, se aplica la siguiente fórmula con base en los valores proyectados para el año cinco (5):

$$CMA = \frac{CAT_5}{N_5}$$

CMA: Costo Medio de Administración

CAT₅: Costos administrativos totales en el año 5, según lo definido en el Artículo 23

N₅: Número de suscriptores facturados promedio del año 5

Los artículos 27 y 28 de la Resolución CRA 688 de 2014 adicionada y modificada por la Resolución CRA 735 de 2015, señalan los criterios para calcular los costos administrativos asociados a la prestación del servicio público domiciliario de acueducto, un resumen de ellos se lista a continuación:

- a) Todos los **gastos de personal que realice labores administrativas.**
- b) Todos los **gastos relacionados con contribuciones imputadas y efectivas.**
Excepto gastos relacionados con pensiones de jubilación, indemnizaciones

sustitutas, amortización de cálculo actuarial y amortización y cuotas parte de bonos pensionales.

- c) **Gastos de aportes a parafiscales** de todo el personal que realiza labores administrativas.
- d) **Gastos generales relacionados con el funcionamiento.**
- e) **Amortizaciones administrativas** tales como licencias, software y servidumbres.
- f) **Gastos comerciales** como toma de lecturas, entrega de facturas, entre otras.
- g) **Remuneración de los activos administrativos.** Su cálculo contempla la depreciación anual de los activos administrativos de propiedad (edificaciones, muebles, maquinaria y equipos de oficina, de comunicación y cómputo, y de transporte, así como de los bienes para uso administrativo, adquiridos en leasing financiero); contempla además un factor de recuperación del capital (explícito en el Artículo 27).
- h) **Impuestos, contribuciones y tasas.** Se proyecta el costo de impuestos, contribuciones y tasas para cinco (5) años, en el área de prestación de servicio de cada uno de los municipios que atiende. Se incluyen únicamente los impuestos administrativos como las cuotas de fiscalización y auditaje, las contribuciones a las entidades de regulación y control, las tasas que no correspondan a tasas pagadas a las autoridades ambientales, registro, notariales, el impuesto a las ventas (IVA), el impuesto al patrimonio y el impuesto de timbre.

4.3.1.2 Cargo por Consumo o Cargo Variable.

Según lo establecido en el Artículo 82 de la Resolución CRA 688 de 2014 modificada y adicionada por la Resolución CRA 735 de 2015, el cargo para todos los rangos o franjas de consumo se divide en tres componentes: el Costo Medio de Operación (CMO), el Costo Medio de Inversión (CMI) y el Costo Medio de Tasas Ambientales (CMT). Al cargo por consumo, de acuerdo a las metas de servicio y de eficiencia establecidas en la citada resolución, se asocian además los descuentos por calidad del agua y continuidad del servicio.

$$CC = CMO + CMI + CMT$$

CC: Cargo por consumo para el servicio público domiciliario de acueducto

CMO: Costo Medio de Operación, establecido en el Artículo 29 de la citada resolución

CMI: Costo Medio de Inversión, establecido en el Artículo 43 de la citada resolución

CMT: Costo Medio generado por Tasas Ambientales para el servicio público domiciliario de acueducto, establecido en el Artículo 54 de la citada resolución.

Así:

CMO: Costo Medio de Operación (\$/m³)

$$CMO = \frac{\sum_{i=1}^5 COT_i}{\sum_{i=1}^5 CCP_i}$$

COT_i : Costos operativos totales del año i (\$), según lo definido en el Artículo 30 de la citada resolución

CCP_i : Consumo corregido por pérdidas en el año i ($m^3/año$), según lo definido en el Artículo 19 de la citada resolución

i : Cada uno de los cinco (5) años del presente marco tarifario, valor entre 1 y 5.

Los artículos 34 al 36 de la Resolución CRA 688 de 2014 adicionada y modificada por la Resolución CRA 735 de 2015, señalan los criterios para calcular los costos operativos asociados a la prestación del servicio público domiciliario de acueducto, un resumen se lista a continuación:

- a) Sueldos y salarios del personal que realiza labores operativas y todos los costos relacionados con los aportes legales a seguridad social, prestaciones sociales y aportes a parafiscales. No se incluyen costos relacionados con pensiones de jubilación, indemnizaciones sustitutas, amortización de cálculo actuarial, y amortización y cuotas parte de bonos pensionales.
- b) Costos generales relacionados con el funcionamiento y con la prestación del servicio.
- c) Sólo se incluyen los costos relacionados con los pagos por contribuciones a Comités de Estratificación.
- d) Deben incluirse los costos de insumos directos, excluyendo los costos de productos químicos y energía eléctrica.
- e) Deben incluirse los costos por mantenimientos y reparaciones de maquinaria y equipo afecto a la prestación del servicio.
- f) Costos por contratos operativos que realice para desarrollar actividades operativas como avalúos, asesoría técnica, diseños y estudios, entre otros.
- g) Costos generales de operación relacionados con la prestación del servicio, como materiales y servicios públicos, excluyendo el costo del servicio público de energía eléctrica.
- h) Costos de los seguros requeridos para garantizar la operación, como cumplimiento, corriente débil, incendio, terremoto, sustracción y hurto, flota y equipo de transporte, responsabilidad civil y extracontractual, terrorismo.
- i) Costos de órdenes y contratos de aseo, vigilancia, seguridad, suministros y servicios informáticos, servicios de instalación y desinstalación, administración de infraestructura informática, etc.
- j) Deben incluirse las amortizaciones de propiedades, planta y equipo, como las de vías de comunicación y acceso internas.
- k) Remuneración de los activos operativos de propiedad; su cálculo contempla la depreciación anual de los activos operativos como edificaciones, muebles, enseres y equipo de oficina, equipo de comunicación y cómputo, equipos de transporte, tracción y elevación, etc, y bienes adquiridos en leasing financiero. Se excluyen las depreciaciones de los activos que se encuentren incluidos en el CMA (Costo Medio de Administración) o en el CMI (Costo Medio de Inversión). Contempla además el factor de recuperación del capital explícito en el Artículo 34.
- l) Costos de arrendamiento de los activos operativos como terrenos, construcciones y edificaciones, maquinaria y equipo, equipo de oficina, de cómputo y comunicación, equipo científico, flota y equipo de transporte.

Por su parte, el Artículo 35 de la citada resolución, hace referencia a los costos operativos particulares: el **Costo de energía eléctrica consumida en procesos operativos** del año i y el **Costo de insumos químicos para potabilización** del año i .

Finalmente, el Artículo 36 permite obtener el el Costo de energía eléctrica consumida en procesos operativos del año i , a partir del Costo de energía eléctrica asociado al proceso de **producción** del año i y del Costo de energía eléctrica asociado al proceso de **distribución** del año i .

CMI: Costo Medio de Inversión ($\$/m^3$)

$$CMI = \frac{VP(CI_i)}{VP(CCP_i)}$$

CI_i : Costo de inversión del año i (\$), definido en el Artículo 44 de la citada resolución.

CCP_i : Consumo corregido por pérdidas del año i (m^3), según lo definido en el Artículo 19 de la citada resolución.

VP(): Implica la aplicación de la función de valor presente, descontando los valores incluidos en el período de análisis, utilizando para ello la tasa de descuento (r) definida en el Artículo 20 de la citada resolución:

$$VP() = \sum_{i=1}^n \frac{(\quad)}{(1+r)^i}$$

La anterior expresión es tomada textualmente de la Resolución CRA 688 de 2014, Artículo 43, 35p.

i : Es cada uno de los años que hacen parte del período de análisis.

Por su parte, el Costo de Inversión CI_i definido en el Artículo 44 de la citada resolución hace referencia a:

$$CI_i = (d_i) + (r * BCR_{i-1})$$

d_i : Depreciación del año i (\$), calculada según lo definido en el Artículo 48 de la citada resolución

r : Tasa de descuento según lo establecido en el Artículo 20 de la citada resolución.

BCR_{i-1} : Base de capital regulada del año anterior (\$), definida en el Artículo 45 de la citada resolución.

Es importante tener en cuenta que la remuneración de los activos relacionados con la prestación de los servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado se realiza únicamente a través de su inclusión en la **BCR**. Los activos e inversiones que conforman la **BCR** para los servicios públicos domiciliarios de acueducto se clasifican de acuerdo con los grupos de la tabla 5 que se presenta en la siguiente página y les corresponde la vida útil que tiene asignado dicho grupo de activos.

Tabla 5. Activos e inversiones servicio público domiciliario de Acueducto

ACUEDUCTO			
SUBSISTEMA	ACTIVIDAD	ACTIVO	VIDA ÚTIL (años)
Producción de agua potable	Captación	Embalses	58
		Bocatoma Subterránea	23
		Bocatoma Superficial	33
		Estación de bombeo	23
		Macromedición	23
		Trasvases	40
		Presas	55
		Torres de captación	55
	Aducción	Tubería flujo libre o presión	30
		Túneles, viaductos, anclaje	51
		Canales abiertos-cerrados	35
		Cámara rompe presión	35
		Tanque de almacenamiento	35
	Pretratamiento	Desarenador, presedimentador	45
		Aireador	30
		Separador grasa-aceite	40
		Precloración	30
	Tratamiento	Plantas	40
		Tanques cloro y almacenamiento	40
		Laboratorio	30
Manejo de lodos y vertimiento		35	
Estación de bombeo		25	
Tanques de quietamiento		45	
Bodega de insumos químicos		35	
Taller		35	
Tuberías y accesorios		45	
Transporte de agua potable	Conducción	Estación bombeo	25
		Centro control acueducto	35
		Tubería y accesorios	45
Distribución de agua potable	Distribución	Tanques Compensación, Almacenamiento, Distribución	45
		Tuberías y accesorios	45
		Estación de bombeo	25
		Estación de recloración	25
		Punto muestreo	15
		Macromedición	23
		Estación reductora de presión	35
		Laboratorio medidores	35
Laboratorio calidad aguas	30		

Fuente: Resolución CRA 688 de 2014, modificada por Resolución CRA 735 de 2015

CMT: Costo Medio generado por Tasas Ambientales, establecido en el Artículo 54 de la citada Resolución:

El costo medio generado por tasas ambientales para el servicio público domiciliario de acueducto en el APS (área de prestación del servicio) de cada uno de los municipios que atiende la persona prestadora, se define con referencia a la tasa por utilización del agua establecida por la autoridad ambiental, con la siguiente fórmula:

$$CMT_i = \frac{MP_{i,t}}{CCP_i}$$

CMT_i: Costo medio generado por tasas ambientales en el período i (\$/m³).

MP_{i,t}: Monto a pagar en el período i por tasas ambientales de acuerdo con la normativa vigente (\$).

CCP_i : Consumo corregido por pérdidas en el período i , definido en el Artículo 19 de la citada resolución (m^3)

i : Período de facturación de tasas ambientales de acuerdo con la normatividad vigente.

Según la Resolución CRA 688 de 2014, modificada por la Resolución CRA 735 de 2015, en caso que la persona prestadora utilice varias cuencas o unidades hidrológicas como fuentes de abastecimiento (k), para prestar el servicio público domiciliario de acueducto, el MP_t corresponderá a la suma del valor a pagar por tasas ambientales de cada una de las fuentes, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$CMT_i = \frac{\sum_k MP_{i,t}^k}{CCP_i}$$

La cita resolución establece además que el valor del $MP_{i,t}$ corresponde al valor de la última vigencia cobrada por la autoridad ambiental y no se puede incluir en las tarifas el cobro de más de una vigencia.

4.3.1.3 Descuentos

Como dato importante, la comisión indicó que por el incumplimiento de las metas en calidad del servicio o de reclamos comerciales los usuarios verán descuentos en sus tarifas.

El Artículo 95 del Resolución CRA 688 de 2014, establece el descuento total aplicable al suscriptor del servicio. El descuento total se define como la suma de los descuentos definidos en los capítulos I, II y III, que deben ser considerados por separado en la factura al suscriptor. El cálculo del descuento total se realiza con la siguiente fórmula:

$$DTotal_s = DICAP + DICON + DIQR$$

$DICAP$: Descuento aplicable al suscriptor asociado a la calidad del agua

$DICON$: Descuento aplicable al suscriptor afectado por la continuidad del servicio

$DIQR$: Descuento aplicable al suscriptor asociado a los reclamos comerciales

El descuento total debe reflejarse en la factura como un menor valor por incumplimiento de las metas de calidad del servicio. El valor total del descuento se resta del valor total de la factura, después de haber aplicado los subsidios y contribuciones a que haya lugar.

4.3.2 Metas para estándares de servicio en Cobertura y Eficiencia contempladas en las tarifas

El Artículo 9 de la Resolución 688 de 2014 hace referencia a la determinación de las metas para los estándares de servicio en cuanto a cobertura (también continuidad, calidad y reclamos comerciales) y para los estándares de eficiencia, y establece que para efectos de calcular las proyecciones que permiten determinar los costos de prestación, las

personas prestadoras deben establecer metas anuales para reducir la diferencia entre el valor del año base y el respectivo estándar de servicio, dentro de su APS.

Con el fin de precisar metas de aumento de cobertura en el servicio público de acueducto y alcantarillado en los municipios de Colombia, la CRA a través de la citada resolución establece el Plan de Cobertura, conformado por el conjunto de metas de cobertura del servicio en el APS –área de prestación del servicio, alcanzado por el grupo de proyectos definidos en el POIR para la dimensión de cobertura (Plan de Obras e Inversiones Regulado – POIR).

Para el cálculo de las metas de nuevos suscriptores residenciales por facturar del año proyectado, la persona prestadora debe elaborar un plan anual de incorporación de suscriptores para su APS. En este plan, identifica, tanto las viviendas sin servicio, como aquellas que cuentan con conexión pero que no son facturadas y estima los crecimientos vegetativos de la población. La persona prestadora debe verificar que la sumatoria de las metas anuales de nuevos suscriptores corresponda a la totalidad de la meta para alcanzar el 100% de cobertura.

Para la proyección de los años siguientes al año en que la persona prestadora alcanza su meta de cobertura, se toma como meta anual de suscriptores únicamente el crecimiento vegetativo. Con base en la identificación de viviendas sin servicio y el crecimiento vegetativo se establecerá el POIR y los programas necesarios para la incorporación de suscriptores que permitan dar cobertura universal sobre su APS.

Cada uno de los proyectos incluidos en el POIR debe tener un objetivo claro y preciso que pueda ser objeto de medición y seguimiento a través del cumplimiento de metas anuales proyectadas por la persona prestadora, las cuales estarán asociadas a una o más de una de las siguientes dimensiones del servicio: Cobertura, Calidad del agua potable y las aguas residuales, y Continuidad del servicio. La persona prestadora debe tener en cuenta en la definición de cada uno de los proyectos incluidos en el POIR los componentes técnicos, de gestión ambiental y gestión de riesgos. El seguimiento al cumplimiento de las metas definidas para cada uno de los proyectos incluidos en el POIR, se realizará a través de indicadores de gestión anual, definidos de conformidad con el ARTÍCULO 53 de la citada resolución. Resolución CRA 688 de 2014.

De otro lado, con el objeto alcanzar el estándar de eficiencia, la CRA a través de su Resolución 688 de 2014 establece el Plan de Reducción de Pérdidas como un conjunto de actividades programadas, por parte de las personas prestadoras del servicio público domiciliario de acueducto, para la reducción de las pérdidas técnicas y comerciales.

Así mismo, con el fin de alcanzar el estándar de eficiencia financiera, el Artículo 9 de la citada resolución hace referencia a los costos y a los estándares de eficiencia así:

- Costos Administrativos (\$/suscriptor/mes): el estándar de eficiencia (meta) es alcanzar el valor de referencia establecido en el Artículo 26 de la citada resolución.
- Costos Operativos (\$/suscriptor/mes): el estándar de eficiencia (meta) es alcanzar el valor de referencia establecido en el Artículo 33 de la citada resolución.
- Costos Operativos Particulares (\$/m³): para los Costos particulares el estándar de eficiencia (meta) es mantener los actuales o reducirlos.

Las metas establecidas en el presente artículo tienen un carácter integral con la tarifa y hacen parte de los indicadores para evaluar la gestión y resultados de las personas prestadoras, así mismo para clasificarlas de acuerdo con el nivel de riesgo. Resolución CRA 688 de 2014.

Es importante resaltar que la CRA, al referirse al estándar de eficiencia financiera, deja a las personas prestadoras la forma y criterios para alcanzar los valores de referencia establecidos para los diferentes costos. La normatividad vigente no contempla ni la regionalización del servicio ni las economías de escala como un medio para llegar a dichos estándares.

4.3.3 Subsidios, contribuciones y tarifas

El artículo 367 de la Constitución indica que el régimen tarifario aplicable a la prestación de los servicios públicos domiciliarios, debe tener en cuenta, además de los costos derivados de su prestación, los criterios de solidaridad y de redistribución de los ingresos.

Según la Ley 142 de 1994, artículo 87 (87.3), por solidaridad y redistribución se entiende que al poner en práctica el régimen tarifario se adoptarán medidas para asignar recursos a “fondos de solidaridad y redistribución”.

La administración municipal es quien determina los subsidios a los servicios de acueducto y alcantarillado hasta por 70% para el estrato 1, 40% en el estrato 2 y 15% en el estrato 3. Estos valores se descuentan del cargo fijo y del consumo básico en cada estrato.

A su vez, las contribuciones constituyen un cobro aplicado a estratos 5 y 6, así como a suscriptores comerciales e industriales, para ayudar a los subsidios de los estratos 1, 2 y 3. En Colombia se aplica sobre el consumo total en 60% para estrato 6, 50% para estrato 5 y comerciales y 30% industriales, como mínimo. El estrato 4 no recibe subsidios ni paga contribuciones.

El artículo 89.2 de la ley en cita, señala que los prestadores de servicios públicos deben recaudar los valores resultantes de la aplicación de los factores de sobreprecio o contribuciones, los cuales se destinarán forzosamente al pago de subsidios a favor de los beneficiarios mencionados.

En Colombia es obligación de los concejos municipales la creación de los Fondos de Solidaridad y Redistribución de Ingresos para que al presupuesto del municipio se incorporen las transferencias que a dichos fondos deberán hacer las empresas de servicios públicos, según el servicio de que se trate, de acuerdo con lo establecido en el artículo 89.2 de la citada ley. Los recursos de dichos fondos serán destinados a dar subsidios a los usuarios de estratos 1, 2 y 3, como inversión social, en los términos de la citada ley. A igual procedimiento y sistema se sujetan los fondos distritales y departamentales que deben ser creados por las autoridades correspondientes en cada caso.

Es así como el régimen tarifario incluye elementos de solidaridad y redistribución de ingresos que se manifiestan principalmente en las inversiones con recursos públicos, en empresas destinadas a atender zonas que pueden no resultar atractivas para inversionistas particulares o bien por el deber de las autoridades municipales de destinar recursos presupuestarios a subsidiar los consumos básicos de las personas de menos recursos. Para orientar los subsidios a poblaciones menos favorecidas se hace uso de las estratificaciones sociales y económicas. (Cálculo y fijación de tarifas de agua potable y alcantarillado sanitario en 4 países miembros de ADERASA, 2003).

En relación con lo que debe entenderse por subsidio, el numeral 14.29 de la Ley 142 de 1.994, define el subsidio como la “diferencia entre lo que se paga por un bien o servicio, y el costo de éste, cuando tal costo es mayor al pago que se recibe”

Con el propósito de financiar la parte de los subsidios que no está cubierto por efecto de la compensación de sobreprecios o contribuciones, la nación asume la diferencia vía presupuesto nacional, como la diferencia entre el valor económico del servicio y el cobrado realmente a estas poblaciones.

El esquema busca fortalecer el financiamiento de la inversión social, dando prioridad en la asignación de las transferencias para los sectores sociales desfavorecidos con inversión en el sector de agua potable, alcantarillado y saneamiento básico.

Este esquema de solidaridad está asegurado por el efecto de compensación de los sobreprecios o contribuciones, y el déficit se asegura institucionalmente con la creación de un Fondo de Solidaridad y Redistribución donde los aportes provienen fundamentalmente de los recursos del gobierno:

- Recursos propios municipales o departamentales
- Transferencias del Gobierno Central con destinación específica (Sistema General de Participaciones –SGP, componente Agua Potable y Saneamiento Básico)
- Sistema General de Regalías -SGR

Según lo reportado en el documento Régimen de subsidios y contribuciones aplicable a los servicios públicos domiciliarios²⁵, de la Superintendencia de Servicios Públicos, en 2016, el régimen de los servicios públicos domiciliarios establece dos formas de otorgar subsidios: - A través del cobro de las contribuciones de solidaridad, que en el caso del sector de acueducto, alcantarillado y aseo revisten el carácter de un tributo del orden territorial, mientras que para el sector de energía y gas es de carácter nacional. - Incorporando las respectivas apropiaciones en la conformación de los presupuestos de la Nación o de las entidades territoriales, con la finalidad de efectuar gasto público social para el otorgamiento de este tipo de subsidios.

Cabe precisar que la obligación de aportar recursos presupuestales por parte de la nación o de las entidades territoriales, solamente es exigible en caso de que los fondos de solidaridad y redistribución de ingresos no sean suficientes para el cumplimiento de su cometido.

²⁵ https://www.notinet.com.co/administrativo/servicios_publicos/Regimen%20de%20subsidios%20y%20contribuciones

Según el marco constitucional y legal indicado en el documento de la Superintendencia de Servicios Públicos, en 2016, los subsidios no podrán exceder el valor de los consumos básicos o de subsistencia, con ello se busca incentivar el ahorro del bien o servicio respectivo, salvo el del sector de acueducto, alcantarillado y aseo, ya que de conformidad con lo previsto en el artículo 3 del Decreto 565 de 1996, podrá ser objeto de subsidio no solo la facturación correspondiente al valor del consumo básico, sino también los costos económicos para garantizar la disponibilidad permanente del servicio (Cargo Fijo). Igualmente, los cargos por aportes de conexión domiciliaria, incluyendo la acometida y el medidor de los estratos 1, 2 y 3, en los términos del artículo 97 de la Ley 142 de 1994.

4.3.3.1 Aportes mínimos y topes máximos para las contribuciones y subsidios.

El artículo 125 de la Ley 1450 de 2011, estableció para los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo, topes mínimos de aporte solidario para el caso de las contribuciones y topes máximos para el caso de los subsidios:

Cuadro 5. Factores de Aportes Solidarios a las Tarifas de Acueducto

Estrato	Aportes mínimos (sobrepagos o contribuciones)	
	Cargo Fijo	Consumo
Estrato 5	50% del costo de la Factura	50% del costo de la Factura
Estrato 6	60% del costo de la Factura	60% del costo de la Factura
Comercial	50% del costo de la Factura	50% del costo de la Factura
Industrial	30% del costo de la Factura	30% del costo de la Factura
Estrato 1	70% del costo del suministro	70% del costo del suministro
Estrato 2	40% del costo del suministro	40% del costo del suministro
Estrato 3	15% del costo del suministro	15% del costo del suministro

Fuente: Superintendencia de Servicios Públicos, 2016

Los factores de subsidios y contribuciones aprobados por los respectivos Concejos Municipales, respetando los topes máximos y los aportes mínimos establecidos en la norma, tendrán una vigencia de cinco (5) años, no obstante que podrán ser modificados antes del término citado, siempre y cuando varíen las condiciones para garantizar el equilibrio entre subsidios y contribuciones.

4.4 Capacidad de pago, precios e ingresos

Algunos bienes o servicios públicos como los del sector de agua y saneamiento no son ofrecidos en cantidades requeridas por algunas razones. Primero, porque para el sector privado los retornos obtenidos de la prestación del servicio no cubren la inversión y costos requeridos. Segundo, algunos beneficiarios del servicio carecen de ingresos con el propósito de cancelar el valor de la factura. Tercero, no todos los agentes valoran el bien público de la misma manera (su beneficio).

La teoría de la corrección de los errores mencionada por (Amador, 2011) ha identificado como fallas de mercado un sinnúmero de comportamientos. De acuerdo con el autor en cita, este modelo muestra que cuando el mercado no genera las señales (precios) necesarias que garanticen que se produzcan las cantidades requeridas recomienda unos parámetros bajo los cuales es deseable asignar un subsidio:

- Cuando la expansión del servicio universal de ciertos bienes sociales y públicos que responden a necesidades vitales no es ofrecida por el mercado
- Si la provisión de un bien o servicio genera externalidades. Los servicios de acueducto y alcantarillado presentan externalidades positivas de carácter social y su carencia tiene un alto costo de oportunidad en términos ambientales, económicos y de salud pública.

Sin embargo, para (Amador, 2011) es crucial en el análisis responder la siguiente pregunta: **¿Cuál es el mejor mecanismo de asignar subsidios cuando por la carencia de ingreso los hogares no pueden cubrir el costo del consumo mínimo de subsistencia?** Para responder dicho interrogante, este autor reporta la existencia de cuatro mecanismos en otorgamiento de subsidios: a través del ingreso de un grupo particular, a los consumidores, a los productores y provisión directa por parte del Estado. La asignación de subsidios como instrumento de corrección de los errores del mercado se utiliza para mejorar el comportamiento de éste, el problema o de compra de un bien o servicio y su costo de producción (Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico, 2001).

Para complementar el tema en materia de subsidios, (Amador, 2011) define en términos generales las diferentes clases de subsidios utilizados en la política pública asignados a los productores y los consumidores: 1) Subsidios directos de demanda, se otorgan al usuario cuando el Estado cubre una parte del costo económico de la prestación del servicio sobre el consumo de subsistencia o se otorga mediante una asignación al ingreso del demandante. 2) Subsidios directos de origen público o presupuestal, son aquellos cuya financiación recae en el gasto público. 3) Subsidios indirectos de oferta se otorgan al productor cuando el Estado paga parte del costo de las inversiones y la infraestructura. 4) Subsidios cruzados permiten gravar a un sector de usuarios con una mayor tarifa, cuyos fondos son transferidos al cubrimiento del consumo de sectores pobres.

Según (Amador, 2011), el Banco Mundial recomienda una política tarifaria de asignación de subsidio cruzado modificado, basado en tarifas discriminadas por estratos como en el caso colombiano. Sin embargo, menciona que debe incluir los siguientes elementos para ser eficiente:

- La tarifa promedio debe recuperar los costos económicos

- El consumo debe ser medido
- La política pública debe contar con instrumentos que permitan el acceso universal del servicio.

Para el caso colombiano los anteriores 3 elementos se encuentran incluidos en el RSPD – Régimen de Servicios Públicos Domiciliarios (Ley 142, 1994). En otras palabras, el RSPD establece fijar tarifas por debajo del costo económico a un sector de la sociedad estratificado como 1, 2 y 3, y la diferencia entre costo del servicio y el pago facturado se denomina subsidio y es cubierto en primera instancia por los sectores residenciales de los estratos 5 y 6, el comercio y la industria, gravados con un sobreprecio por encima del costo medio. En el evento de faltar recursos, el déficit debe ser cubierto por el Estado mediante recursos puestos en los Fondos de Solidaridad y Redistribución de Ingresos reglamentados mediante los decretos 565 de 1996 y 1013 de 2005.

A pesar de esto, para (Amador, 2011), el régimen tarifario al tener objetivos tan diversos como los señalados por la Ley y el contar con un régimen de solidaridad y redistribución no garantiza que el modelo sea equitativo. Es decir, para el citado autor, el que unos sectores de la sociedad de ingresos altos cubran una parte de la tarifa de sectores de menores ingresos no implica la equidad del sistema, porque esta se produce si al asignar el subsidio, la participación que tiene la tarifa en el ingreso de los estratos bajos es menor que la de los estratos altos.

Una de las dificultades en la focalización de subsidios es lo relacionado con el sistema de estratificación, dado que según (Amador, 2011), la correlación entre habitación y pobreza no es tan clara como sugiere la evidencia empírica, en razón a que el sistema focaliza subsidios a las viviendas de acuerdo con sus características, y no a las familias en función de su pobreza, niveles de ingreso y/o gasto o cualquier variable que determine su vulnerabilidad. Esta conclusión la demostró el estudio de la Misión de Pobreza del DNP, reportado por el autor en cita, al señalar la poca progresividad de los servicios públicos domiciliarios frente a la distribución del ingreso, explicada por la baja correlación entre el ingreso y el estrato.

Según lo reportado por (Amador, 2011), para el Banco Mundial el proceso de certificación de estratos no es preciso y riguroso. El organismo critica las metodologías indirectas en la asignación de estratos basados en las características de las residencias, la calidad de los barrios y el tamaño de las viviendas.

Sobre el tema de la estratificación, un estudio contratado por el DNP y reportado por (Amador, 2011), compara el estrato con un indicador de capacidad de pago, el ingreso del hogar, en una muestra de usuarios. Con esos indicadores se identifican errores de exclusión e inclusión. La investigación intentó responder dos preguntas relevantes cuando se focalizan subsidios mediante la estratificación socioeconómica. La primera, ¿son todos los que están recibiendo el subsidio? (para determinar errores de inclusión), la segunda, ¿están todos los que son? (para determinar errores de exclusión).

Para responder el primer interrogante la investigación del DNP realiza un análisis vertical que consiste en identificar si el instrumento de focalización permite atender a los usuarios identificados como objetivo y si simultáneamente impide el otorgamiento de subsidios a otros usuarios con capacidad de pago. El análisis vertical, permitió señalar que el 95% de los usuarios que debieran ser subsidiados lo estaban recibiendo. Sin embargo, el estudio

también señaló un grave error de inclusión al detectar que el 7,22% de los usuarios recibía subvenciones sin tener derecho lo que representa cerca de 700 mil usuarios.

Para responder el segundo interrogante se realiza un análisis de eficiencia horizontal que evalúa la capacidad del instrumento para incluir toda la población a la cual va dirigida el subsidio, que para el caso que nos ocupa son los estratos 1, 2 y 3. La conclusión del análisis vertical mostró que el 72% de los usuarios que debería contribuir no lo estaba haciendo y el 27% de los que estaban contribuyendo no deberían estar aportando, es decir, se detectó un alto error de exclusión. Así las cosas, se detectó un desbalance financiero existente entre subsidios y contribuciones a causa de la estratificación socioeconómica que no refleja aspectos significativos como la capacidad de pago.

Finalmente, con respecto a la capacidad de pago (Amador, 2011) reporta que con el propósito de analizar la participación del gasto de los hogares en los servicios de saneamiento, dentro del ingreso de las familias por estrato (estrato 1, 2 y 3), para las once principales ciudades del país, a precios constantes, se realizaron algunos cálculos que incluyeron el ingreso por estrato, el costo del servicio, el monto subsidiado, el porcentaje del gasto de los servicios de saneamiento dentro del ingreso, y se efectuó una simulación del gasto con y sin subsidios.

De acuerdo con los resultados reportados en la tabla 6, para todas las ciudades se puede apreciar que cuando se considera el % del gasto sin la aplicación de subsidios, a medida que aumenta el estrato (1, 2, 3) disminuye el % de participación del gasto (gasto en acueducto y alcantarillado) en el ingreso total.

Adicionalmente, se esperaría que con la aplicación de los respectivos subsidios, a medida que disminuya el estrato (1, 2, 3) disminuya también el % de participación del gasto (gasto en acueducto y alcantarillado) en el ingreso total. No obstante, en ciudades como Manizales, Pereira, Ibagué, Cartagena, esto no sucede; ello significa que el mayor gasto dentro del ingreso, para los servicios de acueducto y alcantarillado, lo realizan las familias de los estratos 1 y 2, pese a la aplicación de los respectivos subsidios.

De todas formas mirando en la tabla 6 de forma individual los estratos 1 y 2, en el evento que no se asignara subsidio, el gasto en los servicios de saneamiento de las familias representaría más del doble. Adicionalmente, según Amador 2011, el régimen de subsidios está concebido para lograr mayor equidad por medio de una redistribución del ingreso; sin embargo, el propósito no se ha cumplido del todo al evidenciar que ante un mismo nivel de consumo el porcentaje de gasto como participación del ingreso en un mismo estrato es diferente en cada municipio en razón a los diferenciales de costos; y de forma más puntual a la capacidad de pago de los hogares.

Tabla 6. Participación del gasto de los servicios de acueducto y alcantarillado en el ingreso de las familias por estratos a precios constantes de diciembre de 2008

Estrato	Ingreso total	Costo económico	Factura en acueducto y alcantarillado	Subsidio actual (\$)	% Subsidio	% Gasto sin subsidio	% Gasto con subsidio
Bogotá							
Estrato 1	879.322	57.444	16.638	40.807	71,0	6,5	1,9
Estrato 2	1.172.879	60.938	27.948	32.990	54,1	5,2	2,4
Estrato 3	2.042.058	57.715	44.410	13.305	23,1	2,8	2,2
Medellín							
Estrato 1	763.229	45.080	20.014	25.067	55,60	5,91	2,62
Estrato 2	957.513	47.751	26.610	21.141	44,27	4,99	2,78
Estrato 3	1.762.129	49.567	49.958	-390	0,79	2,81	2,84
Cali							
Estrato 1	907.535	35.517	19.409	16.108	45,35	3,91	2,14
Estrato 2	1.235.024	36.911	36.916	-5	0,01	2,99	2,99
Estrato 3	2.103.512	36.079	37.707	-1.628	4,51	1,72	1,79
Barranquilla							
Estrato 1	831.940	47.105	21.532	25.573	54,29	5,66	2,59
Estrato 2	981.081	47.404	28.803	18.601	39,24	4,83	2,94
Estrato 3	1.759.555	49.211	42.359	6.852	13,92	2,80	2,41
Bucaramanga							
Estrato 1	1.038.661	36.958	15.595	21.363	57,80	3,56	1,50
Estrato 2	1.098.980	37.770	23.785	13.985	37,03	3,44	2,16
Estrato 3	1.667.318	36.357	37.661	3.697	10,17	2,18	1,96
Cartagena							
Estrato 1	777.003	41.384	23.736	17.647	42,64	5,33	3,05
Estrato 2	1.128.112	52.264	33.760	18.504	35,40	4,63	2,99
Estrato 3	1.907.483	56.939	48.955	7.984	14,02	2,99	2,57
Pereira							
Estrato 1	788.276	34.475	16.969	17.505	50,78	4,37	2,15
Estrato 2	1.045.129	37.570	22.222	15.348	40,85	3,59	2,13
Estrato 3	1.685.358	39.455	33.083	6.372	16,15	2,34	1,96
Cúcuta							
Estrato 1	668.859	18.847	14.109	4.738	25,14	2,82	2,11
Estrato 2	813.603	22.927	18.804	4.123	17,98	2,82	2,31
Estrato 3	1.457.071	26.387	25.340	1.047	3,97	1,81	1,74
Marizales							
Estrato 1	582.609	35.432	24.023	11.409	32,20	6,08	4,12
Estrato 2	847.090	33.674	26.037	7.637	22,68	3,98	3,07
Estrato 3	1.447.771	37.238	34.012	3.246	8,71	2,37	2,33
Ibagué							
Estrato 2	976.381	16.534	13.438	3.096	18,72	1,69	1,38
Estrato 3	1.701.238	17.185	15.752	1.432	8,34	1,01	0,93
Villavicencio							
Estrato 1	662.208	38.510	10.610	27.901	72,45	5,82	1,60
Estrato 2	976.381	42.306	23.397	18.909	44,70	4,33	2,40
Estrato 3	1.701.238	44.376	32.892	11.484	25,88	2,61	1,93

Presentado de otra manera, Amador 2011 afirma que para una adecuada focalización de los subsidios es necesario que se introduzcan variables como la participación del gasto de las familias en el pago de los servicios públicos, los diferenciales de costos del servicio entre ciudades y municipios y la heterogeneidad de los ingresos por estrato en las ciudades y municipios. Es decir, el autor en cita explica que el porcentaje a subsidiar debería tener en cuenta la estructura de ingresos y gastos de las familias, porque el costo de los servicios públicos participa en una proporción significativa dentro de estos últimos, lo que reduce el ingreso disponible a los hogares para otros bienes y servicios meritorios

como: la alimentación, la salud, la educación o la vivienda. La combinación de estos criterios permitiría reducir los errores de inclusión y exclusión, y mejorar la eficiencia y equidad del instrumento, puesto que, en los municipios donde el costo es más elevado y los ingresos bajos recibirían mayores transferencias.

En otras palabras, la introducción de capacidad de pago de los usuarios permitiría volver más progresivo el subsidio y mejoraría notablemente el sistema desde el punto de vista social como lo reporta (Amador, 2011, pag. 113):

“el ingreso y el patrimonio son dos rubros en el registro de la posición económica de las personas. El ingreso es más importante de los dos, porque indica el poder adquisitivo básico para mantener un nivel de vida”.

Al introducir la capacidad de pago de los hogares se cumpliría el ordenamiento constitucional (artículos 367 y 368 de la Constitución Política de Colombia) que indica que los subsidios deben destinarse a familias de menores ingresos.

Teniendo en cuenta el planteamiento de (Amador, 2011), la estratificación como instrumento de redistribución del ingreso ha permitido cumplir solo parcialmente el objetivo de subvencionar a los más necesitados porque dicho mecanismo presenta limitaciones en la focalización del subsidio. El autor en cita señala que aunque los programas sociales y la asignación de subsidios incurren en algún tipo de error por la complejidad en la medición de las características socioeconómicas de los hogares; para el caso de los servicios públicos, el subsidio no va dirigido a los hogares sino a las viviendas.

Finalmente, con base en los resultados expuestos se demuestran las limitaciones que presenta el diseño de subsidios desarrollado por el RSPD (República de Colombia, Ley 142 de 1994); debido a que no tiene en cuenta la capacidad de pago de las familias por estrato ni la heterogeneidad de costos y tarifas de los municipios.

Se trata de conocer entonces la incidencia de la tarifa en el poder adquisitivo de los hogares a través de los efectos ingreso y precios; el ingreso es la forma de obtener los bienes que las personas juzgan valiosos y su forma generalizada es el salario.

Según el Informe de Calidad de Vida de Medellín, 2016, el equilibrio de los economistas admiten que el 30% máximo de los ingresos del hogar vaya a vivienda, el 11% a educación, del 2 al 8% a servicios públicos.

4.5 Desmonte progresivo de subsidios

Además de las limitaciones encontradas en la focalización eficiente de los subsidios, la Comisión de regulación de agua potable y saneamiento básico de Colombia (CRA), como una forma gradual de desmontar los subsidios, ha modificado el rango de consumo básico por medio de su Resolución número 750 de 2016. La entidad asumió esta medida fundamentada en el artículo 80 de la Constitución Política de 1991, en la que se señala que es deber del Estado planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos

naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución.

Además de lo anterior, como sustento, la CRA presentó las consecuencias generadas por el fenómeno del Niño en Colombia, fenómeno que termina siendo excusa para cargar la responsabilidad a los menos favorecidos.

La Sección 1.2.1.1 de la Resolución CRA 151 de 2014, había definido los siguientes rangos de consumo:

Tabla 7. Rangos de Consumo

Definición	Consumo [m ³ /mes]
Consumo Básico	$Q \leq 20$
Consumo Complementario	$20 < Q \leq 40$
Consumo Suntuario	$Q > 40$

El consumo básico es el destinado a satisfacer las necesidades esenciales de consumo de las familias, y es al cual se orientan los subsidios para los estratos 1, 2 y 3.

La Resolución 750 de 2016, entra a modificar los rangos del consumo básico, complementario y suntuario en orden a actualizar el consumo básico o de subsistencia en los términos de la Ley 142 de 1994 (RSPD) y la Ley 373 de 1997 (Uso Eficiente y Ahorro del Agua).

Dichos ajustes se realizaron según un estudio que UAE-CRA (Unidad Administrativa Especial CRA) realizó entre los suscriptores residenciales de dieciocho (18) ciudades capitales de Colombia, en el que consideró variables como el clima y el estrato en un período de tiempo de diez (10) años, el estudio evidenció, según la Resolución 750 de 2016, que el consumo promedio de los suscriptores residenciales ha disminuido.

La tabla de rangos de consumo, a partir de la Resolución 750 de 2016, se convirtió en tres tablas que se clasifican según la altura sobre el nivel del mar así:

Tabla 7.1. Ciudades y municipios con altitud promedio por encima de 2.000 m.s.n.m.

Definición	Consumo [m ³ /suscriptor/mes]
Consumo Básico	$Q \leq 11$
Consumo Complementario	$11 < Q \leq 22$
Consumo Suntuario	$Q > 22$

Tabla 7.2. Ciudades y municipios con altitud promedio entre 1.000 y 2.000 m.s.n.m.

Definición	Consumo [m ³ /suscriptor/mes]
Consumo Básico	$Q \leq 13$
Consumo Complementario	$13 < Q \leq 26$
Consumo Suntuario	$Q > 26$

Tabla 7.3. Ciudades y municipios con altitud promedio por debajo de 1.000 m.s.n.m.

Definición	Consumo [m ³ /suscriptor/mes]
Consumo Básico	$Q \leq 16$
Consumo Complementario	$16 < Q \leq 32$
Consumo Suntuario	$Q > 32$

La Medida fue desarrollada para aplicarse de manera progresiva, desde el primero de mayo de 2016 hasta 1 de enero de 2018, bajando el nivel de consumo según la ubicación por altura sobre el nivel del Mar y según clasificación: básico, complementario y suntuario, aplicación paulatina 2016-2017 hasta llegar al consumo establecido en la norma, de manera plena, el primero de enero de 2018²⁶.

Por lo anteriormente expuesto, y si bien es necesario generar estrategias para incentivar una cultura del ahorro y respeto por los recursos, el hecho de bajar el nivel de consumo básico, implica disminuir ostensiblemente la aplicación de subsidios al consumo, y es el equivalente a una eliminación paulatina de dichos subsidios, que afecta directamente a la población que ha vivido en constante racionamiento pues las condiciones económicas en las que viven les exige reducir sus gastos en el tema de servicios públicos. Parece que la crisis del agua, y fenómenos climáticos como el Niño, se usan para aplicar políticas que acentúan las desigualdades ya marcadas y que favorecen la aplicación de medidas que buscan reducir la función social del Estado.

4.6 Expectativas sobre el Marco Tarifario actual

Lo que se espera del marco tarifario vigente, que aplica a la prestación del servicio de acueducto y alcantarillado para más de 5.000 suscriptores, y cuya tarifa depende de cuatro variables: cargo fijo, cargo por consumo, subsidios y contribuciones, se resume a continuación²⁷.

²⁶ <http://kavilando.org/index.php/2013-10-13-19-52-10/territorio/4385-la-cra-reduce-los-rangos-de-consumo-basico-de-agua-impactara-esta-medida-en-la-aplicacion-de-los-subsidios-al-consumo>

²⁷ <https://www.elheraldo.co/nacional/once-preguntas-para-entender-el-aumento-en-las-tarifas-de-agua-269285>

Cuadro 6. Algunas expectativas de marco tarifario en Colombia

¿Qué se busca con el actual marco de los servicios de acueducto y alcantarillado?	¿Qué beneficios trae el marco tarifario de acueducto y alcantarillado para los usuarios?
<p>Alcanzar el 100% de cobertura en la prestación de estos servicios en las zonas urbanas; 2) Que los acueductos provean agua potable en todas las zonas urbanas del país; 3) Mejorar la continuidad del servicio al establecer como máximo 6 días sin servicio al año, incluidos los mantenimientos preventivos y fallas del servicio; 4) Reducir los niveles de pérdidas de agua de los acueductos del país en un 50%; 5) Fortalecer el seguimiento y control en la prestación del servicio por parte de los ciudadanos, de tal forma que la tarifa refleje el nivel de calidad del servicio prestado.</p>	<p>El nuevo marco tarifario, busca beneficiar a los usuarios con unos servicios de mayor calidad, por medio del establecimiento de metas de eficiencia que se enfoquen en aspectos tales como aumento de la cobertura, continuidad del servicio, calidad y reducción de las pérdidas de agua. Consolida y refuerza el papel de los usuarios en el control de los prestadores. Establece un régimen de calidad y descuentos para compensar al usuario cuando el prestador no cumpla las metas frente a los estándares de calidad del servicio.</p>

Fuente: El Heraldo, Publicación 30 de junio de 2016

Por todo lo anteriormente expuesto y que se encuentra soportado en la literatura, en la Ley 142 de 1994, y en el actual régimen tarifario (Resoluciones CRA 688 de 2014 y 735 de 2015), las tarifas deben garantizar la recuperación de los gastos de administración y de los costos de operación, mantenimiento, incluyendo la expansión, la reposición y la rehabilitación; deben permitir remunerar el patrimonio de los accionistas en la misma forma en la que lo habría remunerado una empresa eficiente en un sector de riesgo comparable. Los criterios de eficiencia y suficiencia financiera tienen prioridad en la definición y aplicación del régimen tarifario.

De ahí la relevancia de los costos, los cuales influyen en la eficiencia del operador y por lo tanto en su permanencia en la prestación del servicio; especialmente en las localidades pequeñas y en la zona rural donde el tamaño de operación no le permite al prestador distribuir los costos totales entre un mayor número de usuarios. Esta situación es preocupante si se tiene en cuenta que en la zona rural se encuentran los índices más bajos de cobertura en la prestación del servicio de agua potable, y en las metas del actual marco tarifario al parecer ni siquiera se contempla (cuadro anterior, meta de cobertura y de calidad sólo se considera para las zonas urbanas del país).

5 CAPITULO 5. ECONOMÍAS DE ESCALA Y OTROS CRITERIOS DE SOSTENIBILIDAD EN LA REGIONALIZACIÓN DEL SERVICIO DE AGUA

Con el fin de comprender las economías de escala y su aplicación en el estudio que se plantea, es necesario partir de la explicación de conceptos básicos considerados en los cálculos matemáticos que las determinan. Algunos de estos conceptos fueron abordados en el capítulo precedente sobre cálculo de tarifas.

A continuación se presentan a manera de glosario las principales definiciones reportadas por Arteaga 2017, y que se encuentran fundamentadas en David Besanko y Luis Diego Vélez.

5.1 Costos

Costos fijos (CF): Son aquellos cuya magnitud no depende del volumen total de operaciones. No resultan afectados por cambios en el nivel de actividad, en un intervalo de operaciones; son regularmente los costos de capacidad total (Vélez, 2011).

Costos variables (CV): Son aquellos que dependen del volumen de operaciones; en tal sentido cambian, aunque no necesariamente en forma proporcional, con los cambios en el nivel de actividad (Vélez, 2011).

Costos semivARIABLES (CS): Esta es una categoría de costos que es parcialmente fija y parcialmente variable. Algunos tienden a permanecer constantes en determinados tramos de producción y luego aumentan o disminuyen cuando cambian a otro nivel de producción (Vélez, 2011).

Costos totales (CT): Son los que resultan asociados con un nivel específico de producción (Q) y operaciones (Vélez, 2011).

$$CT=CF+CVT$$

Costo medio (unitario) (CMe): Son los que resultan de dividir los costos totales por el número de unidades producidas (Vélez, 2011).

$$CMe=\frac{CT}{Q}$$

Costo fijo medio (CFMe): Son los que resultan de dividir los costos fijos por el número de unidades producidas (Vélez, 2011).

$$CFMe=\frac{CF}{Q}$$

Costo variable medio (CVMe): Son los que resultan de dividir los costos variables totales por el número de unidades producidas (Vélez, 2011).

$$CVMe=\frac{CVT}{Q}$$

Costo incremental (marginal) (CM): Es el costo adicional que resulta de decidir un cambio en el nivel de actividad u operación; en tal caso es el cambio en los costos totales,

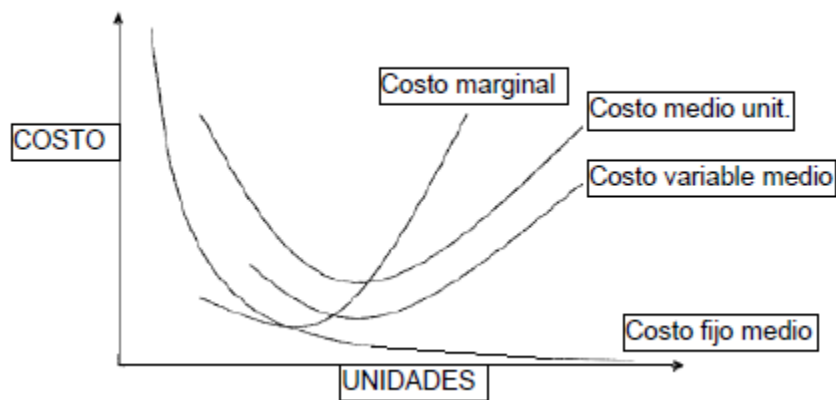
ante una decisión que puede ser: un cambio en el nivel de operación o en la entrada de una nueva inversión. O sea, los costos incrementales son aquellos que se modifican con la decisión que se va a adoptar; en tal caso, no se incurre en ellos si no se emprende el proyecto. Lo que quiere decir es que los costos que se asignan a un proyecto son únicamente los incrementales (Vélez, 2011). El costo marginal es el costo adicional necesario para aumentar la producción en una unidad.

$$CM = \frac{CT(Q+\Delta Q) - CT(Q)}{\Delta Q}$$

Costo muerto (hundido): Es aquel que ha ocurrido en el pasado (histórico) y no tiene relevancia para estimaciones de costos futuros, relacionados con un curso de acción alternativo; tiene además la característica que no puede recobrase, y en tal sentido es un costo irrelevante para decidir sobre una alternativa. Esto significa que no ha ocurrido por causa del proyecto y en consecuencia, hágase o no el proyecto, ya se incurrió en él (Vélez, 2011).

Costo de oportunidad: Todo recurso que tenga usos alternativos, tiene costo de oportunidad. En tal evento un costo de oportunidad, es el ingreso que se sacrifica por renunciar a la oportunidad, de aprovechar este recurso en un uso alternativo (Vélez L. D., 2011).

Figura 10. Comportamiento de los costos



Fuente: Vélez, 2011.

5.2 Las Economías de Escala

De acuerdo con (Arteaga, 2017), el proceso de producción de un determinado bien o servicio, presenta economías de escala en un rango cuando el costo medio (es decir, el costo por unidad de producto) disminuye más de ese valor.

Si el costo medio disminuye al aumentar la producción, entonces el costo marginal o costo de la última unidad producida, debe ser menor al costo medio. Si el costo medio es cada vez mayor, entonces el costo marginal debe exceder el costo medio, y decimos que la producción presenta deseconomías de escala (Besanko, 2004).

De acuerdo con (Vélez L. D., 2011), en términos de función de producción las economías de escala se definen de la siguiente forma:

Si $f(tX_1, tX_2) = t \times f(X_1, X_2) \rightarrow$ Rendimientos a escala constantes

Si $f(tX_1, tX_2) > t \times f(X_1, X_2) \rightarrow$ Rendimientos a escala crecientes

Si $f(tX_1, tX_2) < t \times f(X_1, X_2) \rightarrow$ Rendimientos a escala decrecientes

Donde:

t = factor de multiplicación de la producción

X1, X2 = factores de producción

Estos últimos rendimientos significan que se obtiene una producción mayor, al multiplicar los factores de producción por t, que t veces el producto.

(Ávila Y Lugo, 2004), al referirse al tema, hacen uso del concepto de rendimiento, el cual describen como la relación existente entre la producción de una empresa y la cantidad de factores de producción empleados para obtener esa producción, referida a una unidad de tiempo.

Para (Mochón Morcillo, 2006), la ley de los rendimientos decrecientes establece que si en la producción hay al menos un factor fijo y se van añadiendo unidades sucesivas del factor variable, llegará un momento a partir del cual los incrementos de la producción serán cada vez menores.

Al respecto, (Mochón Morcillo, 2006) dice:

“Al observar el comportamiento de la cantidad producida de un bien, se dice que existen rendimientos o economías a escala crecientes cuando al variar la cantidad utilizada de todos los factores, en una determinada proporción, la cantidad obtenida del producto varía en una proporción mayor. Este sería el caso, si al doblar las cantidades utilizadas de todos los factores, se obtiene más del doble del producto”.

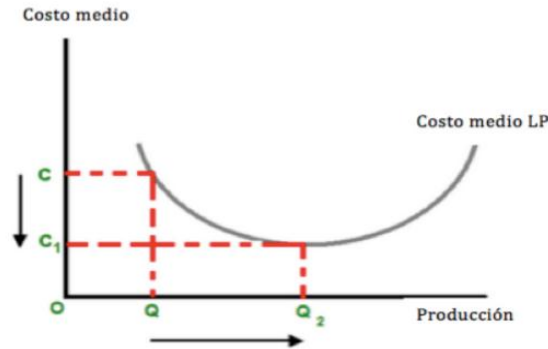
Existen rendimientos constantes a escala cuando la cantidad utilizada de todos los factores y la cantidad obtenida de producto varían en la misma proporción. Finalmente, existen rendimientos a escala decrecientes cuando al variar la cantidad utilizada de todos los factores en una proporción determinada, la cantidad obtenida de producto varía en una proporción menor. (Mochón Morcillo, 2006).

Cuando en la producción se presentan economías de escala, el costo medio de producción (es decir, el costo por unidad de producto) disminuye a medida que aumenta el número de unidades producidas; un ejemplo es la generación de electricidad, allí el uso de generadores mayores reduce el costo unitario de producción. (Bernanke & Frank, 2007).

De acuerdo con el documento (Economías de Escala, Pontificia Universidad Católica de Chile, 2012), las economías de escala se refieren a la reducción en el costo promedio (costo por unidad) asociados con el aumento de la escala de producción de un tipo de producto. Se consideran como la propiedad por la cual el costo total medio disminuye a

medida que se incrementa la cantidad de producción. Como se ve en la Figura 11, a medida que se aumenta la producción de Q a Q_2 los costos medios disminuyen de C a C_1 .

Figura 11. Representación de las Economías de Escala



Fuente: (Economías de Escala, Pontificia Universidad Católica de Chile, 2012)

5.2.1. Elementos o factores que favorecen la ocurrencia de Economías de Escala

Según lo reportado por (Enciclopedia Financiera, Economías de Escala., 2014), de una u otra forma la base de las economías de escala es hacer las cosas de manera eficiente. Entre las fuentes o factores más comunes de economías de escala se encuentran las compras (compra al por mayor de materiales e insumos a través de contratos a largo plazo); instalaciones y equipos (el costo de instalación y mantenimiento de la maquinaria es el mismo si la utilizamos al 60% de su capacidad que al 90%).

Para (Besanko et al., 2004), una curva de costo medio, capta la relación entre los costos medios y la producción. Los economistas suelen describir las curvas de costo medio como en forma de U, como se muestra en la figura 12, de modo que los costos medios disminuyan a bajos niveles de producto, pero se incrementen en niveles altos de producto.

Una combinación de factores, puede llevar a que una empresa tenga una curva de costos en forma de U. Los costos medios de una firma pueden disminuir inicialmente debido a la rigidez de los costos fijos y al aumento de la cantidad de producto. Los costos fijos son insensibles al volumen; deben ser invertidos independientemente de la producción total. Ejemplos de tales costos que son insensibles al volumen, son los gastos generales de la fabricación o producción; como el seguro, el mantenimiento y los impuestos sobre la propiedad. A medida que aumenta la producción, esta mayor cantidad de unidades tienden a disminuir el costo medio. Las empresas pueden ver finalmente un repunte en sus costos medios, si se topan con limitaciones de capacidad.

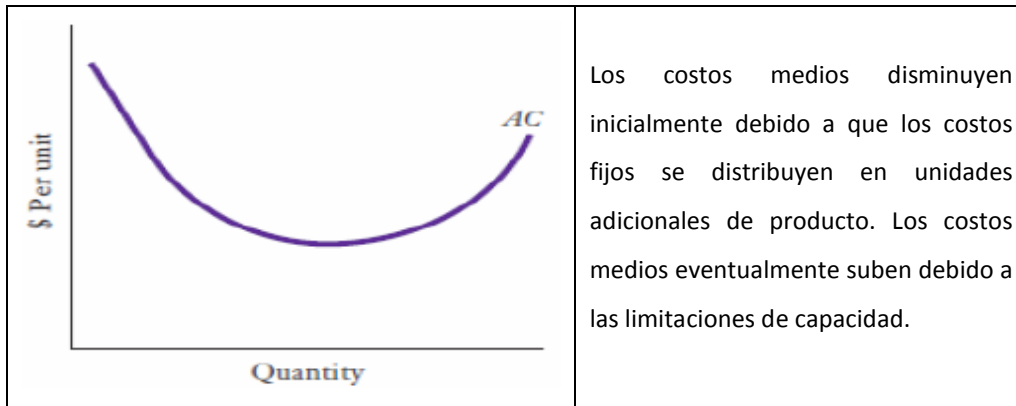
En la prestación del servicio de agua estas limitaciones de capacidad tienen que ver no solo con las limitaciones en infraestructura, instalaciones, plantas, o equipo, sino también con la capacidad limitada de los ecosistemas claves para la regulación de la oferta hídrica en la jurisdicción.

Según lo reportado por (Arteaga, 2017), si las curvas de costo medio son en forma de U, entonces las pequeñas y grandes empresas tendrían costos más altos que las empresas

medianas. En realidad, las empresas grandes rara vez parecen estar en desventaja de costos sustanciales, en comparación a los rivales pequeños. El notable econométrico John Johnston examinó los costos de producción para un número de industrias y determinó que las curvas de costos correspondientes, estaban más cerca de la forma L que de la forma de U. La figura 13 muestra una curva de costos con la forma de L. Cuando las curvas de costo medio son de la forma de L, los costos medios disminuyen hasta la escala de eficiencia mínima (MES) de producción y todas las empresas que operan en o más allá de la MES tienen costos medios similares.

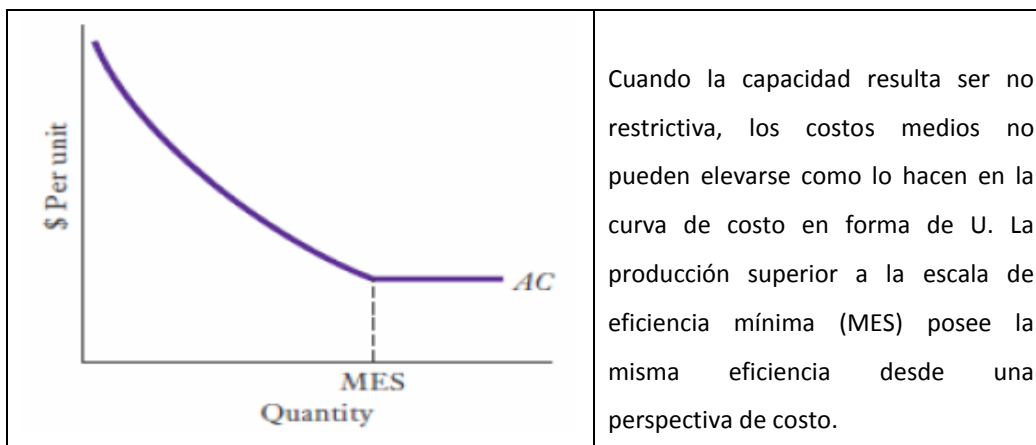
Algunas veces la producción muestra costos medios en forma de U en el corto plazo, ya que las empresas tratan de expandir la producción y tropiezan con limitaciones de capacidad, que llevan a costos más altos. En el largo plazo, sin embargo, las empresas pueden expandir sus capacidades mediante la construcción de nuevas instalaciones (Besanko et al., 2004); y mediante la disponibilidad de una fuente hídrica adicional (para el caso de los prestadores del servicio de agua).

Figura 12. Curva de costo medio en forma de U



Fuente: (Besanko et al., 2004)

Figura 13. Curva de costo medio en forma de L

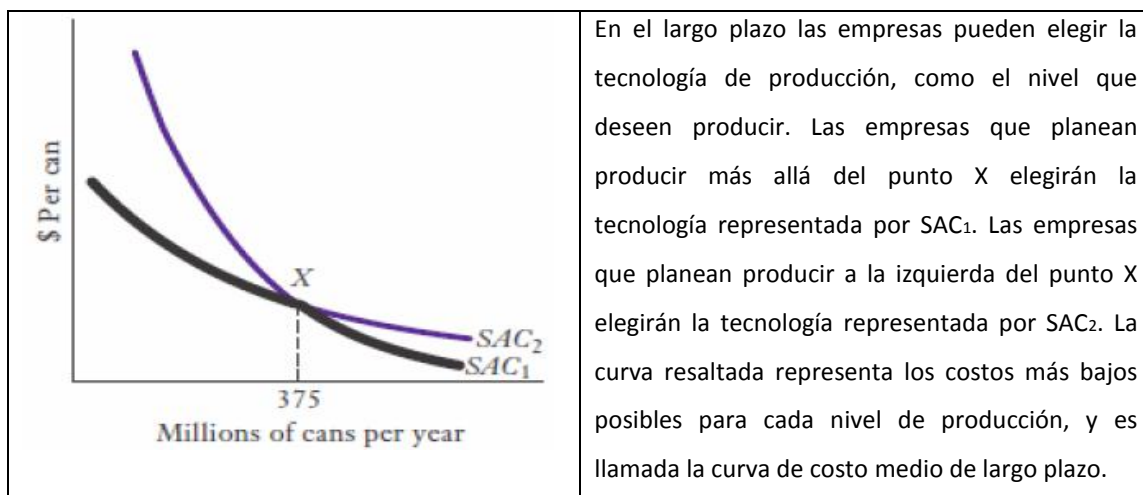


Fuente: (Besanko et al., 2004)

Al respecto, en cita expresada por (Arteaga, 2017) se encuentra que: “La fuente más importante de economías de escala, son los costos fijos; esto es, los costos en los que debe incurrirse al margen de cuántas unidades se producen”. En la producción y prestación del servicio del agua es claro: para producir el primer m³, se requiere una planta, pero pueden producirse muchos m³ con la misma planta. Cuando el producto aumenta, los costos fijos (en este caso, los costos de la planta) se distribuyen entre un mayor número de metros cúbicos, de manera que el costo medio disminuye.

Para (Besanko et al., 2004), las economías de escala pueden surgir en cualquier momento del proceso de producción, desde la adquisición y el uso de las materias primas, hasta la distribución y venta. Aunque los gerentes de negocio a menudo citan economías de escala para justificar actividades de crecimiento y fusión, en muchas circunstancias no se presentan. En algunos casos, ¡más grande puede ser peor! De este modo, es importante identificar las fuentes específicas de economías de escala y si es posible, medir su magnitud.

Figura 14. Costo medio de corto plazo versus costo medio de largo plazo.



En el largo plazo las empresas pueden elegir la tecnología de producción, como el nivel que deseen producir. Las empresas que planean producir más allá del punto X elegirán la tecnología representada por SAC₁. Las empresas que planean producir a la izquierda del punto X elegirán la tecnología representada por SAC₂. La curva resaltada representa los costos más bajos posibles para cada nivel de producción, y es llamada la curva de costo medio de largo plazo.

Fuente: (Besanko et al., 2004).

5.2.1.1. Producción intensiva en capital

De acuerdo a lo reportado por (Arteaga, 2017), cuando los costos del capital productivo tales como fábricas y líneas de ensamblaje, o como las instalaciones, infraestructura, planta y equipo para el caso específico de la prestación del servicio de agua potable, representan un porcentaje significativo del total de los costos, decimos que la producción es intensiva en capital. Gran parte del capital productivo es indivisible o insensible al volumen y por lo tanto una fuente de economías de escala. Siempre y cuando haya capacidad disponible, se puede expandir la producción a un costo adicional bajo. Como resultado, los costos medios caen.

Adicionalmente, según (Besanko et al., 2004), cuando la mayoría de los costos de producción van a las materias primas o la mano de obra, se dice que la producción es intensiva en materiales o mano de obra. Debido a que los materiales y mano de obra son divisibles; ellos usualmente cambian en proporción aproximada a los cambios en la producción, con el resultado de que los costos medios no varían mucho con la

producción. De esto se deduce que las economías de escala de productos específicos son más probables cuando la producción es intensiva en capital, como es el caso de la prestación del servicio de agua, y caso contrario cuando son intensivas en mano de obra.

5.3 Las Economías de escala y de alcance como fundamentos para la regionalización e integración de los servicios de agua y saneamiento

(Vélez, Guerra, & Gonzalez, 2013) analizan el aprovechamiento de las economías de escala en los costos fijos de infraestructura para la prestación del servicio de agua, lo cual se manifiesta en una tendencia de costos fijos medios decrecientes, que según ellos, debería reflejarse en una tarifa media inferior.

En el artículo en cita, estos autores a partir de una investigación que compila los resultados de 27 estudios internacionales sobre el comportamiento de las economías de escala en el sector de agua potable y saneamiento, definieron algunas tendencias de las economías de escala en este sector, en cuanto al número de unidades producidas, el número de habitantes servidos, la densidad de habitantes por kilómetro de red y los costos de administración, con el fin de identificar fuentes de ahorro en la expansión de planes de cobertura.

Para (Vélez, Guerra, & Gonzalez, 2013), los resultados obtenidos refuerzan el argumento de la cuenca como eje de regionalización. El resultado del análisis muestra que en la cobertura del servicio superior al millón de habitantes, las empresas del sector comienzan a presentar deseconomías de escala. Concluyen así que éste es un punto óptimo que, aplicado a la integración de los sistemas locales, permitiría implementar un modelo de regionalización de mayor cobertura y eficiencia en la prestación de estos servicios públicos. Sobre esto, (Vélez, Guerra, & Gonzalez, 2013), reportan:

Las experiencias extrarregionales indican que dichas economías no se agotan hasta contar por lo menos con quinientos mil clientes, y pueden ir hasta un millón. Los estudios muestran que los servicios para las comunidades con población de hasta ciento cincuenta a doscientos mil habitantes pueden prestarse en forma más eficiente, y a un costo más bajo, si la prestación está a cargo de empresas regionales. La mayoría de los municipios de las regiones en Colombia tienen una población menor que el nivel necesario para realizar dichas economías.

Los resultados permitieron observar que la regionalización es una muy buena opción para intervenir el sector de acueducto y alcantarillado, pero se requieren definir parámetros o criterios de aplicación válidos, debido a que es incorrecto pensar que la sola concentración en la prestación de los servicios genera economías de escala. (Vélez, Guerra, & Gonzalez, 2013).

5.3.1 Análisis de las economías de escala y alcance en los servicios de acueducto y alcantarillado en Colombia

Una de las principales características del sector de acueducto y alcantarillado en Colombia es el alto nivel de atomización en la prestación de tales servicios. Este nivel es

el resultado de los procesos de descentralización de fines de la década de los ochenta y los cambios implementados en los noventa (Ley 142 de 1994), que modificaron el esquema de prestación al pasar de un sistema centralizado a uno municipal numeroso y bastante heterogéneo. Esto ha impedido que se generen condiciones suficientes para el óptimo aprovechamiento de las economías de escala.

Colombia presenta un alto grado de atomización en la prestación de los servicios de acueducto y alcantarillado, lo cual ha quedado consignado en estudios sectoriales (CRA, 2001; Banco Mundial, 2004; DNP, 2007). Se estima que en Colombia existen más de 12.000 prestadores que en su mayoría son pequeños y rurales (DNP, 2007). A la fecha, hay registrados 2.244 prestadores en la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD), repartidos en 887 municipios, con un promedio de 2,5 operadores por municipio.

El alto número de entidades prestadoras y su gran dispersión han impedido que se generen condiciones suficientes para el aprovechamiento de economías de escala y disminuir con ello los costos de producción asociados a la prestación de estos servicios (DNP, 2007). Esta atomización también ha implicado mayores esfuerzos y costos desde el punto de vista institucional en las tareas de regulación, supervisión, vigilancia y control.

Por lo anterior, el Gobierno Nacional diseñó los Planes Departamentales de Agua y Saneamiento para el Manejo Empresarial de los Servicios de Acueducto, Alcantarillado y Aseo, con el fin de afrontar las limitaciones en los temas de estructura dispersa de la industria y desaprovechamiento de las economías de escala, desarticulación de las diferentes fuentes de recursos, planificación y preinversión deficiente, falta de integralidad y de visión regional, limitado acceso al crédito y lentitud en los procesos de modernización empresarial.

Según los artículos 73.13 y 73.14 de la ley 142 de 1994, la CRA tiene la potestad para escindir empresas que utilicen su posición dominante para impedir el desarrollo de la competencia en un mercado, o para fusionarlas si es indispensable para extender la cobertura y abaratar los costos de los usuarios, con el fin de que las operaciones sean económicamente eficientes y que produzcan servicios de calidad para el bienestar de la sociedad. En tal sentido, a través de las economías de escala y alcance se pueden generar herramientas para fusionar o crear mercados regionales (o subregionales) de acueducto y alcantarillado, con un consecuente aumento en la eficiencia en el sector.

Las formas funcionales utilizadas para estimar economías de escala en el sector de agua incluyen, entre otras, la Cobb-Douglas, la translogarítmica y la cuadrática. A pesar de las ventajas que ofrece la función translogarítmica en la estimación de economías de escala, esta presenta limitaciones para la estimación de economías de alcance, dada la imposibilidad de medir el comportamiento de los costos cuando el nivel de producción es cero. En el caso de las economías de alcance y análisis de firmas multiproducto, se favorecen las formas funcionales como las cuadráticas y, recientemente, la compuesta. (Revollo & Londoño, 2010).

Los estudios no sólo varían en la especificación de la función de costos, sino que también se utilizan diferentes medidas para estimar las economías de escala. Las medidas varían desde el inverso de la elasticidad del costo-producto, hasta fórmulas que incluyen el inverso de la suma de varias elasticidades (por ejemplo, elasticidad del número de suscriptores o conexiones). Cuando los costos son variables, se utiliza un factor de ajuste asociado al factor de capital para estimar las economías de escala de largo plazo. En los estudios más recientes se puede observar una tendencia a utilizar medidas de escala que

incluyan más de un componente asociado al tamaño (por ejemplo, longitud de redes, número de suscriptores).

En relación con la medición de economías de alcance, conceptualmente existe consenso y las diferentes medidas están asociadas a la forma funcional de la función de costos. En general, las economías de alcance se dan cuando los costos de la producción conjunta de dos o más productos son menores a los costos de producción por separado de cada producto. La mayoría de los estudios que involucran el análisis de economías de alcance se limitan a los componentes de un mismo servicio. Salvo en el caso de Stone y Webster (2004), no existen ejercicios que analicen las economías de alcance de forma integral para los servicios de acueducto y alcantarillado.

(Revollo & Londoño, 2010), obtuvieron información completa para 126 empresas en Colombia, con el fin de analizar las economías de escala de los servicios de acueducto y alcantarillado por separado, y las economías de alcance en ambos servicios.

Así mismo estos autores, considerando que la función de costos describe la relación entre los costos de producción, los productos y los precios de los factores, y que las economías de escala describen el comportamiento de los costos de acuerdo con una variación en los productos y otras variables relacionadas con el tamaño (ejemplo, número de suscriptores, longitud de red), usaron distintos modelos de costos y con los coeficientes o parámetros obtenidos a partir de ellos, estimaron las economías de escala y de alcance para la media de los datos.

Las variables incluidas en los modelos, para las muestras de acueducto y alcantarillado son:

- Costo variable (\$)
- Volumen facturado (1.000 m³)
- Precio materiales y otros (\$)
- Precio energía (\$)
- Precio trabajo (\$)
- Longitud red matriz (km)
- Número de municipios
- Densidad red menor, esto es Densidad de Suscriptores (Suscript./km)

Para los costos variables se utilizaron las cuentas de los estados financieros y se relacionan con los costos de energía, personal, insumos y otros materiales. Para los productos de acueducto y alcantarillado utilizaron los metros cúbicos facturados y los metros cúbicos vertidos facturados, respectivamente.

De acuerdo con (Revollo & Londoño, 2010), los estudios que estiman economías de escala aconsejan incluir el factor de capital a través de una variable como el tamaño físico de alguno de los activos (debido a que dichos servicios se caracterizan por sus altos costos fijos), generalmente la longitud de red.

(Revollo & Londoño, 2010), al estimar las economías de escala con la información de 126 empresas del sector, encontraron que la longitud de red matriz (km), el número de municipios y la densidad de suscriptores (Suscript./km), fueron los elementos o factores que favorecieron la ocurrencia de economías de escala, tal como se muestra en los siguientes párrafos.

Las variables contenidas en las diferentes expresiones que utilizaron (Revollo & Londoño, 2010) para estimar las economías de escala y de alcance son: VC corresponde a los costos variables, Y al producto representado por el volumen anual facturado en metros cúbicos, Z_k corresponde a las características del sector acueducto o alcantarillado (k= l, d y m; donde l= longitud de red matriz, d= densidad red menor y m= número de municipios); P corresponde a precios de insumos (trabajo, energía y materiales).

A. Economías de Escala

Con el fin de estimar diferentes medidas de economías de escala (de corto y largo plazo) a partir de funciones de costo (modelos loglineal y translogarítmico), (Revollo & Londoño, 2010) utilizaron la elasticidad del costo variable en relación con el producto y con el componente semifijo de capital.

1. Economías de escala de corto plazo

De acuerdo con (Revollo & Londoño, 2010), para una función con un solo producto, las economías de escala de corto plazo se miden utilizando el inverso de la elasticidad del producto. Existen economías de escala si al aumentar la producción disminuyen los costos promedio (costo medio), cuando las otras variables de la función de costos permanecen constantes. (Revollo & Londoño, 2010) observaron que **un aumento del 10% en la densidad de suscriptores disminuye el costo en 2,4%**. Las economías de escala de corto plazo se pueden expresar como:

$$Es_c = \left(\frac{\partial \ln VC}{\partial \ln Y_i} \right)^{-1}.$$

Existen economías de producción o de corto plazo si Es_c es mayor que uno, economías de producción constantes si Es_c es igual a uno, y deseconomías de producción si Es_c es menor que uno.

2. Economías de escala de largo plazo

Para una función de costos de un solo producto, las economías de escala de largo plazo se miden como uno menos la elasticidad del factor de capital (el componente o factor de capital que se utilizó en este estudio es la longitud de red matriz) dividido entre la elasticidad del producto. Las economías de escala se pueden expresar como:

$$ES_L = \frac{1 - \left(\frac{\partial VC}{\partial Z_l} \right)}{\left(\frac{\partial VC}{\partial Y_i} \right)}.$$

Se originan economías de escala de largo plazo cuando los costos no se incrementan en la misma proporción en que se incrementa la producción. (Revollo & Londoño, 2010) observaron que **un aumento del 10% en la longitud de la red matriz aumenta en 1,89% el costo**.

Los resultados obtenidos por (Revollo & Londoño, 2010) ratifican la presencia de economías de escala en acueducto y en alcantarillado en el corto y largo plazo, siendo especialmente visible en el corto plazo para ambos casos, tal como se aprecia en la siguiente tabla:

Tabla 8. Economías de Escala de corto y largo plazo, servicio de acueducto y alcantarillado

Economías de Escala	Acueducto	Alcantarillado
Corto Plazo	1,53	2,22
Largo Plazo	1,24	1,59
Largo Plazo (Municipios)	1,10	1,12

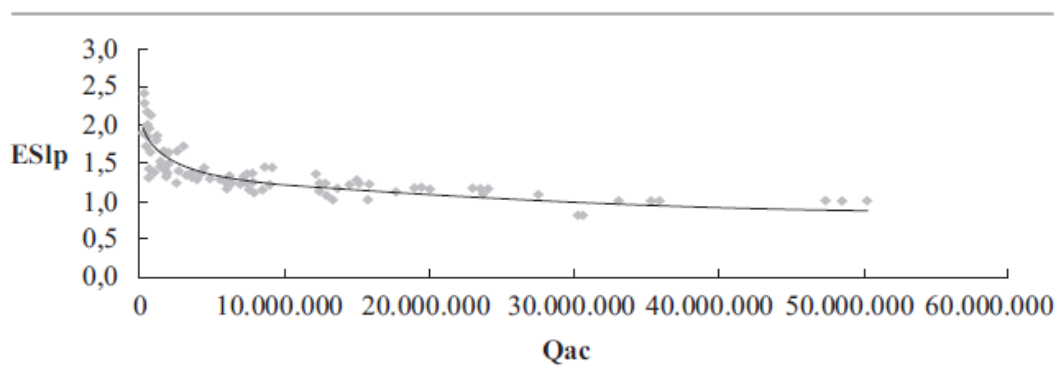
Fuente: (Revollo & Londoño, 2010)

Los valores reportados en la Tabla 8 son mayores que 1, lo que representa la existencia de economías de escala para los diferentes plazos.

Otro dato importante encontrado en el estudio es la diferencia en los niveles de economías de escala de corto y largo plazo alcanzados por empresas clasificadas como pequeñas y medianas en comparación con las empresas grandes que en general presentaron deseconomías de escala a corto y largo plazo. En este sentido se observa un potencial importante para las empresas de menor tamaño lo que favorecería su agregación. Considerando lo planteado por (Abbott & Cohen, 2009), frente a los altos costos de transporte y logística desde largas distancias sobre un producto que no ofrece un valor agregado explícito como lo es el agua (si esta es potable y apta para el consumo no existe un diferenciador real), se puede argumentar que la agregación de empresas pequeñas y medianas pertenecientes a una cuenca, a una subregión, podría aportar mejoras en la eficiencia y por ende economías de escala sobre estos procesos desarrollados de manera integrada.

El gráfico 13, muestra la relación entre las economías de escala de largo plazo y la cantidad de producto para el servicio de acueducto; se aprecia que las economías de escala disminuyen a medida que aumenta el producto. Así, el nivel de producto en donde las economías de escala son constantes (iguales o cercanas a uno) correspondería al tamaño óptimo de las empresas dentro del intervalo de la muestra analizada. De acuerdo con el gráfico este tamaño está alrededor de 28 millones de metros cúbicos que equivalen aproximadamente a 149.572 suscriptores, asumiendo un consumo promedio de 187,2 m³ anuales por suscriptor.

Gráfico 13. Economías de escala de largo plazo versus metros cúbicos facturados.



Fuente: Revollo & Londoño, 2010

En el gráfico 13, el tamaño óptimo dentro del intervalo se obtiene considerando en primer lugar, que existen deseconomías si ES_C es menor que uno y en segundo lugar, que el desarrollo de las economías de escala se encuentra asociado a unas condiciones de producción específicas, que permitan diluir los costos fijos en un mayor número de unidades.

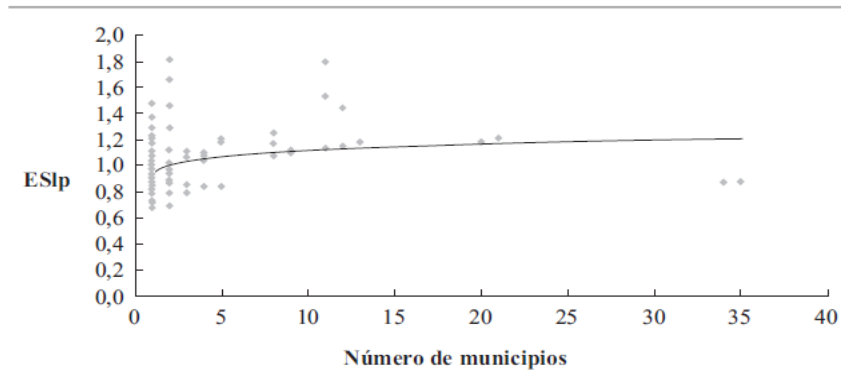
Adicionalmente, (Revollo & Londoño, 2010) estimaron las economías de escala de largo plazo teniendo en cuenta el número de municipios, mediante la siguiente expresión:

$$ES_{LM} = \frac{1 - \left(\frac{\partial VC}{\partial Z_i} \right)}{\left(\frac{\partial VC}{\partial Y_i} \right) + \left(\frac{\partial VC}{\partial Z_m} \right)}$$

Esta medida es útil, ya que la iniciativa de regionalización incluye la agregación de varios municipios bajo un mismo prestador. Así, se puede tener una idea del impacto del número de municipios sobre las economías de escala en el largo plazo. (Revollo & Londoño, 2010).

Para conocer la relación entre las economías de escala y el número de municipios, en el gráfico se observa como **las economías de escala aumentan a medida que aumenta el número de municipios**. Para dos municipios las economías de escala son constantes (iguales a uno). A partir de dos municipios, las economías de escala aumentan y presentan rendimientos marginales decrecientes. Esto significa que a medida que aumenta el número de municipios, las economías de escala van en aumento pero cada vez en menor medida.

Gráfico 14. Economías de escala de largo plazo versus número de municipios



Fuente: Revollo & Londoño, 2010

Se evidencia el potencial de aprovechamiento de las economías de escala cuando las empresas prestan sus servicios en más de un municipio.

B. Economías de alcance

Las economías de alcance se dan cuando los costos de la producción conjunta de dos o más productos o servicios son menores a los costos de producción por separado de cada producto. De acuerdo con lo reportado por (Revollo & Londoño, 2010), las economías de alcance se derivan de a) la reducción de costos fijos y b) la complementariedad de los costos, dada la producción conjunta.

(Revollo & Londoño, 2010), para estimar las economías de alcance para los servicios de acueducto y alcantarillado (Y_i, Y_j) utilizaron una función de costos cuadrática. A partir de la especificación cuadrática, estimaron las economías de alcance de acuerdo con la fórmula propuesta por Pulley y Humphrey en 1991:

$$EA = \frac{\alpha_0 - \delta_{ij} Y_i Y_j}{VC(Y_i, Y_j, P, Z)},$$

Donde el intercepto de la función cuadrática representa el ahorro en los costos fijos que se distribuyen entre los dos productos, y δ_{ij} representa la complementariedad entre los costos de ambos productos. Existen economías de alcance si δ_{ij} es negativo y, por consiguiente, si EA es positivo.

De acuerdo con los resultados (parámetros) del modelo cuadrático utilizado por (Revollo & Londoño, 2010) para estimar economías de alcance en los servicios de acueducto y alcantarillado, y usando la fórmula anterior, se encontraron economías de alcance para los servicios de acueducto y alcantarillado. La interacción entre los dos productos es negativa (-0,215), y las economías de alcance positivas para los valores de los límites del intervalo de confianza del parámetro de interacción (0,22 y 0,54), lo que corrobora la existencia de economías de alcance; por lo tanto, un aumento en la producción de uno de los productos disminuye el costo de producción de ambos productos. Esto demuestra que económicamente es más ventajosa la prestación simultánea de los dos servicios.

5.3.2 Análisis de las economías de escala para el servicio de agua en otros países

5.3.2.1 Productividad y Eficiencia en la Industria del Agua

En su investigación sobre Productividad y Eficiencia en la Industria del Agua, (Abbott & Cohen, 2009), realizaron un análisis comparativo de los resultados obtenidos respecto al alcance o posibilidad de alcance de economías de escala en diferentes países (EEUU, Inglaterra, Corea, Canadá, Italia, Japón, Francia, Colombia, Brasil, entre otros) encontrando resultados diversos frente a aspectos geográficos, densidad de población, tipos de consumidores etc. Las conclusiones observadas por ellos plantean que en la mayoría de estas investigaciones los pequeños negocios de administración de agua potable y sistemas de agua comunitarios generalmente presentan economías de escala que pueden ser aprovechadas en la medida en que se aumenta de tamaño. Ellos también concluyen que no existe un consenso general frente al número de consumidores óptimo que permite estas economías lo cual depende de diversos factores; sin embargo, el número de conexiones donde se encontraron economías de escala varía de 100.000 a 766.000 e incluso hasta un millón.

De otro lado, la investigación de (Worthington & Higgs, 2014) enfocada en economías de escala y alcance en los servicios de agua urbanos australianos, encontró evidencia estadística que sugiere fuertes economías de escala en niveles relativamente bajos de producción.

El documento de Andrew C. Worthington y Helen Higgs estima las economías de escala y el alcance de 55 de las principales empresas urbanas de Australia durante el período 2005/06 a 2008/09. Los modelos utilizados especifican los costos operativos y de capital en función del cumplimiento químico y microbiológico, las pérdidas de agua, la calidad y el servicio del agua, las interrupciones principales en el servicio del agua, las propiedades conectadas totales y el agua urbana suministrada. Entre las variables de entrada utilizadas para ayudar a determinar los costos de los servicios de agua, se incluye la densidad de las propiedades atendidas.

En términos de economías de escala los autores concluyeron que existe evidencia de que los costos operativos de las empresas de agua urbanas se beneficiarían de una escala creciente con respecto al cumplimiento de sustancias químicas, la calidad del agua y las quejas de servicio y el número de propiedades conectadas; es decir, los costos promedio de cada una de estas salidas se vuelven más bajos a medida que aumenta la producción.

En contraste, los costos de capital se beneficiarían de los aumentos de escala con respecto a la gestión de las pérdidas de agua y las rupturas de las tuberías principales; es decir, los costos promedio de reducir las pérdidas de agua y los cortes de agua también se vuelven más bajos a medida que aumenta la producción.

Frente a las economías de escala, la evidencia sugiere que existen economías fuertes en niveles de producción relativamente bajos para las empresas de agua australianas (hasta el 75% de la producción media o aproximadamente 90.000 propiedades conectadas). Una implicación es que la agregación horizontal, con el fin de aprovechar dichas economías de escala, proporcionará ganancias de eficiencia, especialmente si los sitios a integrar están ubicados en una proximidad geográfica cercana y si el aumento en la escala no requiere una inversión significativa en los costos del sistema.

5.3.2.2 Regionalización de las empresas de suministro de agua y alcantarillado como una solución para la eficiencia del sector de abastecimiento de agua y alcantarillado: caso de Albania

El tema de regionalización es abordado por (Gjebrea, 2013). En su investigación llamada "Regionalización de las empresas de suministro de agua y alcantarillado como una solución para la eficiencia del sector de abastecimiento de agua y alcantarillado: caso de Albania", el autor analiza la situación para 2011 de 57 empresas de agua y alcantarillado observando que el 74% de ellas atiende a una población de menos de 50.000 personas, lo que sumado a los numerosos estudios econométricos previos que han demostrado que las economías de escala son más fuertes para pequeñas empresas de suministro de agua y alcantarillado sugiere argumentos sólidos para la existencia de economías de escala. Los tres indicadores de rendimiento analizados (cantidad de personal por cada 1.000 m³ agua más conexiones de alcantarillado, costo operativo total por m³ producido y vendido y la cobertura de costos de operación directa basada en ingresos y cobros) utilizaron datos que se calcularon sobre la base del promedio ponderado para agrupaciones de

prestadores de servicios de agua utilizando la relación: población atendida/utilidad de la respectiva empresa, como parámetro de comparación.

El resultado del análisis muestra que un aumento en la población atendida se relacionará normalmente con una mayor densidad de población, lo que también contribuye directamente a lograr economías de escala y superar una población atendida de 100.000 personas es donde las economías de escala pueden comenzar a generar una verdadera diferencia. Según los autores, para lograr esta eficiencia, la agregación de empresas y la regionalización pueden ser la solución, dadas las condiciones propias de producción y densidad observadas en el país.

5.4 Parámetros de Sostenibilidad Ambiental

Normalmente la literatura al referirse a la sostenibilidad tiene en cuenta los recursos que han de requerir las futuras generaciones; sin embargo, si se considera que las consecuencias de un uso inadecuado de los recursos deben asumirse también en el corto y el mediano plazo, se puede entender por desarrollo sostenible, aquél desarrollo que es capaz de satisfacer las necesidades actuales sin comprometer los recursos y posibilidades de las presentes y futuras generaciones.

El recurso hídrico, en todos los contextos, está siendo objeto de un uso insostenible por la presión humana, agravando cada vez más su disponibilidad (cantidad y calidad). De acuerdo con (Ordoñez, 2011) estos factores de presión son fundamentalmente la sobreexplotación de acuíferos, el vertimiento de sustancias contaminantes a los cuerpos de agua, los cambios en el uso del suelo tales como la deforestación, las prácticas agrícolas inadecuadas, el incremento de urbanizaciones en zonas de producción hídrica, entre otros.

Este decrecimiento en la disponibilidad hídrica aunado a un uso ineficiente del recurso y a un alto índice de crecimiento poblacional, generan conflictos los cuales se están incrementando y tienden a agravarse si no se toman las medidas necesarias, tales como la regulación del uso del agua a través de mecanismos de planificación y de la aplicación de parámetros de sostenibilidad que permitan su protección y su distribución en forma racional.

Lo planteado en los capítulos 2, 3 y 4, hizo posible la identificación de 5 debilidades en cuanto a la gestión integral del recurso hídrico en el país, las cuales fueron descritas con detalle en la página 60 y se resumen en: no se han descentralizado las decisiones que se toman en torno al recurso; ineficiencia en la operación de la prestación del servicio de agua a nivel local (atomización de pequeños prestadores); débil incorporación de los riesgos asociados a la oferta y disponibilidad del agua en los instrumentos de gestión; debilidad general para cuantificar o estimar tanto la oferta como la demanda de agua; y por último, priman los requerimientos de agua para las actividades económicas por encima de la continuidad de los ecosistemas claves para la regulación de la oferta hídrica en la jurisdicción.

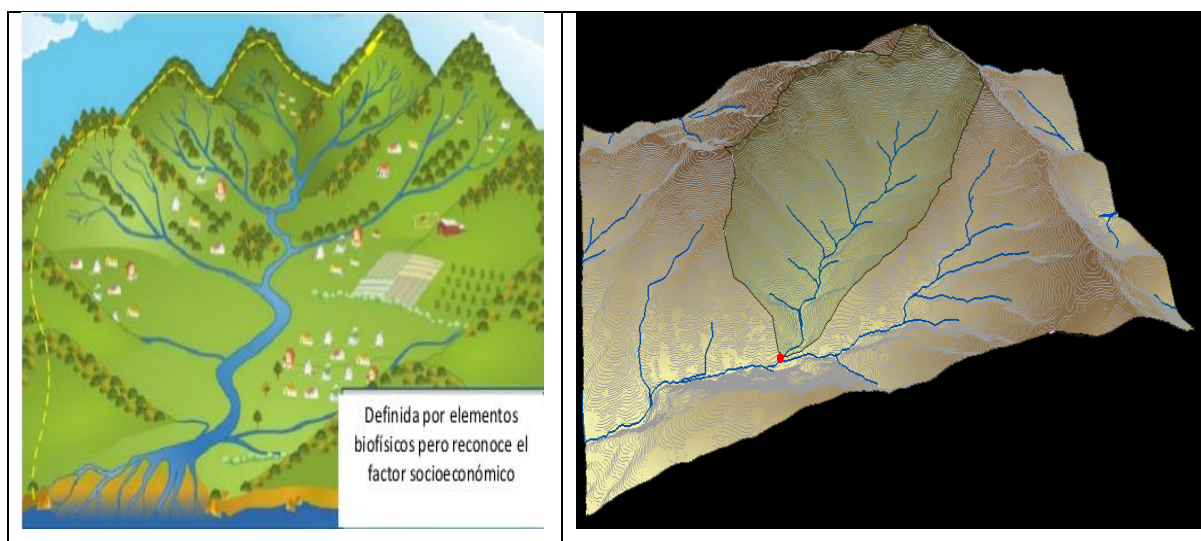
El presente estudio propone abordar estas debilidades a partir de un criterio que integra el uso de algunos parámetros de sostenibilidad ambiental en busca de un equilibrio entre la oferta y la demanda de agua, su distribución equitativa y la continuidad de los ecosistemas. A continuación, se definen estos parámetros.

5.4.1. La Cuenca como unidad de gestión integral del recurso hídrico

Según lo reportado por (García, 2006), la cuenca es un sistema de captación y concentración de aguas superficiales en el que interactúan recursos naturales y asentamientos humanos dentro de un complejo de relaciones, donde los recursos hídricos aparecen como factor determinante. La cuenca hidrográfica, sus recursos naturales y sus habitantes, poseen connotaciones físicas, biológicas, económicas, sociales y culturales que le confieren características peculiares.

Una cuenca comprende un territorio, una especie de embudo natural cuyos bordes son los vértices de las montañas, por donde confluyen y escurren las aguas, y la boca es la salida del río o arroyo. Las cuencas hidrográficas pueden ser grandes, medianas o pequeñas. En cuanto a tamaño y complejidad, los conceptos de pequeñas cuencas o microcuencas, pueden ser muy relativos cuando se desarrollen acciones, recomiendan entonces utilizar criterios conjuntos de comunidades o unidades territoriales manejables desde el punto de vista hidrográfico²⁸.

Figura 15. Estructura de la cuenca hidrográfica



Fuente: Global Water Partnership, Central America, 2018²⁹.

Como subsistema biofísico la cuenca está constituida por una oferta ambiental en un área delimitada por la divisoria de aguas y con características específicas de clima, suelos, bosques, red hidrográfica, usos del suelo, componentes geológicos, etc. Como subsistema económico la cuenca presenta una disponibilidad de recursos que se combinan con técnicas diversas para producir bienes y servicios; es decir, en toda cuenca hidrográfica existe alguna o algunas posibilidades de explotación o transformación de recursos. Como subsistema social involucra las comunidades humanas asentadas en su área, demografía, acceso a servicios básicos de agua y saneamiento, estructura organizativa, formas de organización, actividades, entre otros, que necesariamente causan impactos sobre el ambiente natural. (García, 2006).

²⁸ http://www.colsan.edu.mx/investigacion/aguaysociedad/proyectogro2/Biblioteca/Bibliografia/M%F3dulo%204/manual_man_ejo_de_cuencas_modulo_1%5B1%5D.pdf

²⁹ <https://es.slideshare.net/sjnavarro/vulnerabilidad-tenorio>

El territorio de la cuenca facilita la relación entre sus habitantes, independientemente de si éstos se agrupan allí en comunidades delimitadas por razones político-administrativas, debido a su dependencia común a un sistema hídrico compartido, a los caminos y vías de acceso y al hecho de que deben enfrentar riesgos comunes.

De acuerdo con el autor en cita, en general, para efectos de la gestión y administración de los recursos naturales, la cuenca hidrográfica se ha entendido como una fuente de recursos hídricos, como un espacio ocupado por un grupo humano que genera una demanda sobre la oferta de los recursos naturales renovables y realiza transformaciones del entorno y sus recursos, como un sistema de relaciones e interacciones complejas, tanto internas como externas.

Por lo anterior, la cuenca es un espacio idóneo para llevar a cabo la labor conjunta y coordinada de la planeación, de la gestión de los recursos naturales. Según los reportes de (García, 2006), siempre que sea posible la cuenca hidrográfica debe ser tomada como unidad para llevar a cabo la planeación de los recursos del agua, y para ello es necesario hacer un análisis de la evolución económica y social de la zona.

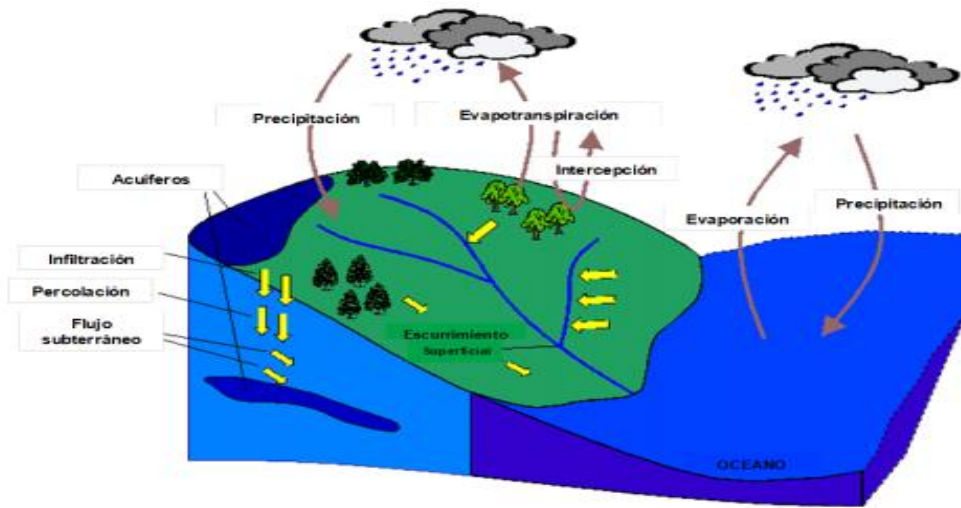
Adicionalmente, para (Vélez, Guerra, & Gonzalez, 2013), una gestión eficiente en la prestación del servicio público de agua debe considerar como aspectos fundamentales el costo, la sostenibilidad y la viabilidad económica de la prestación del servicio; razón por la cual afirman que las economías de escala y de alcance son un argumento que respalda la cuenca como la unidad básica de regionalización e integración en la prestación de los servicios de agua potable y saneamiento.

5.4.2. El Ciclo Hidrológico y el Balance Hídrico

Para (Ordoñez, 2011), el término Ciclo Hidrológico toma el sentido de distribución y movimiento del agua en diferentes fases, bajo y sobre la superficie de la tierra. Según el autor en cita, “se denomina Ciclo Hidrológico al movimiento general del agua, ascendente por evaporación y descendente primero por las precipitaciones y después en forma de escorrentía superficial y subterránea”; es decir, que es el proceso global por el cual se considera al agua un recurso natural renovable; debido a que en esa circulación espontánea y continua el líquido vital se purifica y retorna temporalmente a sus fuentes, que la ponen al alcance de sus múltiples demandantes. Ver figura 16.

El ciclo hidrológico (Figura 15) es la sucesión de etapas que atraviesa el agua al pasar de la tierra a la atmósfera y volver a la tierra. El ciclo hidrológico involucra un proceso de transporte recirculatorio e indefinido o permanente, este movimiento permanente del ciclo se debe fundamentalmente a dos causas: la primera, el sol que proporciona la energía para elevar el agua (evaporación, evapotranspiración); la segunda, la gravedad terrestre, que hace que el agua condensada descienda (precipitación) y luego escurra.

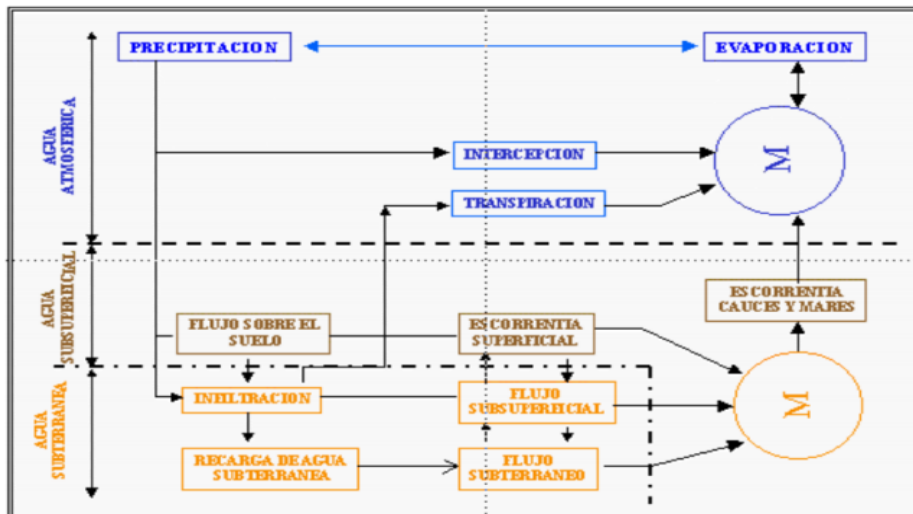
Figura 16. Representación del Ciclo Hidrológico



Fuente: Ordoñez, 2011.

De acuerdo con (Ordoñez, 2011), los fenómenos hidrológicos son muy complejos, por lo que nunca pueden ser totalmente conocidos. Sin embargo, a falta de una concepción perfecta, se pueden representar de una manera simplificada mediante el concepto de sistema. Ver figura 17.

Figura 17. Representación Flujo del Sistema Hidrológico



Fuente: Ordoñez, 2011.

Según lo reportado por (Fernández, Suárez, & Pérez, 2007) para poder estudiar y determinar en forma cuantitativa todos estos procesos físicos que contribuyen a la formación y a la variación espacio- temporal del recurso hídrico en una zona determinada, se utiliza el Balance Hídrico -BH, formulación matemática de la interrelación y distribución espacial del agua en sus diferentes fases.

El balance hídrico se basa en la ley física universal de conservación de masas y representa una de las herramientas de mayor uso en la práctica hidrológica; expresa la equivalencia entre los aportes de agua que entran por un lado en una unidad hidrográfica

determinada y la cantidad de agua que se evacua por el otro, considerando además las variaciones internas en el almacenamiento de humedad ocurridas durante un periodo de tiempo determinado.

Los balances hídricos, tanto globales como regionales permiten determinar la disponibilidad hídrica natural de las áreas en consideración y conocer el comportamiento de la oferta de agua, bien sea superficial o subterránea, a través del estudio de las diferentes fases del ciclo hidrológico.

Para Ordoñez, 2011, la evaluación de los recursos hídricos de una cuenca requiere de una estimación correcta del balance hídrico, es decir, comprender el ciclo en sus diferentes fases, la forma en que el agua que se recibe por precipitación y se reparte entre el proceso de evapotranspiración, escorrentía e infiltración.

El autor en cita afirma que:

“Del agua que cae en un determinado sitio (precipitación), parte vuelve a la atmósfera ya sea por evaporación directa o por transpiración de la vegetación (evapotranspiración); otra parte escurre por la superficie de la cuenca (escorrentía superficial)”.

Este escurrimiento, fluye a través de la red de drenaje de la cuenca o microcuenca hasta alcanzar los cauces principales y finalmente el mar, y el resto se infiltra en el terreno y se incorpora al sistema de aguas subterráneas o acuífero (infiltración).

Del balance hídrico, se puede conocer el estado de humedad de la cuenca el cual está asociado al aporte de precipitación recibida y descontando las pérdidas generadas.

La oferta hídrica se determina fundamentalmente cuantificando los términos de la ecuación del balance hídrico, aplicación del principio de conservación de masa, también conocida como ecuación de continuidad.

Se establece que, para cualquier volumen y durante un determinado tiempo, la diferencia entre las entradas y las salidas de agua está condicionada por la variación del volumen almacenado.

La herramienta que permite determinar la disponibilidad y la suficiencia del caudal base para mantener tanto los caudales de abastecimiento de los usuarios de la cuenca o microcuenca, del acueducto y el caudal ecológico, se llama Balance Hídrico. Por ellos se trata de un parámetro de sostenibilidad ambiental.

5.4.2.1. Determinación de las deficiencias y excedentes hídricos en la cuenca estimados a partir de los balances hídricos normal y secuencial

De acuerdo con (Lozada & Sentelhas, 2003), un Balance Hídrico -BH puede ser calculado con valores medios o normales climatológicos y se le denomina balance hídrico normal, o con valores secuenciales a lo largo de uno o varios años, denominado balance hídrico secuencial o seriado.

El balance hídrico normal permite identificar regiones húmedas donde los excedentes ocurren durante todo el año, regiones semiáridas o áridas donde las deficiencias son las que prevalecen y aquellas regiones con deficiencias durante una época del año y

excedentes en la otra. Sin embargo, según lo reportado por (Lozada & Sentelhas, 2003), es conocido que este procedimiento no considera la variabilidad interanual del clima, específicamente de la precipitación, por lo que la ocurrencia de eventuales déficits en regiones húmedas o excesos en regiones áridas o semiáridas, así como la variación de la magnitud de los mismos en años muy húmedos o muy secos, no serían identificados por este tipo de balance.

Por su parte, el BH secuencial permite el monitoreo en tiempo real de las condiciones hídricas del suelo para cada período de análisis. En ese sentido, los citados autores señalan que el balance hidrológico normal es insuficiente cuando se requiere conocer las probabilidades de ocurrencias de déficits o excesos de una determinada región, sugiriendo como solución el uso del balance hidrológico seriado o secuencial donde la variabilidad interanual estaría siendo considerada.

(Lozada & Sentelhas, 2003) en su estudio determinaron las posibles variaciones y la relación existente entre los déficits y excesos hídricos obtenidos con el balance hídrico normal y secuencial. El estudio se realizó para siete localidades de Venezuela, con registros que variaron de 21 a 53 años, usando el método de Thornthwaite y Mather. Los resultados mostraron que el balance hídrico normal subestimó los déficits y excesos en casi todos los casos. La mayoría de las localidades presentaron déficits menores o próximos a un 25% de probabilidad, y los excesos estuvieron entre 25% y 50%. Los déficits y excesos promedios obtenidos con el balance hídrico secuencial son próximos o superiores al 50% de probabilidad de la estimación, mostrando una mejor representación de la realidad.

Estos resultados confirman que en aquellas condiciones hídricas donde ocurren eventuales déficits o excesos no esperados, estos no son detectados por el BH normal, incurriéndose principalmente en subestimaciones de estas variables. Esto se puede atribuir al uso de valores promedios, principalmente de la precipitación, elemento que presenta la mayor variabilidad interanual en las condiciones tropicales. En este sentido, (Lozada & Sentelhas, 2003) señalan que los BH secuenciales permiten poner en evidencia excesos o déficits circunstanciales, en áreas donde predominan los déficit o excesos, respectivamente. Concluyeron que este tipo de balance permite conocer la variación interanual de los déficit y excesos, sus frecuencias y probabilidades. De esta forma se pone en evidencia la influencia que la variabilidad interanual del clima puede ejercer en la caracterización hidroclimática de una localidad o región.

5.4.2.2. Balance hídrico de consumo mediante modelación y simulación dinámica para la gestión de caudales en la cuenca alta del Río Pamplonita, Colombia

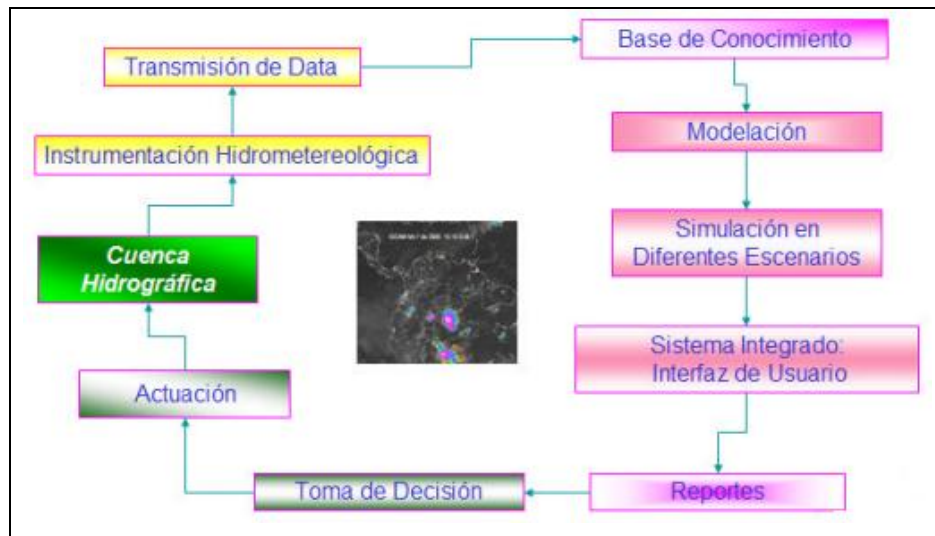
La toma de decisiones acerca de la gestión integral del agua que puede comprender acciones tales como la regionalización del servicio, es una tarea que debe estar respaldada tanto en las economías de escala como en una base científica sólida, como respuesta a las necesidades y situaciones cambiantes del sector. Según (Fernández, Suárez, & Pérez, 2007), para responder a este reto, la modelación de sistemas dinámicos se convierte en una alternativa efectiva de comunicación entre los técnicos, administradores y usuarios del recurso en general.

En este contexto, estos autores desarrollaron tres modelos dinámicos para la gestión del agua en la cuenca Alta del Río Pamplonita, soportados tanto en la reglamentación de la Corporación Ambiental Regional-CORPONOR en cuanto al uso del agua en las

microcuencas, como en los datos de consumo de agua y proyección poblacional de la ciudad de Pamplona. A partir de ellos fue posible, en primer lugar, establecer escenarios prospectivos de demanda de agua en las microcuencas con el fin de determinar la suficiencia del caudal base para mantener los caudales de abastecimiento de los usuarios de la microcuenca, del acueducto, y el caudal ecológico. En segundo lugar, fue posible establecer el modelo de oferta y abastecimiento de agua para la población proyectada a 2025.

La Figura 18, muestra la contribución que la Hidroinformática, desarrollada bajo el enfoque de sistemas dinámicos integrados con inteligencia artificial y herramientas web, puede tener en la solución de problemas referidos a la cantidad y calidad del agua en la cuenca, y en la estimación del tamaño de equilibrio para la regionalización del servicio.

Figura 18. Prototipo de flujo de toma de decisiones



Fuente (Fernández, Suárez, & Pérez, 2007)

De acuerdo con (Fernández, Suárez, & Pérez, 2007), la incertidumbre sobre la disponibilidad en calidad y cantidad de agua en la cuenca, en razón a su creciente número de pobladores, puede ser abordada a través del enfoque de la teoría de los sistemas dinámicos, establecida por el Profesor J.W. Forrester en el Instituto Tecnológico de Massachussets (MIT) como un conjunto de herramientas que representan la estructura de sistemas complejos, así como el análisis de su comportamiento.

El rasgo más importante de los sistemas dinámicos consiste en elucidar la estructura endógena del sistema en cuestión, para describir las relaciones de los elementos del sistema y experimentar con el cambio en las relaciones dentro del mismo, cuando diferentes decisiones son incluidas. Según estos autores, es de resaltar, que el sistema puede ser completamente representado en razón de sus procesos físicos, químicos y biológicos, de manera que este tipo de modelación es ideal para representar sistemas ecológicos.

En este contexto, el Centro de Investigaciones en Hidroinformática de la Universidad de Pamplona, abordó con un enfoque de sistemas dinámicos, el estudio del balance hídrico en las cuencas abastecedoras del acueducto municipal de la ciudad de Pamplona, acorde

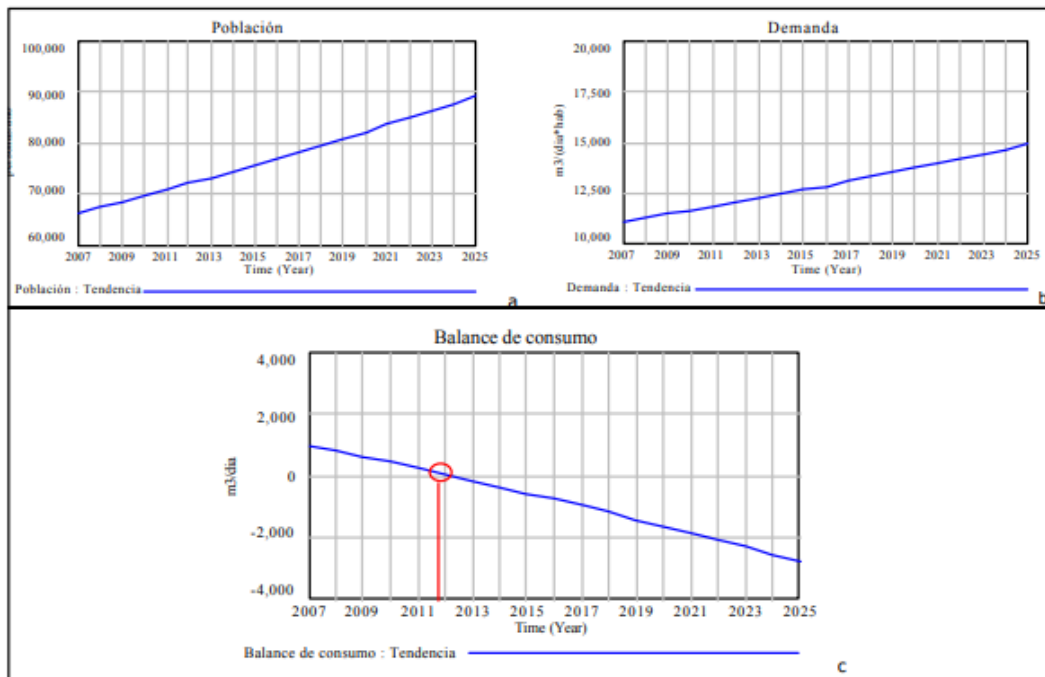
con las proyecciones poblacionales hasta alcanzar la capacidad máxima de los caudales, es decir la oferta limite.

El modelo para Abastecimiento de la Ciudad de Pamplona consideró la información consolidada de la oferta de caudales de cada una de las microcuencas; el caudal ecológico del 15%; el caudal tomado por las bocatomas del acueducto, al igual que las captaciones de adicionales; el consumo per-cápita; la dinámica poblacional.

Según las conclusiones y consideraciones finales reportadas por (Fernández, Suárez, & Pérez, 2007), intervenir las microcuencas Monteadentro y El Volcán en cuanto al uso eficiente de los recursos hídricos, así como en la proyección del abastecimiento de agua potable en la ciudad de Pamplona, a través de técnicas de modelación y simulación de dinámica de sistemas en busca de toma de decisiones adecuadas, se convierte en una alternativa de gran importancia dada la necesidad del aprovisionamiento de agua para los habitantes de la ciudad, así como para quienes dependen del agua que se deja escurrir hacia la cuenca media y baja del río pamplonita, especialmente la ciudad de Cúcuta.

En el Gráfico 15 se aprecian los resultados de la simulación a 2025 para las variables Población y Demanda; así como también el Balance de Consumo. En este último, se observa un déficit a partir del año 2012.

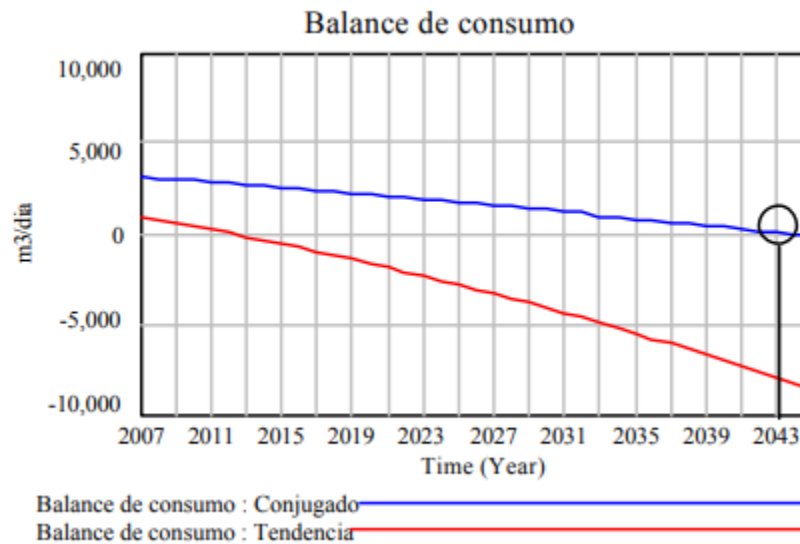
Gráfico 15. Tendencias Poblacionales (a), de Demanda (b), Balance de Consumo (c) al año 2025



Fuente: (Fernández, Suárez, & Pérez, 2007)

Al buscar la optimización del abastecimiento conjugando alternativas en una simulación que tuvo en cuenta los siguientes criterios: el aumento en la toma de dos de los afluentes (respetando el Caudal Ecológico); una reducción del consumo y el descenso en la tasa de natalidad; fue posible establecer que sería posible mantener el balance de oferta y consumo hasta el año 2043.

Gráfico 16. Simulación de la conjugación de diferentes medidas



Fuente: (Fernández, Suárez, & Pérez, 2007)

5.4.3. Caudal Ecológico

El caudal ecológico en ríos y fuentes de agua, además de constituir un parámetro ambiental, es un instrumento de gestión que permite acordar un manejo integrado y sostenible de los recursos hídricos que establece la calidad, cantidad y régimen del flujo de agua requerido para mantener los componentes, funciones, procesos y la resiliencia de los ecosistemas acuáticos que proporcionan bienes y servicios a la sociedad.

El Caudal Ecológico concilia la demanda económica, social y ambiental del agua, reconoce que los bienes y servicios de las cuencas hidrológicas dependen de procesos físicos, biológicos y sociales, y que únicamente conservando el agua que éstos necesitan, se puede garantizar su provisión futura.

En la práctica, el Caudal Ecológico busca reproducir en alguna medida el régimen hidrológico natural (RHN), conservando los patrones estacionales de caudales mínimos y máximos -temporada de sequías y lluvias, respectivamente-, su régimen de crecidas y tasas de cambio -de especial interés para la gestión de infraestructura hidráulica o hidroeléctrica. Estos componentes del RHN determinan la dinámica de los ecosistemas acuáticos y su relación con los ecosistemas terrestres³⁰.

Al resumir el concepto que sobre Caudal Ecológico reportan diversos autores, se encuentra que corresponde al caudal suficiente para preservar los valores ecológicos de la cuenca, como los hábitats naturales, la dilución de contaminantes como pesticidas, la amortiguación de extremos climatológicos e hidrológicos.

De acuerdo con (Fernández, Suárez, & Pérez, 2007), el caudal ecológico suele ser del 15% del caudal promedio.

³⁰ http://awsassets.panda.org/downloads/fs_caudal_ecologico.pdf WWF

5.4.4. Incorporación de los riesgos asociados a la oferta y disponibilidad del agua, en la gestión integrada del recurso hídrico

Dado que la incorporación de la gestión integral de los riesgos asociados a la oferta y disponibilidad el agua es aún débil; según los hallazgos encontrados en el presente estudio la mayoría de las entidades (corporaciones regionales o autoridad ambiental) no cuentan con programas de identificación y análisis de riesgos asociados al Recurso Hídrico.

Para (Ordoñez, 2011), si al proceso de variabilidad climática, se le incorpora el tema de Cambio Climático, se observa que el comportamiento espacial y temporal de la precipitación, temperatura y caudal, vienen sufriendo alteración en su régimen que hacen prever la probabilidad de ocurrencias de eventos extremos asociados a una deficiencia o exceso de agua. En ambos casos, es importante no sólo cuantificar el recurso hídrico sino también considerar sus riesgos asociados, conocerlos, incorporarlos a la planificación y establecer medidas oportunas de reducción y adaptación.

5.5. Criterio para la aproximación a un tamaño de equilibrio en la prestación sostenible del servicio de agua potable

Para (Vélez, Guerra, & Gonzalez, 2013), pese a que uno de los argumentos que se han presentado a favor de la regionalización del servicio de agua se centra alrededor de los aprovechamientos de las economías de escala, este concepto se ha de abordar dentro de un marco de referencia que permita definir parámetros o criterios de aplicación válidos.

Partiendo de lo anterior, y de que no se puede pretender realizar un conglomerado de forma indiscriminada porque existen límites para el aprovechamiento de las economías de escala, se propone aquí un criterio que tiene como fin obtener una aproximación al tamaño de equilibrio para la prestación sostenible del servicio de agua potable, mediante la integración de los parámetros de sostenibilidad ambiental previamente señalados y del uso de herramientas tales como la modelación y simulación dinámica.

Condiciones del Criterio propuesto:

- Para llevarse a cabo el criterio, debe tenerse presente que el desarrollo de las economías de escala se encuentra asociado a unas condiciones de producción específicas, que permitan diluir los costos fijos en un mayor número de unidades, y por lo tanto, disminuir los costos totales unitarios (costo medio) al producir más metros cúbicos, al conectar un nuevo usuario o al densificar un área de prestación.

El criterio puede ser aplicado por localidades o empresas prestadoras del servicio de agua potable, dentro de una cuenca o microcuenca, que deseen o puedan aumentar cobertura agregando otras localidades, o por aquellas que dentro de la jurisdicción de la cuenca o microcuenca se deseen agrupar. También sirve de base a los usuarios del recurso y planificadores en el establecimiento de lineamientos a seguir para su uso sostenible y búsqueda del equilibrio entre las necesidades antrópicas y las del ecosistema natural.

- Para procurar el uso sostenible y responsable del agua en la cuenca es necesario, según (Fernández, Suárez, & Pérez, 2007), contemplar la capacidad máxima de los caudales, es decir la oferta límite, y brindar información a los tomadores de decisión, que permita que el agua en la cuenca se desarrolle y administre de forma equitativa y sea utilizada para promover las metas sociales de cobertura sin que se comprometa la sustentabilidad de los ecosistemas vitales que intervienen en su ciclo.

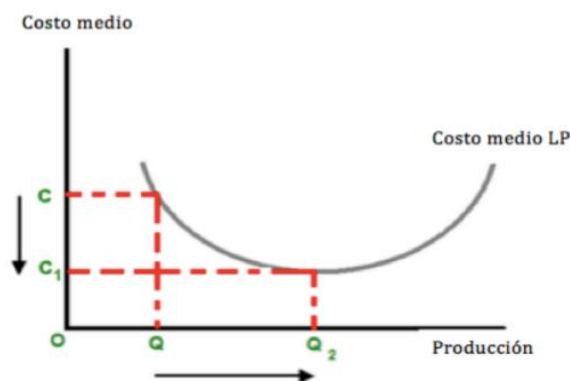
En ese sentido, es necesario determinar mediante el balance hídrico el estado actual de la oferta y disponibilidad del recurso hídrico en la cuenca o microcuenca, considerando los riesgos asociados. También la presión por la demanda del mismo teniendo en cuenta su distribución espacial y temporal. Esto último mediante el uso de herramientas como la modelación y simulación dinámica.

En qué consiste el Criterio propuesto y las variables que involucra:

- En primer lugar se define el rango de producción en el cual se presentan economías de escala en la prestación del servicio de agua potable: rango en el cual el costo medio disminuye debido a que los costos fijos se distribuyen en unidades adicionales de producto, sean metros cúbicos, al conectar un nuevo usuario o al densificar un área de prestación. El rango finaliza o comprende hasta aquel punto o nivel de producción donde el costo medio vuelve a subir debido a las limitaciones de capacidad.
- Una vez definido el rango explicado en el punto anterior, se determina el caudal (m^3/seg) que corresponda con la variable de producción para la cual se obtuvo el rango donde se presentan economías de escala.
- Se selecciona un nivel de producción o caudal, que esté contenido en dicho rango y que respete en todo caso el Caudal Ecológico definido previamente.

La figura 19 se utiliza para ilustrar la relación de lo que sería la oferta límite o capacidad máxima de los caudales de la cuenca (Q_2) versus el costo medio de la prestación del servicio, se observa además el intervalo en el cual se presentarían las economías de escala, antes de que el costo medio repunte o vuelva a subir.

Figura 19. Representación del Criterio propuesto



NOTA: En la figura, tomada de (Economías de Escala, Pontificia Universidad Católica de Chile, 2012), Q se refiere a la cantidad producida (específicamente caudal).

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- 6.1. Tal como lo señalan (Vélez, Guerra, & Gonzalez, 2013), a pesar del carácter descentralizado del servicio de agua, con la centralización pero a nivel de región o subregión (jurisdicción de la cuenca), el gobierno regional puede realizar importantes economías de escala, evitar ineficiencias que llevan a la escasez, contribuir al acceso de todos los ciudadanos al suministro de agua (aumento de cobertura) y hacer más eficientes las inversiones públicas.
- 6.2. El Gobierno Nacional diseñó los Planes Departamentales de Agua y Saneamiento para el Manejo Empresarial de los Servicios de Acueducto, Alcantarillado y Aseo, con el fin de afrontar las limitaciones en los temas de estructura dispersa de la industria y desaprovechamiento de las economías de escala, desarticulación de las diferentes fuentes de recursos, planificación y falta de integralidad y de visión regional, limitado acceso al crédito y lentitud en los procesos de modernización empresarial.
- 6.3. Con base en los resultados obtenidos por (Revollo & Londoño, 2010), podrían estructurarse proyectos que articulen la prestación del servicio para un mínimo de 150.000 suscriptores (equivalentes a un aproximado de 28 millones de metros cúbicos de agua). Para conocer la relación entre las economías de escala y el número de municipios, estos autores encontraron que las economías de escala aumentan a medida que aumenta el número de municipios. A partir de dos municipios las economías de escala aumentan y presentan rendimientos marginales decrecientes. Esto significa que a medida que aumenta el número de municipios las economías de escala van en aumento pero cada vez en menor medida.
- 6.4. Lo planteado en los capítulos 2, 3 y 4, hizo posible la identificación de 5 debilidades en cuanto a la gestión integral del recurso hídrico en el país, que se resumen en: no se han descentralizado las decisiones que se toman en torno al recurso; ineficiencia en la operación de la prestación del servicio de agua a nivel local (atomización de pequeños prestadores); débil incorporación de los riesgos asociados a la oferta y disponibilidad del agua en los instrumentos de gestión; debilidad general para cuantificar o estimar tanto la oferta como la demanda de agua; y por último, priman los requerimientos de agua para las actividades económicas por encima de la continuidad de los ecosistemas claves para la regulación de la oferta hídrica en la jurisdicción.

- 6.5. Con el fin de abordar estas debilidades, el Criterio propuesto buscó integrar los diferentes parámetros de sostenibilidad contemplados en el capítulo 5:
- La cuenca se toma como la unidad de gestión, y considerando el área de su jurisdicción se plantea la agregación de dos o más localidades o municipios, o la agrupación de prestadores locales. Su aplicación se ajusta a los fines y objetivos de los PDA –Planes Departamentales de Agua.
 - El balance hídrico permite cuantificar la oferta y la determinación y mantenimiento de los caudales; por ende facilita la administración responsable de la demanda de agua en la cuenca y su jurisdicción, y el equilibrio entre las necesidades antrópicas y las del ecosistema natural.
 - La incorporación de los riesgos relacionados con el recurso hídrico y el suministro de agua permite obtener información más completa y confiable sobre oferta y demanda en la jurisdicción de la cuenca, de forma tal que se contemplen escenarios de variaciones climáticas (cambio climático, fenómenos niño-niña), así como también escenarios de variación en la demanda (cambios en la población, en la cantidad y tipo de consumo, en las actividades económicas, etc).
 - El uso del Caudal Ecológico aplicado tanto en la implementación del Criterio propuesto como en la gestión cotidiana del recurso hídrico, concilia la demanda económica, social y ambiental del agua, reconoce que los bienes y servicios de las cuencas hidrológicas dependen de procesos físicos, biológicos y sociales, y que únicamente conservando el agua que éstos necesitan, se puede garantizar su provisión futura. El uso y aplicación de este parámetro de sostenibilidad logra mitigar el riesgo que enfrentan los ecosistemas.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Abbott, M., & Cohen, B. (2009). Productivity and efficiency in the water industry. *Utilities Policy*, 233-244.
- Acosta, A. (2015). *Los retos en los servicios públicos*. Disponible en internet: www.viva.org.co
www.kienyke.com/kien-escribe/los-retos-en-los-servicios-publicos/: Corporación Viva la Ciudadanía, Edición 467 – 2015.
- Arévalo, C. (2005). *La transformación del sector agua potable y saneamiento básico en Colombia*. Bogotá, Disponible en internet: siteresources.worldbank.org/.../CarmenArevalo-GobiernoColombia...: (consultado 29 de mayo de 2016).
- Arteaga, M. (2017). *Deseconomías de Escala en los Mega-Proyectos Hidroeléctricos*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.
- Ávila Y Lugo, J. (2004). *Introducción a la Economía (apuntes, no. 31)*. México : Plaza y Valdés, S.A.
- Bernanke, B. S., & Frank, R. H. (2007). *Principios de Economía (3a. ed.)*. España: McGraw-Hill.
- Besanko, D. D. (2004). *Economics Of Strategy*. . Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc.
- Amador, L. A. (2011). Fallas del mercado y capacidad de pago: una propuesta para los servicios de acueducto y alcantarillado. *Opinión Jurídica*, 101-118.
- (2003). *Cálculo y fijación de tarifas de agua potable y alcantarillado sanitario en 4 países miembros de ADERASA*.
- Consejo Nacional de Política Económica y Social. (2014). *Política para el Suministro de Agua Potable y Saneamiento Básico en la Zona Rural*. Bogotá D.C., Colombia: DNP.
- Economías de Escala, Pontificia Universidad Católica de Chile. (2012).
<http://web.ing.puc.cl/power/alumno12/smallbeautiful/economias.html>. Recuperado el 22 de Octubre de 2015
- Efrain Dominguez, H. R. (2005). *Relaciones Demanda-Oferta de agua y el índice de escasez de agua como herramientas de evaluación del recurso hídrico colombiano*. Bogotá: Ecología.
- Enciclopedia Financiera, Economías de Escala. (2014).
<http://www.encyclopediainanciera.com/definicion-economias-de-escala.html>. Recuperado el 24 de Octubre de 2015
- Fernández, N., Suárez, C., & Pérez, E. (2007). Modelación y Simulación Dinámica para la Gestión de Caudales en la Cuenca Alta del Río Pamplonita -Un Balance Hídrico de Consumo-. *BISTUA*:

- Revista de la Facultad de Ciencias Básicas*, vol. 5, num.2. Universidad de Pamplona, pp. 80-96.
- Forero, B. C. (2009). La Gestión Integral del Recurso Hídrico. En M. Samper (Ed.), *Apuntes y conclusiones Foro Paipa 2007* (págs. 101-111). Bogotá: Politécnico Gran Colombiano.
- García, W. (2006). *El Sistema Complejo de la Cuenca Hidrográfica*. Obtenido de http://www.medellin.unal.edu.co/~poboyca/documentos/documentos1/documentos-Juan%20Diego/Plnaifi_Cuencas_Pregrado/Sistema%20CuencaHidrogr%E1fica.pdf
- Gjebrea, E. (2013). Regionalization of Water Supply and Sewerage Companies as a Solution for the. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 37-45.
- Gómez, I. (2012). *El agua como bien común y público, desde el análisis de la acción colectiva del referendo por el agua*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- IDEAM. (2014). *Informe anual sobre el estado del medio ambiente y los recursos renovables en Colombia: Estudio Nacional del Agua, relaciones de demanda de agua y oferta hídrica*. Bogotá.
- IDEAM. (16 de febrero de 2017). IDEAM. Recuperado el 20 de marzo de 2017, de http://institucional.ideam.gov.co/jsp/red-hidrometeorologica-y-ambiental_134
- INECON, Ingenieros y Economistas Consultores S.A. –. (2005). *Resumen Ejecutivo de la “Consultoría para la elaboración de un programa de subsidios para el sector de agua potable y saneamiento en Colombia”*.
- Instituto de Desarrollo Económico del Banco Mundial IDE. (s.f.). Guía No. 8 Análisis Tarifario. Washington, D.C.: Serie Abastecimiento de agua potable y saneamiento.
- Lozada, B., & Sentelhas, P. (2003). Relaciones entre deficiencias y excedentes hídricos estimados a partir de los balances hídricos normal y secuencial. *Bioagro*, Vol. 15, num. 3, pp. 209-215.
- Luis Diego Vélez Gómez. (2009). Aspectos económicos de los proyectos del sector público. *Aspectos económicos de los proyectos del sector público*. Medellín, Antioquia, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Medina, C., & Morales, L. F. (2008). Demanda por servicios públicos domiciliarios y pérdida irrecuperable de los subsidios. (U. d. Andes, Ed.) *Desarrollo y Sociedad*(61), 1-42.
- Ministerio de Ambiente - Fuleca. (2015). *Evaluación de los avances en la implementación de la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico en el período 2010 – 2014, a través del inventario en campo, evaluación y sistematización de las actividades realizadas a la fecha*. Bogotá.

Ministerio de Ambiente - Universidad Externado de Colombia. (2 de junio de 2015). *Minambiente, Universidad Externado*. Recuperado el 6 de abril de 2017, de <http://medioambiente.uexternado.edu.co/m3d10AmB/wp-content/uploads/2015/06/Presentaci%C3%B3n-de-Planificaci%C3%B3n-del-Recurso-H%C3%ADrico-en-Colombia.pdf>

Ministerio de Ambiente. (diciembre de 2013). *Minambiente*. Recuperado el 19 de Marzo de 2017, de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/gestion-integral-del-recurso-hidrico/direccion-integral-de-recurso-hidrico/plan-hidrico-nacional#documentos-de-interés>

Ministerio de Ambiente. (27 de mayo de 2014). *Minambiente*. Recuperado el 27 de marzo de 2017, de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/gestion-integral-del-recurso-hidrico/gobernanza-del-agua/programa-de-cultura-del-agua-participacion-y-transformacion-de-conflictos-relacionados-con-el-recurso-hidrico/participacion#documentos-de-interés>

Ministerio de Ambiente. (15 de junio de 2016). *Minambiente*. Recuperado el 26 de marzo de 2017, de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/122-noticias-minambiente/2337-fondos-del-agua-son-un-mecanismo-democratico-y-transparente-para-cuidar-nuestro-recurso-hidrico-minambiente>

Ministerio de Ambiente. (2016). *Minambiente*. Recuperado el 28 de marzo de 2017, de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/temas-gestion-integral-del-recurso-hidrico/2547-encuentro-nacional-de-consejeros-de-cuenca>

Ministerio de Ambiente. (2017). *Minambiente*. Recuperado el 21 de marzo de 2017, de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/gestion-integral-del-recurso-hidrico/gobernanza-del-agua/investigacion-y-gestion-de-la-informacion-de-recurso-hidrico/sistema-de-informacion-del-recurso-hidrico-sirh#documentos-de-interés>

Ministerio de Ambiente. (2017). *Minambiente*. Recuperado el 22 de marzo de 2017, de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/gestion-integral-del-recurso-hidrico/planificacion-de-cuencas-hidrograficas/macrocuencas/avances-en-la-formulacion-de-los-planes-estrategicos>

Ministerio de Ambiente. (2017). *Minambiente*. Recuperado el 22 de marzo de 2017, de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/gestion-integral-del-recurso-hidrico/planificacion-de-cuencas-hidrograficas/cuenca-hidrografica/planes-de-ordenacion>

Ministerio de Ambiente. (2017). *Minambiente*. Recuperado el 22 de marzo de 2017, de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/gestion-integral-del-recurso-hidrico/planificacion-de-cuencas-hidrograficas/cuenca-hidrografica/guia-pomcas#publicaciones>

- Ministerio de Ambiente. (2017). *Minambiente*. Recuperado el 21 de marzo de 2017, de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/gestion-integral-del-recurso-hidrico/administracion-del-recurso-hidrico/demanda/uso-eficiente-y-ahorro-de-agua>
- Ministerio de Ambiente. (2017). *Minambiente*. Recuperado el 21 de marzo de 2017, de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/gestion-integral-del-recurso-hidrico/administracion-del-recurso-hidrico/calidad/vertimientos-y-reuso-de-aguas-residuales>
- Ministerio de Ambiente. (2017). *Minambiente*. Recuperado el 26 de marzo de 2017, de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/gestion-integral-del-recurso-hidrico/gobernanza-del-agua/el-riesgo-en-la-gestion-integral-del-recurso-hidrico>
- Ministerio de Ambiente. (2017). *Minambiente*. Recuperado el 26 de marzo de 2017, de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/gestion-integral-del-recurso-hidrico/gobernanza-del-agua/programa-de-cultura-del-agua-participacion-y-transformacion-de-conflictos-relacionados-con-el-recurso-hidrico/participacion#documentos-de-interés>
- Ministerio de Ambiente. (2017). *Minambiente*. Recuperado el 22 de marzo de 2017, de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/gestion-integral-del-recurso-hidrico/planificacion-de-cuencas-hidrograficas/acuiferos/programa-nacional-de-aguas-subterranas#documentos-de-interés>
- Ministerio de Ambiente. (2017). *Minambiente*. Recuperado el 22 de marzo de 2017, de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/gestion-integral-del-recurso-hidrico/planificacion-de-cuencas-hidrograficas/microcuenca>
- Mochón Morcillo, F. (2006). *Principios de Economía (3a. ed.)*. España: McGraw-Hill.
- Naciones Unidas. (2006). *Informe sobre Desarrollo Humano. Más allá de la escasez: poder, pobreza y la crisis mundial del agua*. Madrid España: Mundi-Prensa Libros, S.A.
- Naciones Unidas. (2014). *Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo*. Italia: Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos, División de Ciencias del Agua, UNESCO.
- Nations United. (2015). *The United Nations World Water Development Report. Water for a sustainable world*. Italy: UNESCO.
- Ordoñez, J. (2011). *Contribuyendo al desarrollo de una Cultura del Agua y la Gestión Integral de Recurso Hídrico*. Recuperado el 23 de Septiembre de 2018, de https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-sam_files/publicaciones/varios/balance_hidrico.pdf

- Patiño, A. D.-B. (2007). Un Análisis Econométrico de las Economías de Escala. *Revista electrónica de Ciencias Sociales*, 15.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2006). *Informe sobre Desarrollo Humano. Más allá de la escasez: poder, pobreza y la crisis mundial del agua*. Madrid España: Mundi-Prensa Libros, S.A. .
- Revollo, D., & Londoño, G. (2010). Análisis de las economías de escala y alcance en los servicios de acueducto y alcantarillado en Colombia. *Desarrollo y Sociedad*, 145-182.
- Rojas, J., Pérez, M., Malheiros, T., Madera, C., Guimarães, M., & Dos Santos, R. (2013). Análisis comparativo de modelos e instrumentos de gestión integrada del recurso hídrico en Suramérica: los casos de Brasil y Colombia. (U. d. Taubaté, Ed.) *Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, vol. 8, núm. 1, pp. 73-97.
- Sáenz, G. (2007). *Sistemas Tarifarios de los Servicios Públicos del Agua*. Madrid: Universidad Autonoma de Madrid.
- United Nations . (2015). *The United Nations World Water Development Report, Water for a Sustainable World*. Italy: UNESCO.
- USAID, Ministerio de Ambiente. (2005). *LINEAMIENTOS DE POLÍTICA DE AGUA POTABLE*. Obtenido de <https://www.cortolima.gov.co/SIGAM/VARIOS/LinePoliAbasAguaSaneaZoRu.pdf>
- Vélez, L. D. (2011). *Aspectos económicos de los proyectos del sector público*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.
- Vélez, L., Guerra, L., & Gonzalez, J. (2013). Economías de escala y el derecho fundamental al agua potable. *Revista Escenarios: Empresa y Territorio*, 113-127.
- Viceministerio de Ambiente, Colombia. (2010). *Politica Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico*. Recuperado el 11 de noviembre de 2016, de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/1932-politica-nacional-para-la-gestion-integral-del-recurso-hidrico#documentos-de-interés>
- Worthington, A., & Higgs, H. (2014). Economies of scale and scope in Australian urban water utilities. *Utilities Policy*, 52-62.
- WWAP, DHI Water Policy, PNUMA-DHI Centro para el Agua y el Medio Ambiente. (2009). *Integrated Water Resources Management in Action*.
- Abbott, M., & Cohen, B. (2009). Productivity and efficiency in the water industry. *Utilities Policy*, 233-244.

- Acosta, A. (2015). *Los retos en los servicios públicos*. Disponible en internet: www.viva.org.co
www.kienyke.com/kien-escribe/los-retos-en-los-servicios-publicos/: Corporación Viva la Ciudadanía, Edición 467 – 2015.
- Arévalo, C. (2005). *La transformación del sector agua potable y saneamiento básico en Colombia*. Bogotá, Disponible en internet: siteresources.worldbank.org/.../CarmenArevalo-GobiernoColombia...: (consultado 29 de mayo de 2016).
- Arteaga, M. (2017). *Deseconomías de Escala en los Mega-Proyectos Hidroeléctricos*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.
- Ávila Y Lugo, J. (2004). *Introducción a la Economía (apuntes, no. 31)*. México : Plaza y Valdés, S.A.
- Bernanke, B. S., & Frank, R. H. (2007). *Principios de Economía (3a. ed.)*. España: McGraw-Hill.
- Besanko, D. D. (2004). *Economics Of Strategy*. . Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc.
- Amador, L. A. (2011). Fallas del mercado y capacidad de pago: una propuesta para los servicios de acueducto y alcantarillado. *Opinión Jurídica*, 101-118.
- (2003). *Cálculo y fijación de tarifas de agua potable y alcantarillado sanitario en 4 países miembros de ADERASA*.
- Consejo Nacional de Política Económica y Social. (2014). *Política para el Suministro de Agua Potable y Saneamiento Básico en la Zona Rural*. Bogotá D.C., Colombia: DNP.
- Economías de Escala, Pontificia Universidad Católica de Chile. (2012).
<http://web.ing.puc.cl/power/alumno12/smallbeautiful/economias.html>. Recuperado el 22 de Octubre de 2015
- Efrain Dominguez, H. R. (2005). *Relaciones Demanda-Oferta de agua y el índice de escasez de agua como herramientas de evaluación del recurso hídrico colombiano*. Bogotá: Ecología.
- Enciclopedia Financiera, Economías de Escala. (2014).
<http://www.encyclopediainanciera.com/definicion-economias-de-escala.html>. Recuperado el 24 de Octubre de 2015
- Fernández, N., Suárez, C., & Pérez, E. (2007). Modelación y Simulación Dinámica para la Gestión de Caudales en la Cuenca Alta del Río Pamplonita -Un Balance Hídrico de Cosnumo-. *BISTUA: Revista de la Facultad de Ciencias Básicas*, vol. 5, num.2. Universidad de Pamplona, pp. 80-96.
- Forero, B. C. (2009). La Gestión Integral del Recurso Hídrico. En M. Samper (Ed.), *Apuntes y conclusiones Foro Paipa 2007* (págs. 101-111). Bogotá: Politécnico Granacolombiano.

- García, W. (2006). *El Sistema Complejo de la Cuenca Hidrográfica*. Obtenido de http://www.medellin.unal.edu.co/~poboyca/documentos/documentos1/documentos-Juan%20Diego/Plnaifi_Cuencas_Pregado/Sistema%20CuencaHidrogr%E1fica.pdf
- Gjebrea, E. (2013). Regionalization of Water Supply and Sewerage Companies as a Solution for the. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 37-45.
- Gómez, I. (2012). *El agua como bien común y público, desde el análisis de la acción colectiva del referendo por el agua*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- IDEAM. (2014). *Informe anual sobre el estado del medio ambiente y los recursos renovables en Colombia: Estudio Nacional del Agua, relaciones de demanda de agua y oferta hídrica*. Bogotá.
- IDEAM. (16 de febrero de 2017). IDEAM. Recuperado el 20 de marzo de 2017, de http://institucional.ideam.gov.co/jsp/red-hidrometeorologica-y-ambiental_134
- INECON, Ingenieros y Economistas Consultores S.A. -. (2005). *Resumen Ejecutivo de la "Consultoría para la elaboración de un programa de subsidios para el sector de agua potable y saneamiento en Colombia"*.
- Instituto de Desarrollo Económico del Banco Mundial IDE. (s.f.). Guía No. 8 Análisis Tarifario. Washington, D.C.: Serie Abastecimiento de agua potable y saneamiento.
- Lozada, B., & Sentelhas, P. (2003). Relaciones entre deficiencias y excedentes hídricos estimados a partir de los balances hídricos normal y secuencial. *Bioagro*, Vol. 15, num. 3, pp. 209-215.
- Luis Diego Vélez Gómez. (2009). Aspectos económicos de los proyectos del sector público. *Aspectos económicos de los proyectos del sector público*. Medellín, Antioquia, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Medina, C., & Morales, L. F. (2008). Demanda por servicios públicos domiciliarios y pérdida irrecuperable de los subsidios. (U. d. Andes, Ed.) *Desarrollo y Sociedad*(61), 1-42.
- Ministerio de Ambiente - Fuleca. (2015). *Evaluación de los avances en la implementación de la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico en el período 2010 – 2014, a través del inventario en campo, evaluación y sistematización de las actividades realizadas a la fecha*. Bogotá.
- Ministerio de Ambiente - Universidad Externado de Colombia. (2 de junio de 2015). *Minambiente, Universidad Externado*. Recuperado el 6 de abril de 2017, de <http://medioambiente.uexternado.edu.co/m3d10AmB/wp-content/uploads/2015/06/Presentaci%C3%B3n-de-Planificaci%C3%B3n-del-Recurso-H%C3%ADrico-en-Colombia.pdf>

Ministerio de Ambiente. (diciembre de 2013). *Minambiente*. Recuperado el 19 de Marzo de 2017, de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/gestion-integral-del-recurso-hidrico/direccion-integral-de-recurso-hidrico/plan-hidrico-nacional#documentos-de-interés>

Ministerio de Ambiente. (27 de mayo de 2014). *Minambiente*. Recuperado el 27 de marzo de 2017, de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/gestion-integral-del-recurso-hidrico/gobernanza-del-agua/programa-de-cultura-del-agua-participacion-y-transformacion-de-conflictos-relacionados-con-el-recurso-hidrico/participacion#documentos-de-interés>

Ministerio de Ambiente. (15 de junio de 2016). *Minambiente*. Recuperado el 26 de marzo de 2017, de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/122-noticias-minambiente/2337-fondos-del-agua-son-un-mecanismo-democratico-y-transparente-para-cuidar-nuestro-recurso-hidrico-minambiente>

Ministerio de Ambiente. (2016). *Minambiente*. Recuperado el 28 de marzo de 2017, de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/temas-gestion-integral-del-recurso-hidrico/2547-encuentro-nacional-de-consejeros-de-cuenca>

Ministerio de Ambiente. (2017). *Minambiente*. Recuperado el 21 de marzo de 2017, de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/gestion-integral-del-recurso-hidrico/gobernanza-del-agua/investigacion-y-gestion-de-la-informacion-de-recurso-hidrico/sistema-de-informacion-del-recurso-hidrico-sirh#documentos-de-interés>

Ministerio de Ambiente. (2017). *Minambiente*. Recuperado el 22 de marzo de 2017, de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/gestion-integral-del-recurso-hidrico/planificacion-de-cuencas-hidrograficas/macrocuenca/avances-en-la-formulacion-de-los-planes-estrategicos>

Ministerio de Ambiente. (2017). *Minambiente*. Recuperado el 22 de marzo de 2017, de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/gestion-integral-del-recurso-hidrico/planificacion-de-cuencas-hidrograficas/cuenca-hidrografica/planes-de-ordenacion>

Ministerio de Ambiente. (2017). *Minambiente*. Recuperado el 22 de marzo de 2017, de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/gestion-integral-del-recurso-hidrico/planificacion-de-cuencas-hidrograficas/cuenca-hidrografica/guia-pomcas#publicaciones>

Ministerio de Ambiente. (2017). *Minambiente*. Recuperado el 21 de marzo de 2017, de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/gestion-integral-del-recurso-hidrico/administracion-del-recurso-hidrico/demanda/uso-eficiente-y-ahorro-de-agua>

Ministerio de Ambiente. (2017). *Minambiente*. Recuperado el 21 de marzo de 2017, de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/gestion-integral-del-recurso->

hidrico/administracion-del-recurso-hidrico/calidad/vertimientos-y-reuso-de-aguas-residuales

- Ministerio de Ambiente. (2017). *Minambiente*. Recuperado el 26 de marzo de 2017, de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/gestion-integral-del-recurso-hidrico/gobernanza-del-agua/el-riesgo-en-la-gestion-integral-del-recurso-hidrico>
- Ministerio de Ambiente. (2017). *Minambiente*. Recuperado el 26 de marzo de 2017, de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/gestion-integral-del-recurso-hidrico/gobernanza-del-agua/programa-de-cultura-del-agua-participacion-y-transformacion-de-conflictos-relacionados-con-el-recurso-hidrico/participacion#documentos-de-interés>
- Ministerio de Ambiente. (2017). *Minambiente*. Recuperado el 22 de marzo de 2017, de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/gestion-integral-del-recurso-hidrico/planificacion-de-cuencas-hidrograficas/acuiferos/programa-nacional-de-aguas-subterranas#documentos-de-interés>
- Ministerio de Ambiente. (2017). *Minambiente*. Recuperado el 22 de marzo de 2017, de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/gestion-integral-del-recurso-hidrico/planificacion-de-cuencas-hidrograficas/microcuenca>
- Mochón Morcillo, F. (2006). *Principios de Economía (3a. ed.)*. España: McGraw-Hill.
- Naciones Unidas. (2006). *Informe sobre Desarrollo Humano. Más allá de la escasez: poder, pobreza y la crisis mundial del agua*. Madrid España: Mundi-Prensa Libros, S.A.
- Naciones Unidas. (2014). *Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo*. Italia: Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos, División de Ciencias del Agua, UNESCO.
- Nations United. (2015). *The United Nations World Water Development Report. Water for a sustainable world*. Italy: UNESCO.
- Ordoñez, J. (2011). *Contribuyendo al desarrollo de una Cultura del Agua y la Gestión Integral de Recurso Hídrico*. Recuperado el 23 de Septiembre de 2018, de https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-sam_files/publicaciones/varios/balance_hidrico.pdf
- Patiño, A. D.-B. (2007). Un Análisis Econométrico de las Economías de Escala. *Revista electrónica de Ciencias Sociales*, 15.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2006). *Informe sobre Desarrollo Humano. Más allá de la escasez: poder, pobreza y la crisis mundial del agua*. Madrid España: Mundi-Prensa Libros, S.A. .

- Revollo, D., & Londoño, G. (2010). Análisis de las economías de escala y alcance en los servicios de acueducto y alcantarillado en Colombia. *Desarrollo y Sociedad*, 145-182.
- Rojas, J., Pérez, M., Malheiros, T., Madera, C., Guimarães, M., & Dos Santos, R. (2013). Análisis comparativo de modelos e instrumentos de gestión integrada del recurso hídrico en Suramérica: los casos de Brasil y Colombia. (U. d. Taubaté, Ed.) *Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, vol. 8, núm. 1, pp. 73-97.
- Sáenz, G. (2007). *Sistemas Tarifarios de los Servicios Públicos del Agua*. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid.
- United Nations . (2015). *The United Nations World Water Development Report, Water for a Sustainable World*. Italy: UNESCO.
- USAID, Ministerio de Ambiente. (2005). *LINEAMIENTOS DE POLÍTICA DE AGUA POTABLE*. Obtenido de <https://www.cortolima.gov.co/SIGAM/VARIOS/LinePoliAbasAguaSaneaZoRu.pdf>
- Vélez, L. D. (2011). *Aspectos económicos de los proyectos del sector público*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.
- Vélez, L., Guerra, L., & Gonzalez, J. (2013). Economías de escala y el derecho fundamental al agua potable. *Revista Escenarios: Empresa y Territorio*, 113-127.
- Viceministerio de Ambiente, Colombia. (2010). *Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico*. Recuperado el 11 de noviembre de 2016, de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/1932-politica-nacional-para-la-gestion-integral-del-recurso-hidrico#documentos-de-interés>
- Worthington, A., & Higgs, H. (2014). Economies of scale and scope in Australian urban water utilities. *Utilities Policy*, 52-62.
- WWAP, DHI Water Policy, PNUMA-DHI Centro para el Agua y el Medio Ambiente. (2009). *Integrated Water Resources Management in Action*.
- Abbott, M., & Cohen, B. (2009). Productivity and efficiency in the water industry. *Utilities Policy*, 233-244.
- Acosta, A. (2015). *Los retos en los servicios públicos*. Disponible en internet: www.viva.org.co www.kienyke.com/kien-escribe/los-retos-en-los-servicios-publicos/: Corporación Viva la Ciudadanía, Edición 467 – 2015.
- Arévalo, C. (2005). *La transformación del sector agua potable y saneamiento básico en Colombia*. Bogotá, Disponible en internet: siteresources.worldbank.org/.../CarmenArevalo-GobiernoColombia...: (consultado 29 de mayo de 2016).

- Arteaga, M. (2017). *Deseconomías de Escala en los Mega-Proyectos Hidroeléctricos*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.
- Ávila Y Lugo, J. (2004). *Introducción a la Economía (apuntes, no. 31)*. México : Plaza y Valdés, S.A.
- Bernanke, B. S., & Frank, R. H. (2007). *Principios de Economía (3a. ed.)*. España: McGraw-Hill.
- Besanko, D. D. (2004). *Economics Of Strategy*. . Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc.
- Amador, L. A. (2011). Fallas del mercado y capacidad de pago: una propuesta para los servicios de acueducto y alcantarillado. *Opinión Jurídica*, 101-118.
- (2003). *Cálculo y fijación de tarifas de agua potable y alcantarillado sanitario en 4 países miembros de ADERASA*.
- Consejo Nacional de Política Económica y Social. (2014). *Política para el Suministro de Agua Potable y Saneamiento Básico en la Zona Rural*. Bogotá D.C., Colombia: DNP.
- Economías de Escala, Pontificia Universidad Católica de Chile. (2012). <http://web.ing.puc.cl/power/alumno12/smallbeautiful/economias.html>. Recuperado el 22 de Octubre de 2015
- Efrain Dominguez, H. R. (2005). *Relaciones Demanda-Oferta de agua y el índice de escasez de agua como herramientas de evaluación del recurso hídrico colombiano*. Bogotá: Ecología.
- Enciclopedia Financiera, Economías de Escala. (2014). <http://www.encyclopediainanciera.com/definicion-economias-de-escala.html>. Recuperado el 24 de Octubre de 2015
- Fernández, N., Suárez, C., & Pérez, E. (2007). Modelación y Simulación Dinámica para la Gestión de Caudales en la Cuenca Alta del Río Pamplonita -Un Balance Hídrico de Consumo-. *BISTUA: Revista de la Facultad de Ciencias Básicas*, vol. 5, num.2. Universidad de Pamplona, pp. 80-96.
- Forero, B. C. (2009). La Gestión Integral del Recurso Hídrico. En M. Samper (Ed.), *Apuntes y conclusiones Foro Paipa 2007* (págs. 101-111). Bogotá: Politécnico Granacolombiano.
- García, W. (2006). *El Sistema Complejo de la Cuenca Hidrográfica*. Obtenido de http://www.medellin.unal.edu.co/~poboyca/documentos/documentos1/documentos-Juan%20Diego/Plnaifi_Cuencas_Pregado/Sistema%20CuencaHidrogr%E1fica.pdf
- Gjebrea, E. (2013). Regionalization of Water Supply and Sewerage Companies as a Solution for the. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 37-45.
- Gómez, I. (2012). *El agua como bien común y público, desde el análisis de la acción colectiva del referendo por el agua*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

- IDEAM. (2014). *Informe anual sobre el estado del medio ambiente y los recursos renovables en Colombia: Estudio Nacional del Agua, relaciones de demanda de agua y oferta hídrica*. Bogotá.
- IDEAM. (16 de febrero de 2017). *IDEAM*. Recuperado el 20 de marzo de 2017, de http://institucional.ideam.gov.co/jsp/red-hidrometeorologica-y-ambiental_134
- INECON, Ingenieros y Economistas Consultores S.A. –. (2005). *Resumen Ejecutivo de la “Consultoría para la elaboración de un programa de subsidios para el sector de agua potable y saneamiento en Colombia”*.
- Instituto de Desarrollo Económico del Banco Mundial IDE. (s.f.). Guía No. 8 Análisis Tarifario. Washington, D.C.: Serie Abastecimiento de agua potable y saneamiento.
- Lozada, B., & Sentelhas, P. (2003). Relaciones entre deficiencias y excedentes hídricos estimados a partir de los balances hídricos normal y secuencial. *Bioagro*, Vol. 15, num. 3, pp. 209-215.
- Luis Diego Vélez Gómez. (2009). Aspectos económicos de los proyectos del sector público. *Aspectos económicos de los proyectos del sector público*. Medellín, Antioquia, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Medina, C., & Morales, L. F. (2008). Demanda por servicios públicos domiciliarios y pérdida irrecuperable de los subsidios. (U. d. Andes, Ed.) *Desarrollo y Sociedad*(61), 1-42.
- Ministerio de Ambiente - Fuleca. (2015). *Evaluación de los avances en la implementación de la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico en el período 2010 – 2014, a través del inventario en campo, evaluación y sistematización de las actividades realizadas a la fecha*. Bogotá.
- Ministerio de Ambiente - Universidad Externado de Colombia. (2 de junio de 2015). *Minambiente, Universidad Externado*. Recuperado el 6 de abril de 2017, de <http://medioambiente.uexternado.edu.co/m3d10AmB/wp-content/uploads/2015/06/Presentaci%C3%B3n-de-Planificaci%C3%B3n-del-Recurso-H%C3%ADrico-en-Colombia.pdf>
- Ministerio de Ambiente. (diciembre de 2013). *Minambiente*. Recuperado el 19 de Marzo de 2017, de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/gestion-integral-del-recurso-hidrico/direccion-integral-de-recurso-hidrico/plan-hidrico-nacional#documentos-de-interés>
- Ministerio de Ambiente. (27 de mayo de 2014). *Minambiente*. Recuperado el 27 de marzo de 2017, de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/gestion-integral-del-recurso-hidrico/gobernanza-del-agua/programa-de-cultura-del-agua-participacion-y-transformacion-de-conflictos-relacionados-con-el-recurso-hidrico/participacion#documentos-de-interés>

Ministerio de Ambiente. (15 de junio de 2016). *Minambiente*. Recuperado el 26 de marzo de 2017, de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/122-noticias-minambiente/2337-fondos-del-agua-son-un-mecanismo-democratico-y-transparente-para-cuidar-nuestro-recurso-hidrico-minambiente>

Ministerio de Ambiente. (2016). *Minambiente*. Recuperado el 28 de marzo de 2017, de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/temas-gestion-integral-del-recurso-hidrico/2547-encuentro-nacional-de-consejeros-de-cuenca>

Ministerio de Ambiente. (2017). *Minambiente*. Recuperado el 21 de marzo de 2017, de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/gestion-integral-del-recurso-hidrico/gobernanza-del-agua/investigacion-y-gestion-de-la-informacion-de-recurso-hidrico/sistema-de-informacion-del-recurso-hidrico-sirh#documentos-de-interés>

Ministerio de Ambiente. (2017). *Minambiente*. Recuperado el 22 de marzo de 2017, de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/gestion-integral-del-recurso-hidrico/planificacion-de-cuencas-hidrograficas/macrocuencas/avances-en-la-formulacion-de-los-planes-estrategicos>

Ministerio de Ambiente. (2017). *Minambiente*. Recuperado el 22 de marzo de 2017, de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/gestion-integral-del-recurso-hidrico/planificacion-de-cuencas-hidrograficas/cuenca-hidrografica/planes-de-ordenacion>

Ministerio de Ambiente. (2017). *Minambiente*. Recuperado el 22 de marzo de 2017, de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/gestion-integral-del-recurso-hidrico/planificacion-de-cuencas-hidrograficas/cuenca-hidrografica/guia-pomcas#publicaciones>

Ministerio de Ambiente. (2017). *Minambiente*. Recuperado el 21 de marzo de 2017, de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/gestion-integral-del-recurso-hidrico/administracion-del-recurso-hidrico/demanda/uso-eficiente-y-ahorro-de-agua>

Ministerio de Ambiente. (2017). *Minambiente*. Recuperado el 21 de marzo de 2017, de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/gestion-integral-del-recurso-hidrico/administracion-del-recurso-hidrico/calidad/vertimientos-y-reuso-de-aguas-residuales>

Ministerio de Ambiente. (2017). *Minambiente*. Recuperado el 26 de marzo de 2017, de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/gestion-integral-del-recurso-hidrico/gobernanza-del-agua/el-riesgo-en-la-gestion-integral-del-recurso-hidrico>

Ministerio de Ambiente. (2017). *Minambiente*. Recuperado el 26 de marzo de 2017, de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/gestion-integral-del-recurso-hidrico/gobernanza-del-agua/programa-de-cultura-del-agua-participacion-y>

transformacion-de-conflictos-relacionados-con-el-recurso-
hidrico/participacion#documentos-de-interés

Ministerio de Ambiente. (2017). *Minambiente*. Recuperado el 22 de marzo de 2017, de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/gestion-integral-del-recurso-hidrico/planificacion-de-cuencas-hidrograficas/acuiferos/programa-nacional-de-aguas-subterranas#documentos-de-interés>

Ministerio de Ambiente. (2017). *Minambiente*. Recuperado el 22 de marzo de 2017, de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/gestion-integral-del-recurso-hidrico/planificacion-de-cuencas-hidrograficas/microcuenca>

Mochón Morcillo, F. (2006). *Principios de Economía (3a. ed.)*. España: McGraw-Hill.

Naciones Unidas. (2006). *Informe sobre Desarrollo Humano. Más allá de la escasez: poder, pobreza y la crisis mundial del agua*. Madrid España: Mundi-Prensa Libros, S.A.

Naciones Unidas. (2014). *Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo*. Italia: Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos, División de Ciencias del Agua, UNESCO.

Nations United. (2015). *The United Nations World Water Development Report. Water for a sustainable world*. Italy: UNESCO.

Ordoñez, J. (2011). *Contribuyendo al desarrollo de una Cultura del Agua y la Gestión Integral de Recurso Hídrico*. Recuperado el 23 de Septiembre de 2018, de https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-sam_files/publicaciones/varios/balance_hidrico.pdf

Patiño, A. D.-B. (2007). Un Análisis Econométrico de las Economías de Escala. *Revista electrónica de Ciencias Sociales*, 15.

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2006). *Informe sobre Desarrollo Humano. Más allá de la escasez: poder, pobreza y la crisis mundial del agua*. Madrid España: Mundi-Prensa Libros, S.A. .

Revollo, D., & Londoño, G. (2010). Análisis de las economías de escala y alcance en los servicios de acueducto y alcantarillado en Colombia. *Desarrollo y Sociedad*, 145-182.

Rojas, J., Pérez, M., Malheiros, T., Madera, C., Guimarães, M., & Dos Santos, R. (2013). Análisis comparativo de modelos e instrumentos de gestión integrada del recurso hídrico en Suramérica: los casos de Brasil y Colombia. (U. d. Taubaté, Ed.) *Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, vol. 8, núm. 1, pp. 73-97.

Sáenz, G. (2007). *Sistemas Tarifarios de los Servicios Públicos del Agua*. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid.

- United Nations . (2015). *The United Nations World Water Development Report, Water for a Sustainable World*. Italy: UNESCO.
- USAID, Ministerio de Ambiente. (2005). *LINEAMIENTOS DE POLÍTICA DE AGUA POTABLE*. Obtenido de <https://www.cortolima.gov.co/SIGAM/VARIOS/LinePoliAbasAguaSaneaZoRu.pdf>
- Vélez, L. D. (2011). *Aspectos económicos de los proyectos del sector público*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.
- Vélez, L., Guerra, L., & Gonzalez, J. (2013). Economías de escala y el derecho fundamental al agua potable. *Revista Escenarios: Empresa y Territorio*, 113-127.
- Viceministerio de Ambiente, Colombia. (2010). *Politica Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico*. Recuperado el 11 de noviembre de 2016, de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/1932-politica-nacional-para-la-gestion-integral-del-recurso-hidrico#documentos-de-interés>
- Worthington, A., & Higgs, H. (2014). Economies of scale and scope in Australian urban water utilities. *Utilities Policy*, 52-62.
- WWAP, DHI Water Policy, PNUMA-DHI Centro para el Agua y el Medio Ambiente. (2009). *Integrated Water Resources Management in Action*.