

Política tarifaria del agua potable: vulnerabilidad, regulación y sostenibilidad en el caso colombiano

Drinking water tariff policy: vulnerability, regulation, and sustainability in the Colombian case

José Andelfo Lizcano Caro

Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Bogotá, Colombia

jalizcanoc@udistrital.edu.co

 ORCID: 0000-0003-1537-530X

Ruben Medina Daza

Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Bogotá, Colombia

rmedina@udistrital.edu.co

 ORCID: 0000-0002-9851-9761

Sylvia Lorena Serafín González

Universidad Politécnica del Estado de Nayarit
Tepic, México

sylvia.serafin.gonzalez@upnay.edu.mx

 ORCID: 0000-0002-8272-084X

Jesús Rodríguez Rodríguez

Universidad de Guadalajara
Guadalajara, México

jesus_riguez2001@academicos.udg.mx

 ORCID: 0000-0002-8768-4534

Mario Guadalupe González Pérez

Universidad de Guadalajara
Guadalajara, México

mario.gperez@academicos.udg.mx

 ORCID: 0000-0002-5457-5948

Información del artículo

Recibido: 21 enero 2021

Revisado: 22 abril 2021

Aceptado: 24 marzo 2022

ISSN 2340-8472

ISSNe 2340-7743

DOI 10.17561/AT.21.6042

 CC-BY

© Universidad de Jaén (España).
Seminario Permanente Agua, Territorio y Medio Ambiente (CSIC)

RESUMEN

La regulación del consumo de agua potable en Colombia, hasta hace cuatro años, no consideraba en su política tarifaria variables de cambio climático y/o lineamientos nacionales e internacionales en materia hídrico-urbana. Este trabajo plantea, desde una perspectiva sistémico-termodinámica, una reflexión sobre el consumo de agua potable. Para ello, se realizó una revisión normativa y se empleó el modelo Entropía-Homeostasis-Negentropía. Concretamente, fueron considerados 6 estratos socioeconómicos, la dotación hídrica y ubicación geográfica de las ciudades objeto de estudio. Para Bogotá, se evidenció un incremento de la tarifa en el estrato 1 del 58 %, el cual puede considerarse como alto, comparado con Medellín y Cali (53 % y 43 %). En este sentido, los cambios en la resolución CRA/750/2016, consistentes en un nuevo consumo básico de servicios público-domiciliarios de acueducto, tienen una gran incidencia negentrópica en la economía de las familias, sobre todo para los estratos 1, 2 y 3.

PALABRAS CLAVE: Agua potable, Cambio climático, Entropía, Sostenibilidad, Tarifas.

ABSTRACT

Until 4 years ago, the regulation of drinking water consumption in Colombia did not consider climate change variables and/or national and international guidelines on urban water matters in its rate policy. This study proposes from a systemic-thermodynamic perspective to reflect on water consumption, through the normative review and use of the Entropy-Homeostasis-Negentropy model. In this way, the 6 socioeconomic strata, the water endowment, and the geographical location of the cities under study were considered. It was found that for Bogota there is an initial increase for stratum 1 of 58 %, which can be considered high, compared to the cities of Medellín and Cali (53 % and 43 %). In this sense, the changes presented in resolution CRA/750/2016, consisting of a new basic consumption of the household public services of the Aqueduct, have a great negentropic impact on the economy of families, especially for strata 1, 2, and 3.

KEYWORDS: Drinking water, Climate change, Entropy, Sustainability, Tariffs.

Política de tarifa de água potável: vulnerabilidade, regulação e sustentabilidade no caso colombiano

RESUMO

A regulação do consumo de água potável na Colômbia até 4 anos atrás não considerava variáveis de mudança climática e/ou diretrizes nacionais e internacionais sobre questões água-urbanas em sua política tarifária. Este trabalho propõe a partir de uma perspectiva sistêmico-termodinâmica refletir sobre o consumo de água potável; Para isso, foi realizada uma revisão normativa e a utilização do modelo Entropia-Homeostase-Negentropia. Especificamente, foram considerados 6 estratos socioeconômicos, o abastecimento de água e a localização geográfica dos municípios estudados. Para Bogotá, houve um aumento da taxa no estrato 1 de 58 %, o que pode ser considerado alto, em relação a Medellín e Cali (53 % e 43 %). Nesse sentido, as mudanças na resolução CRA/750/2016, que consiste em um novo consumo básico dos serviços públicos do aqueduto, têm grande impacto negativo na economia das famílias, especialmente para os estratos 1, 2 e 3.

PALAVRAS-CHAVE: Água potável, Mudanças climáticas, Entropia, Sustentabilidade, Tarifas.

Politica dei prezzi dell'acqua potabile: vulnerabilità, regolamentazione e sostenibilità nel caso colombiano

SOMMARIO

La regolazione del consumo di acqua potabile in Colombia fino a 4 anni fa non considerava nella sua politica tariffaria variabili di cambiamento climatico e/o linee nazionali e internazionali in materia di acqua-urbana. Questo lavoro solleva da una prospettiva sistemico-termodinamica una riflessione sullo del consumo di acqua in Colombia, attraverso la revisione normativa attuata per garantire l'approvvigionamento e l'utilizzo del modello Entropia-Omeostasi-Negentropia. In questo modo sono stati

considerati i 6 strati socioeconomici, la dotazione idrica e l'ubicazione geografica delle città oggetto di studio. Si è scoperto che per Bogotá si evidenzia un aumento della tariffa per lo strato 1 del 58%, che può essere considerato alto, rispetto alle città di Medellín e Cali (53% e 43%). Le modifiche presentate nella risoluzione CRA/750/2016, consistenti in un nuovo consumo di base di servizi pubblici domiciliari dell'Acquedotto, hanno una forte incidenza negligente sull'economia delle famiglie, per gli strati 1, 2 e 3.

PAROLE CHIAVE: Acqua potabile, Cambiamento climatico, Entropia, Sostenibilità, Tariffe.

Politique de tarification de l'eau potable: vulnérabilité, régulation et durabilité dans le cas colombien

RÉSUMÉ

La réglementation de la consommation d'eau potable en Colombie jusqu'à il y a 4 ans ne considérait pas dans sa politique tarifaire des variables de changement climatique et/ou des lignes directrices nationales et internationales en matière hydrique-urbaine. Ce travail pose dans une perspective systémique-thermodynamique réfléchir sur la consommation d'eau potable; pour ce faire, une révision normative et l'utilisation du modèle Entropie-Homéostasie-Negentropia a été réalisée. Plus précisément, six strates socio-économiques, la dotation en eau et la localisation géographique des villes étudiées ont été prises en compte. Pour Bogota, on a constaté une augmentation du tarif de la strate 1 de 58%, ce qui peut être considéré comme élevé, comparé à Medellin et Cali (53% e 43%). Les changements apportés à la résolution CRA/750/2016, consistant en une nouvelle consommation des services publics à domicile de l'Aqueduc, ont une forte incidence négative sur l'économie des familles, de les strates 1, 2 et 3.

MOTS-CLÉS: Eau potable, Changement climatique, Entropie, Soutenabilité, Tarifs.

Introducción

Desde una perspectiva sistémica, la expansión habitacional generalmente horizontal ha originado transformaciones en la ciudad y el territorio. Estas modificaciones *in situ* han comprometido muchas veces la sostenibilidad de los recursos agua, suelo, flora, fauna y subsistemas atmosféricos; a tal grado de constituir una irreversibilidad de estado en los sistemas¹.

La irreversibilidad de estado ocurre cuando los sistemas y/o subsistemas se someten a la acción de fuerzas antrópicas que superan la capacidad de carga de los propios sistemas y reducen las probabilidades de regresar a estados iniciales. Por ello, uno de los aspectos que debe abordarse (además del técnico) es el aspecto socio-económico, donde la resiliencia, es decir, la capacidad del sistema para adaptarse a un cambio en el entorno, debe ser estudiada de manera integral (sistémica). Esta interdependencia de los sistemas ecológicos y sociales ha ganado reconocimiento en los sectores académicos desde finales de la década de los noventa². A partir de aquí, el concepto desarrollo sostenible ha evolucionado más allá de sus tres pilares y ha puesto mayor énfasis político en el desarrollo económico; toda vez que este movimiento, denominado como el fetiche del crecimiento, causa gran preocupación en los foros ambientales y sociales globales³.

El propósito de la resiliencia ecológica tiene por tarea evitar nuestra extinción; en otros términos, la resiliencia se refiere a medir las probabilidades de extinción⁴. De esta forma, se vuelve cada vez más evidente en la redacción académica la importancia del medio ambiente en la administración sostenible de los recursos naturales. Asimismo, se afirma que la posibilidad de un desarrollo sostenido se ve incrementada por un *Managing for resilience*⁵, donde el medio ambiente, para ofrecer un conjunto de servicios, debe ser una condición necesaria para que una economía sea sostenible⁶. Esta sostenibilidad solo es sostenible en la medida en que el uso y presión sobre el recurso disminuya, buscando estrategias que permitan generar un cambio en las comunidades urbanas y rurales. De esta manera,

“...se afirma que las acciones deberán orientarse a asegurar el alcance físico real, seguro, constante en cantidad y calidad, como condición mínima de accesibilidad para satisfacer los requerimientos hídricos básicos de todo ser humano”⁷.

En este contexto, la sostenibilidad se ha vuelto prioridad en prácticamente todos los países afectados en mayor o menor grado por el uso irracional de los recursos naturales. De ahí, el *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) ha realizado numerosos estudios sobre vulnerabilidad ante el cambio climático, disponibilidad hídrico-urbana y formas de habitar el territorio, entre otros. Por ejemplo, a nivel global, caudales simulados alrededor de un tercio de los 200 ríos principales del mundo (incluidos el Congo, Mississippi, Yenisei, Paraná, Ganges, Colombia, Uruguay y Níger), han mostrado tendencias significativas en la descarga (45 disminuciones registradas y solo 19 aumentos registrados); es decir, tendencias decrecientes en latitudes bajas y medias consistentes con la sequía y el calentamiento reciente en el oeste de África, el sur de Europa, el sur y este de Asia, el este de Australia, el oeste de Canadá, EE.UU. y el norte de Sudamérica⁸.

Este trabajo utiliza el enfoque de los sistemas, cuyos principios se sostienen en la termodinámica; concretamente, en la segunda ley denominada ley de entropía. En efecto, esta perspectiva pocamente utilizada en estudios de índole urbano presenta una nueva forma de comprender el tema de la gestión de los recursos naturales; dado que, de acuerdo con esta ley, los sistemas (todos) incrementan la entropía o desorden sistémico en función del tiempo ($S = K \log W$). Esta es una característica natural e irreversible del universo físico, que aplica tanto para sistemas vivos (abiertos) como para sistemas no vivos (aislados, cerrados y algunos sistemas abiertos)⁹. Sin embargo, algunos sistemas abiertos tienen la facultad de revertir temporalmente los niveles de entropía, mediante restricciones implementadas en su entorno¹⁰. Estas restricciones tendrían un efecto contrario al desorden natural de los sistemas y estarían identificadas por el concepto negentropía. La negentropía es definida por una expresión isomorfa con la entropía negativa de la termodinámica¹¹.

¹ González; López, 2018.

² Berkes; Folke, 1998.

³ Hamilton, 2010.

⁴ Holling, 1973.

⁵ Folke et al., 2010.

⁶ Perman et al., 2003.

⁷ Belmonte; López; García, 2021.

⁸ Dai, 2012.

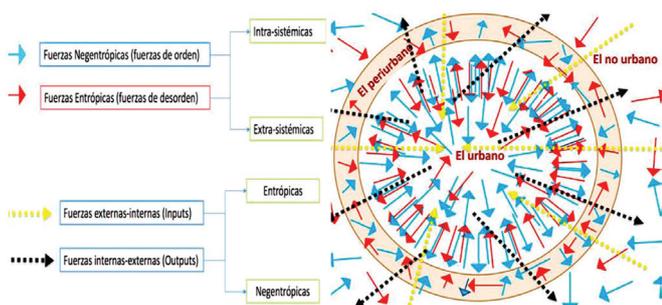
⁹ Cressie, 1991.

¹⁰ Pardo, 1993.

¹¹ Wiener, 1950.

En función de lo anterior, se han desarrollado varios modelos conceptuales para la toma de decisiones en materia urbano-ambiental, cuya lógica sistémico-termodinámica intenta disminuir la entropía a través de negentropía. La mayoría de estos modelos son derivaciones del modelo causa-efecto Presión-Estado-Respuesta (PER) de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos¹². En este sentido, destacan los modelos Fuerza Motriz-Estado-Respuesta (FER); Fuerza Motriz-Presión-Estado-Impacto-Respuesta (DPSIR), Modelo-Flujo-Calidad (MFC); Presión-Estado-Impacto/Efecto-Respuesta (PEI/ER); Presión-Estado-Impacto/Efecto-Respuesta-Gestión (PEI/ERG)¹³ y el modelo Entropía-Homeostasis-Negentropía (EHN)¹⁴. En este último, la ciudad (el urbano) representa el sistema de interés que acciona y reacciona a fuerzas internas y externas, tal y como se muestra en la Figura 1.

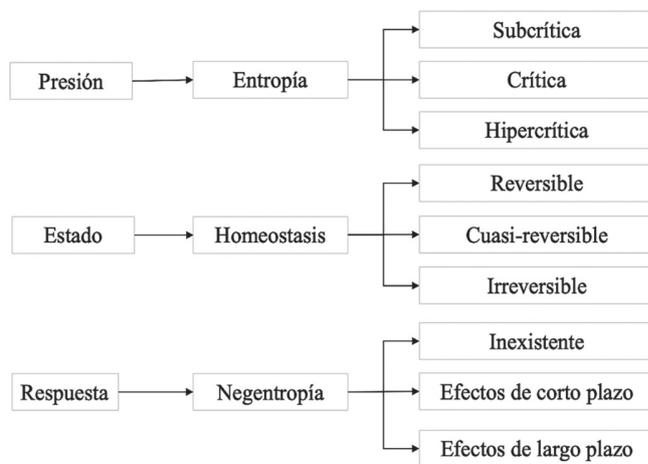
Figura 1. Interacción de fuerzas en los sistemas urbanos



Fuente: González, 2018, 173.

Los sistemas en general se encuentran en una lucha de fuerzas voluntarias e involuntarias de orden y desorden; los de índole urbano, presionan al entorno mediante el consumo y sobre-consumo de la materia y energía necesarias para su funcionamiento. Esta materia y energía es importada en su mayoría de los sistemas no urbanos; por ello, estos reaccionan a la presión y modifican su forma inicial en función de la magnitud de la fuerza (subcrítica, crítica, hiper crítica) y las propiedades particulares de cada sistema (resiliencia). Esta forma modificada (homeostasis) puede revertirse, cuasi-revertirse o no revertirse; ello depende de la respuesta voluntaria o involuntaria implementada en el sistema (negentropía). No obstante, algunos sistemas son más propensos a recuperarse que otros (reversibilidad de estado) y pueden llegar a funcionar más o menos de forma aceptable durante algunos intervalos de tiempo (Figura 2).

Figura 2. Estructura del modelo Entropía-Homeostasis-Negentropía (EHN)



Fuente: González, 2018, 173.

En materia de administración y gestión del agua, la toma de decisiones para el suministro del recurso en las ciudades metropolitanas se ha caracterizado por una desarticulación intrasistémica e intersistémica, a tal grado de configurar una serie de escenarios entrópicos, cuyo común denominador supone la ausencia de una visión sistémica en la planificación. Algunos autores sostienen que la Gestión Integrada de los Recursos hídricos (GIRH) proporcionaría la información o negentropía necesarias para disminuir el desorden sistémico o entropía¹⁵. Sobre todo, porque el agua, además de ser un recurso asequible, vulnerable y sustancial para la vida, juega un papel complejo y multifacético, tanto en los sistemas naturales como en las actividades humanas¹⁶.

En este contexto, el consumo básico de agua potable definido como el proceso que satisface las necesidades esenciales de una familia en el uso del agua, se vuelve prioritario en las políticas del estado. Por ejemplo, en Colombia, la Ley 142/1994 permite subsidiar los estratos bajo-bajo (1) y bajo (2), con porcentajes de hasta el 70 % y 40 % del cargo básico. Las viviendas de estrato medio-bajo (3) pueden recibir subsidios de hasta el 15 %, siempre que la cobertura de agua y alcantarillado supere el 95 %. Esta ley empezó a aplicarse desde 1995, bajo un límite establecido en 20 m³ mensuales por cada suscriptor y sin discriminación de las condiciones climáticas de la región. El objetivo de este trabajo determina desde una perspectiva sistémica el escenario del consumo básico de agua potable en Colombia, a través de una revisión

¹² Rapport; Friend, 1979.

¹³ Polanco, 2006.

¹⁴ González, 2018.

¹⁵ González; Jalomo; Lizcano, 2019.

¹⁶ Ferreyra, 2017.

minuciosa del estudio realizado por la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA) y el Departamento Nacional de Planeación (DNP), sobre el consumo promedio de los suscriptores residenciales en 18 ciudades capitales del país, el cual ha considerado las variables clima y estrato social en un periodo de 10 años.

Desde 1994, Colombia ha desarrollado un esquema de subsidios cruzados al consumo que aplica a los sectores de agua y alcantarillado, telefonía básica, gas y electricidad (servicios públicos domiciliarios). Aquí, el gobierno ha respaldado este sistema a través de la Ley 142/1994 y sus normas administrativas o técnicas correspondientes. Este conjunto de actos administrativos permite cobrar tarifas inferiores al costo medio de provisión de los hogares económicamente más vulnerables, mediante el cobro de contribuciones a los hogares de mayores ingresos y a los sectores de la industria y el comercio, a través de aportes de la nación, de los municipios y de los fondos sectoriales de solidaridad¹⁷.

La herramienta para la focalización de los subsidios es la estratificación socioeconómica de las viviendas, establecida por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística¹⁸. Aquí, se catalogan seis grupos o estratos, donde el estrato 1 corresponde a las viviendas que por sus características objetivas se identifican y tipifican como las más pobres y en el estrato 6, es decir, en el otro extremo, están las viviendas catalogadas como las más ricas. Sin embargo, el subsidio máximo sobre el consumo de subsistencia es del 70 % para el estrato 1, 40 % para el estrato 2 y 15 % para el estrato 3. Aunque dependiendo de la capacidad económica del municipio y del departamento, puede ser menor o puede no existir el respectivo subsidio. La contribución máxima sobre el consumo total de los estratos 5 y 6 y de los usuarios no residenciales es del 20 %.

Ciertamente, la tarifa facturada debe reflejar los costos de la prestación de los servicios, teniendo en cuenta las reducciones por subsidios o los aumentos por contribuciones, pero a su vez debe permitir la suficiencia y solvencia financiera de la empresa prestadora de los servicios públicos. Dado que los topes establecidos por la ley eran inferiores a los subsidios efectivos vigentes en el momento de su expedición, fue necesario implementar un programa de desmonte gradual de subsidios (plan de pagos para la devolución de recursos), que ha conducido a aumentos en la factura del usuario final. Las empresas de los sectores de energía eléctrica

y telefonía concluyeron el proceso de rebalanceo tarifario en el año 2000; aunque la finalización acabó hasta el 2012¹⁹, debido a que la telefonía y energía eléctrica siguen pendientes en el Plan de Desarrollo del actual gobierno²⁰.

En el sector agua potable, por su parte, el proceso también está inconcluso y las tasas de subsidio y contribución superan con frecuencia los topes de ley. Sin embargo, la Ley 142 establece las competencias y responsabilidades en materia de servicios públicos y determina que estos pueden ser prestados por particulares. En este sentido, entre 2005 y 2015 en el clima cálido se pasó de 19 m³/suscriptor/mes a 15 m³/suscriptor/mes; en clima templado, de 16 a 13 m³/suscriptor/mes y en el clima frío el consumo descendió de 12 a 10 m³/suscriptor/mes²¹. Sin embargo, los subsidios asignados no se modificaron de manera clara, lo que supone una inquietud a desarrollar; es decir, uno de los elementos clave a desarrollar es el aspecto normativo, el cual fundamenta las razones de la implementación de aspectos económicos, políticos, sociales y ambientales (Figura 3).

La ley 373 de 1997 es una de las leyes más importantes en el sector acueducto. Esta promueve el programa para el *Uso Eficiente y Ahorro del Agua*, a partir de la cual se derivan todas las normas que dan cumplimiento a los lineamientos establecidos. Además, dentro de esta norma resalta el artículo sexto que dicta la necesidad de establecer consumos básicos en función de los usos del agua, igualmente les corresponde establecer los procedimientos, tarifas y medidas a tomar para aquellos consumidores que sobrepasen el consumo máximo fijado²².

No obstante, esta ley solo se hace efectiva en la medida en que nuevos decretos y resoluciones la apliquen, en este caso, el decreto 3102 de 1997, el cual da instrucciones al Sector Institucional Oficial y, sobre todo, a las instituciones ambientales, para realizar la instalación, reemplazo o uso de equipos y sistemas e implementos de alto consumo de agua por los de bajo consumo. La aplicación de estas medidas realmente tienen un impacto no muy significativo, pues el consumo en estos sectores es de aproximadamente 12.000.000 m³ de agua anuales, mientras que de acuerdo con el Sistema Único de Información de Servicios Públicos Domiciliarios (en adelante, SUI)²³, el consumo anual de agua tan solo en Bogotá es aproximadamente 300.000.000 m³

¹⁹ Comisión de Regulación de Comunicaciones, 2011.

²⁰ Publímetro, 2018.

²¹ CRA, 2016.

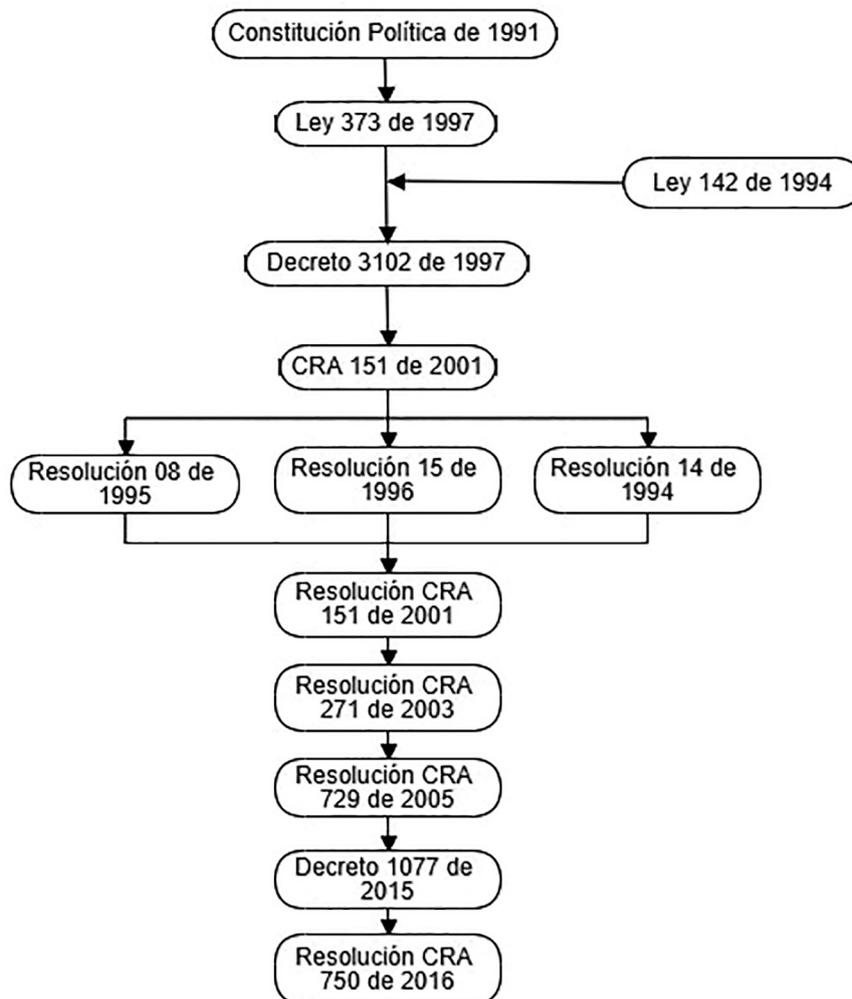
²² Congreso de Colombia, 1997.

²³ SUI, 2018.

¹⁷ Meléndez; Casas; Medina, 2004.

¹⁸ Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), 2018.

Figura 3. Estructura de los antecedentes de la norma hasta la consecución de la Resolución CRA/750/2016



Fuente: elaboración propia.

(Gráficos 1, 2 y 3). En suma, se requiere de mayores medidas que promuevan el ahorro y/o uso eficiente del agua²⁴.

Siguiendo con el esquema normativo planteado por la autoridad sanitaria y ambiental, se tiene la Resolución CRA/151/2001, la cual establece la regulación integral de los servicios públicos de Acueducto, Alcantarillado y Aseo, que toma como principios fundamentales los establecidos en la Ley 142 de 1994, que trata toda la reglamentación de contratación. Asimismo, la norma articula todas las variables generales que se pueden considerar en la aplicación de tarifas; donde, probablemente, la más importante es la variación climática. Esta norma sienta toda la base de justificación de su aplicación, puesto que la disponibilidad de agua se ha visto notablemente afectada por fenómenos asociados al cambio

climático. Aquí, la variación climática en la zona norte de Sudamérica, muestra una tendencia a un aumento de las precipitaciones en la zona occidental, hacia el Pacífico, mientras que la Orinoquía es la que se ve mayormente afectada con disminuciones hasta del 10 %²⁵. En la Figura 4, de acuerdo con datos del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC)²⁶, se observan tonalidades que indican el cambio medio en 5 Modelos de Circulación General (GCM) y 11 Modelos Hidrológicos Globales (GHM). La saturación muestra el acuerdo sobre el cambio en las 55 combinaciones de GHM-GCM²⁷.

Estos cambios se traducen en vulnerabilidad para la población, que hace necesario la implementación de normas de regulación del consumo, a través de modelos de predicción de la demanda de agua potable (Figura 5).

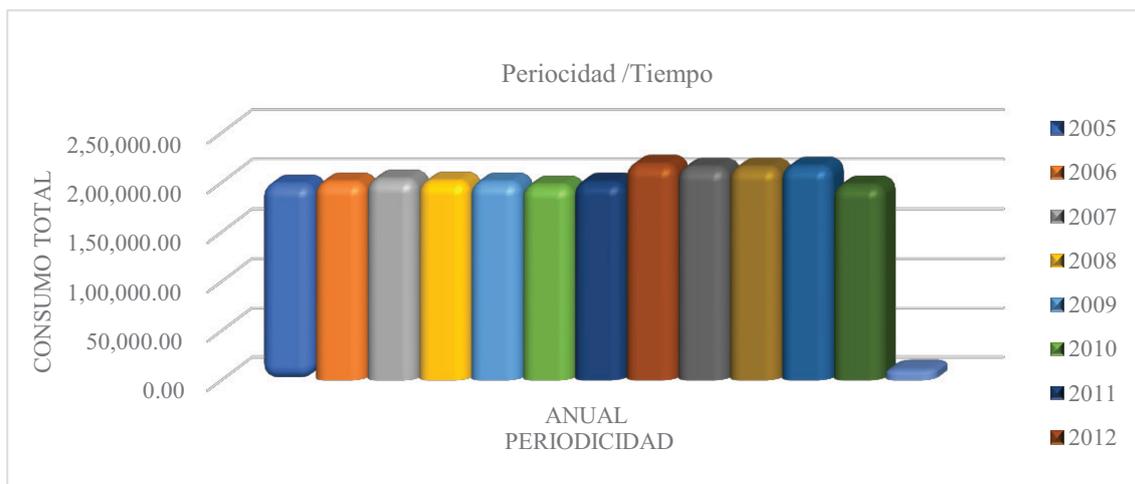
²⁵ Marengo et al., 2014.

²⁶ IPCC, 2014.

²⁷ Levermann et al., 2009.

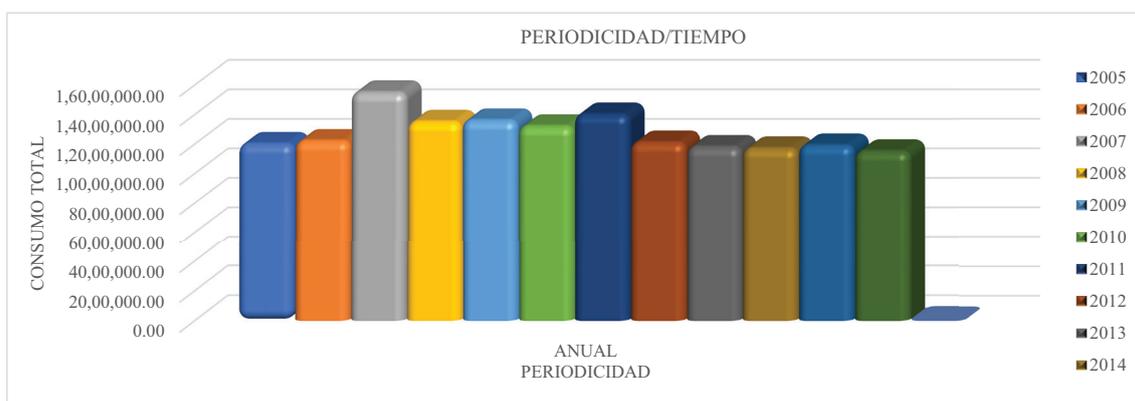
²⁴ Ministerio de Medio Ambiente, 1997.

Gráfico 1. Consumo de agua potable (en m³) en Bogotá por sector no residencial



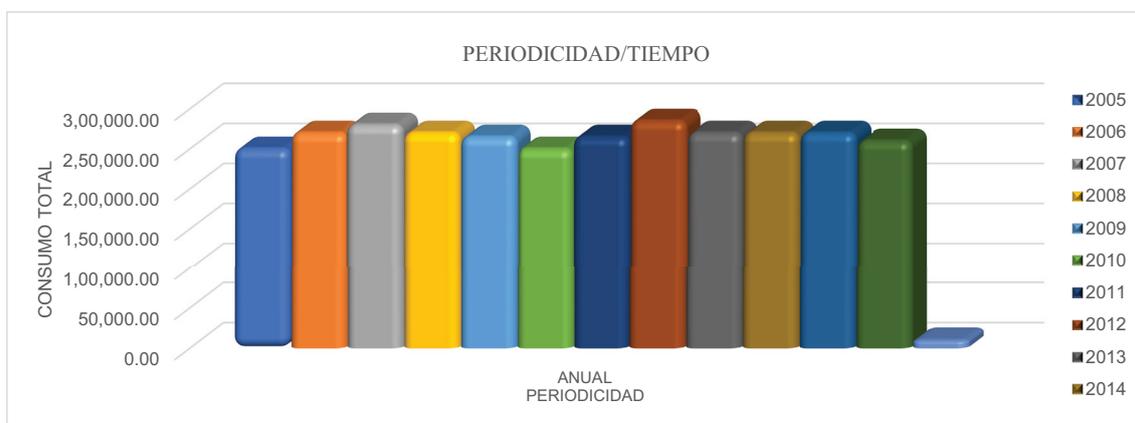
Fuente: elaboración propia con base en SUI, 2018.

Gráfico 2. Variación del consumo de agua potable (m³) en la ciudad de Bogotá por sector oficial



Fuente: elaboración propia con base en SUI, 2018.

Gráfico 3. Variación del consumo de agua potable (m³) en la ciudad de Bogotá

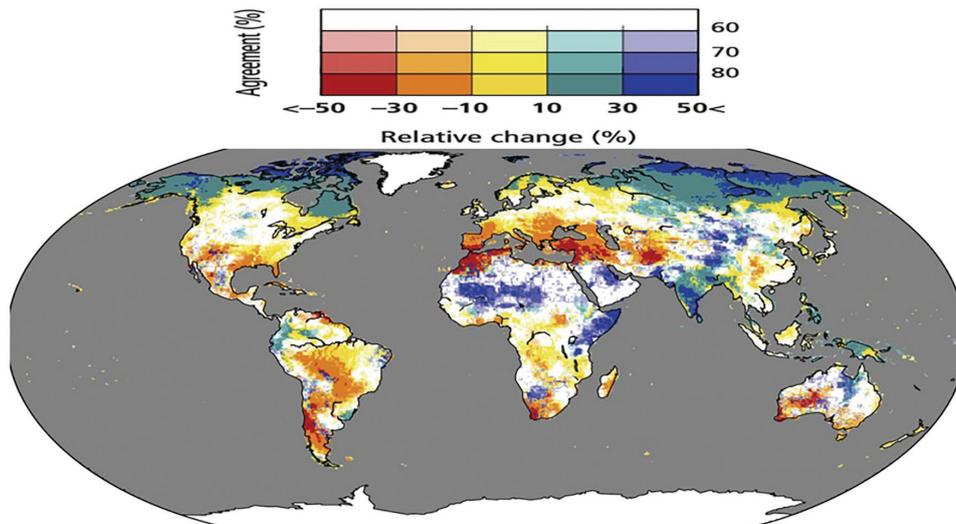


Fuente: elaboración propia con base en SUI, 2018.

En estos modelos predictivos de variación de temperatura se exponen dos escenarios: los escenarios menos comprometedores (B2 ECHAM4 y A2 ECHAM4) que no afectan, salvo a ciertas regiones de la zona atlántico,

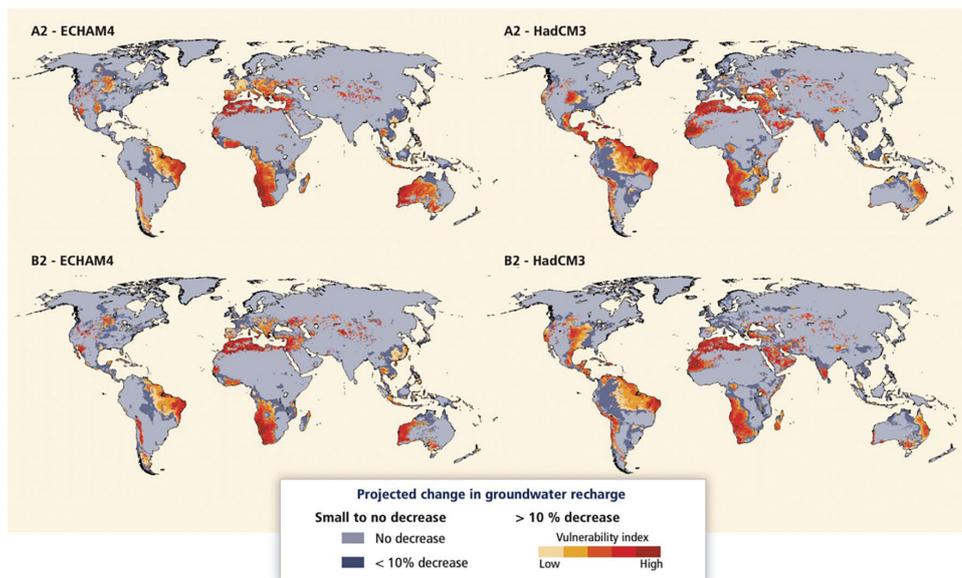
y los escenarios menos optimistas (A2 HadCM3 y B2 HadCM3), que afectan a la cordillera central y a la región de los Santanderes, extendiéndose hacia el centro del país.

Figura 4. El caudal asociado a un aumento de temperatura (1980-2010).



Fuente: IPCC, 2014.

Figura 5. Modelo de proyección de agua



Fuente: IPCC, 2014.

Materiales y métodos

Este trabajo fue estructurado en tres etapas:

1. En un primer momento, se revisa a través del análisis de contenido, el panorama global en materia hídrico-urbana, la influencia del cambio climático y la implementación de directrices de sostenibilidad relacionadas con el recurso agua. Asimismo, fueron examinadas las acciones que ha realizado Colombia en materia normativa para garantizar el abasto a su población.

2. Posteriormente, es analizado el marco normativo que ha arrojado confusiones en la asignación de tarifas.
3. Finalmente, se reflexionan las alternativas de solución a través del modelo sistémico-termodinámico EHN.

Para llevar a cabo el análisis de la resolución y sus implicaciones a nivel técnico, social y administrativo, se estudiaron las normas precedentes y aquellas que la complementan; igualmente, se revisaron los antecedentes de consumos con el fin de correlacionar la

información con los estudios presentados por la Corporación Autónoma Regional y el estudio realizado por la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico y el Departamento Nacional de Planeación. En este contexto, una vez validada la información presentada por las autoridades ambientales, se buscaron registros acerca de la implementación de la norma y las transiciones que dieron lugar en municipios y ciudades; trazando el parámetro de distorsiones sociales como eje transversal de las búsquedas. Por último, se indican una especie de recomendaciones para la emisión de normas asociadas con las modificaciones en el consumo básico y futura implementación.

La resolución CRA/750/2016 tiene como fin modificar el rango de consumo básico, así como definir el uso complementario y suntuario, para contribuir al uso eficiente y racional del recurso hídrico. Estos cambios en los consumos se presentaron para los servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado, y se establecieron en función de la altura sobre el nivel del mar de la ciudad o municipio de la siguiente manera:

- Ciudades y municipios con altitud promedio por encima de 2.000 metros sobre el nivel del mar. El consumo básico que se fija es 11 m³ mensuales por suscriptor facturado.
- Ciudades y municipios con altitud promedio entre 1.000 y 2.000 metros sobre el nivel del mar. El consumo básico que se fija es de 13 m³ mensuales por suscriptor facturado.
- Ciudades y municipios con altitud promedio por debajo de 1.000 metros sobre el nivel del mar. El consumo básico se fija en 16 m³ mensuales por suscriptor facturado.

Para realizar el cambio en el rango de consumo anteriormente señalado, se implementó un periodo de progresividad en la aplicación, realizado por las personas prestadoras de los servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado, teniendo en cuenta la altura sobre el nivel del mar de las ciudades y el municipio. Para ello, se consideraron datos de la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico y el seguimiento a la modificación del rango de consumo básico²⁸, como se representa en la Tabla 1.

La puesta en marcha de esta resolución debe tener en cuenta que las personas prestadoras de los servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado,

Tabla 1. Fechas periodo de progresividad Consumo Básico.

Fechas Periodo de Progresividad Consumo básico	Consumo básico (m ³ / suscriptor mes)			
	1 mayo, 2016	1 enero, 2017	1 julio, 2017	1 enero, 2018
Ciudades y municipios con altitud promedio por encima de 2000 msnm.	17	15	13	11
Ciudades y municipios con altitud promedio entre 1000 y 2000 msnm.	18	16	14	13
Ciudades y municipios con altitud promedio por debajo de 1000 msnm.	19	18	17	16

Fuente: CRA, 2018.

facturen bimestralmente los consumos básicos en su periodo de facturación correspondiente al mes de mayor número de días facturados. También, las personas prestadoras informan a los suscriptores a través de la factura y el nivel de consumo básico del siguiente periodo de facturación.

Resultados

Teniendo en cuenta que las nuevas tarifas se rigen según el piso térmico, es necesario identificar los cambios para las principales ciudades, los cuales se observan en las Tablas 2, 3 y 4, en donde hay una reducción cercana al 45 % de consumo para cada ciudad. Aquí, de acuerdo con datos de la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico y del Catálogo de Metadatos del sistema de información ambiental (IDEAM)²⁹, la norma se torna confusa si se ajustan las tarifas pero no los subsidios de consumo.

Tabla 2. Ciudades con altitud promedio por encima de 2000 m.s.n.m

Ciudad	Principales ciudades de Colombia	
	Piso térmico (m.s.n.m)	Consumo Básico Nuevo (m ³ /suscriptor/mes)
Bogotá	2640	
Tunja	2822	
Manizales	2200	11
Pasto	2527	
Total ciudades		4
Total ahorrado por ciudad (%) suscriptor/mes		45

Fuente: Resolución CRA/750/2016.

²⁸ CRA, 2018.

²⁹ Geoservicios IDEAM, 2018.

Tabla 3. Ciudades con altitud promedio entre 1000 y 2000 m.s.n.m

Ciudad	Principales ciudades de Colombia	
	Piso térmico (m.s.n.m)	Consumo Básico Nuevo (m ³)
Medellín	1495	
Cali	1018	
Armenia	1551	13
Pereira	1411	
Ibagué	1285	
Total ciudades		5
Total ahorrado por ciudad (%) suscriptor/mes		35

Fuente: Resolución CRA/750/2016.

Tabla 4. Ciudades con altitud promedio por debajo de 1000 m.s.n.m

Ciudad	Principales ciudades de Colombia	
	Piso térmico (m.s.n.m)	Consumo Básico Nuevo (m ³)
Riohacha	5	
Valledupar	168	
Montería	18	
Sincelejo	213	
Quibdó	43	
Florencia	242	
Mocoa	604	
Puerto Inírida	95	
San José del Guaviare	175	
Mitú	183	
Cartagena	2	16
Barranquilla	18	
Villavicencio	467	
Bucaramanga	959	
Cúcuta	320	
Leticia	96	
Yopal	390	
Neiva	442	
Arauca	132	
Santa Marta	15	
Puerto Carreño	51	
San Andrés	31	
22	Total ciudades	
Total ahorrado por ciudad (%) suscriptor/mes		20

Fuente: Geoservicios IDEAM, 2018.

Este cambio en la disminución del consumo básico de servicio de acueducto y alcantarillado en el país conlleva consecuencias económicas para la población, puesto que en primera medida involucra el subsidio brindado para estos servicios, afectando cerca de 9 millones de suscriptores y 30 millones de usuarios de los estratos 1, 2 y 3. Por ello, se presentó una demanda de nulidad para la resolución 750 de 2016, que emitió la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA). Esta resolución de la CRA está orientada a incentivar el uso eficiente y ahorro de agua; sin embargo, sanciona a la población más vulnerable de los estratos 1, 2 y 3, sin aplicarle la misma medida a los estratos 5 y 6, que son los que consumen más agua, mientras que los estratos bajos son los que más ahorran. Argumentando esta medida, tampoco influye en el consumo básico de los sectores industriales y los comerciales, que presentan un importante consumo. En suma, se compromete el principio de igualdad³⁰.

El nuevo valor del consumo básico es establecido por la CRA teniendo en cuenta la variable suscriptor, lo cual es contradictorio frente a otras normas que expresan esta variable como usuarios, como se evidencia en el artículo 99 de la Ley 142 de 1994, donde se coloca el término usuarios. Otro ejemplo es el artículo 7 de la Ley 373 de 1997, que expresa el termino de usuarios y finaliza en la resolución CRA/151/2001, la cual indica que el consumo básico está destinado para satisfacer las necesidades esenciales de consumo para las familias.

Lo anterior identifica que el estudio realizado para el nuevo consumo básico, de acuerdo con el Centro Nacional de Consultorías³¹, no tiene en cuenta lo establecido en las normas, debido a que utiliza el término usuarios, que es diferente al término suscriptores. Además, hace énfasis a la nomenclatura urbana por casa sin tener en cuenta el tamaño o las costumbres sociales y culturales de la familia, que alteran el consumo que se utiliza en cada vivienda y su bienestar socio-económico (Gráfico 4).

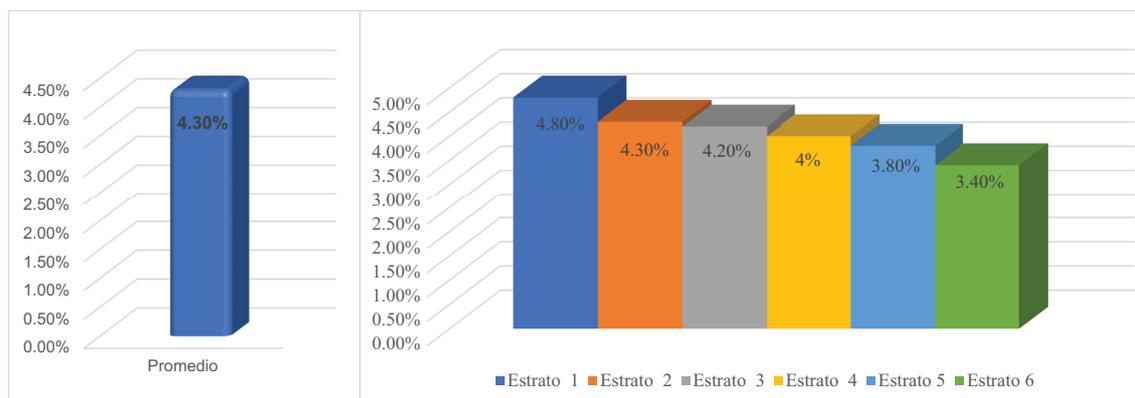
El Gráfico 4 tomó una base de encuestados de 1.018 usuarios en las ciudades de Bogotá, Medellín, Cali y Barranquilla, realizada vía telefónica tipo CATI, donde el cambio es notorio entre extremos de estratos bajos y altos. Aquí, la tendencia es disminuir; es decir, el tamaño es una variable determinante. De tal manera, como se observa en la Tabla 5, los cambios generados para el estrato 1 en las ciudades de Medellín, Bogotá y Cali, tienen aumentos considerables en el incremento de la factura, teniendo en cuenta el nuevo consumo básico³².

³⁰ El Nuevo Siglo, 2017.

³¹ Centro Nacional de Consultorías, 2012.

³² Congreso Visible, 2017.

Gráfico 4. Variación de tamaño de familia según el estrato



Fuente: elaboración propia con base en el Centro Nacional de Consultorías, 2012.

Tabla 5. Ejemplo para estrato 1, incremento de la factura con el nuevo consumo básico

Ciudad	Piso Térmico	1 enero 2017	1 julio 2017	1 enero 2018
		Aumento consumo básico (%)	Aumento consumo básico (%)	Aumento consumo básico (%)
Bogotá	Mayor de 2000 msnm	15 m ³	13 m ³	11 m ³
		58%	82%	105%
Medellín	Entre 1000 y 2000 msnm	16 m ³	14 m ³	13 m ³
		30%	45%	53%
Cali	Menor de 1000 msnm	18 m ³	17 m ³	16 m ³
		21%	32%	43%

Fuente: Congreso Visible, 2017.

Para la ciudad de Bogotá, se evidencia un incremento inicial de la aplicación de la nueva tarifa del consumo básico para el estrato 1 de 58 %, el cual se puede considerar como alto, comparado con las ciudades de Medellín y Cali. Estas ciudades consideran para la primera fecha de aplicación del nuevo consumo el incremento en las tarifas entre el 21 % y el 30 %, respectivamente. En ambas, el incremento del consumo básico aumenta sin grandes variaciones, siendo en Medellín de 53 % y en Cali de 43 %. Estos valores de aumento son de importancia, ya que en el caso de Medellín superan el 50 % de incremento y para Cali está muy cerca de llegar a ese porcentaje, siendo elevados estos aumentos que afectan considerablemente a los habitantes de estas ciudades que están en este estrato.

Por otro lado, para la ciudad de Bogotá, el aumento en los costos para los habitantes de estrato 1 son excesivamente altos teniendo en cuenta los cambios en el consumo básico en su etapa final, que es de 11 m³, siendo del 105 % el aumento que se identifica para los usuarios, teniendo una gran incidencia en su economía. Esta determinación de

la CRA para el cambio del consumo básico en el servicio de acueducto y alcantarillado para el país, disminuye casi en un 50 % los metros cúbicos que se subsidian para el estrato 1, 2 y 3 a nivel nacional. Esta es una medida exagerada, debido a que la meta de ahorro para estos estratos se cumplió. Por esta razón, no existe una justificación para estos aumentos, siendo la única que puede tener otras variaciones en el control del consumo para evitar desperdicios del recurso hídrico.

Considerando los valores de la Tabla 5, en la cual se toma como ejemplo la variación en el aumento del consumo básico para la ciudad de Bogotá para el estrato 1, se identifica que la factura tendrá un incremento del 58 % para la primera etapa en el cambio del consumo básico, que es de 15 m³, teniendo en cuenta un consumo de 20 m³ y un incremento de 32.000 pesos colombianos (cerca de 9 dólares americanos).

Por otro lado, para el cambio final, que son 11 m³ para el caso de Bogotá, el aumento es del 105 %, es decir 56.500 pesos colombianos (poco más de 15 dólares americanos). Según la Secretaría de Hábitat del Distrito, esta medida afectaría a 378.473 familias de los estratos 1, 2 y 3, que representan el 28 % del total de los usuarios de la Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Bogotá (E.S.P.). Otro efecto que se identifica al cambiar el consumo básico, se evidencia en los hogares

comunitarios de Bienestar Familiar, que benefician a más de 1,2 millones de niños en el país, los cuales se verían perjudicados al ser clasificados en el estrato 1 y, observando el ejemplo anterior del aumento considerable en costos, se ven afectados con esta medida.

Es importante mostrar la evolución en la densidad poblacional por hogar, en tanto las casas y apartamentos son los inmuebles objeto de estratificación socioeconómica. En los años noventa, Planeación Nacional estimaba un promedio de 4,5 personas por familia. En la Tabla 6, se observa que a mediados de la década del 2000, se redujo a 3,5 personas; mientras que en 2018, el estimativo pasó a cerca de 3 individuos por hogar, lo cual ilustra la reducción del tamaño de los hogares.

Tabla 6. Número de viviendas y personas por familia en Bogotá, 2005 al 2018

Concepto	Censo general 2005	Censo Nacional de Población y Vivienda 2018
Viviendas	1,762,685	2,294,811
Hogares	1,931,372	2,446,244
Personas	6,740,859	7,019,847
Personas por Hogar	3.5	2.9

Fuente: elaboración propia con base en DANE, 2018.

Discusión

La implicación en los subsidios de la nueva medida en el cambio del consumo básico no han afectado de manera directa, ya que estos no se van a eliminar; toda vez que el propósito de la nueva medida que el Gobierno Nacional está implementando tiene como objetivo el ajuste del rango del consumo básico que actualmente tiene el país, basándose en la reducción del consumo. En otros términos, el análisis del consumo promedio de los usuarios residenciales realizado por la Comisión de Regulación de Agua Potable y el Departamento Nacional de Planeación durante un periodo de diez años en las 18 ciudades capitales, ha representado el 72 % de los usuarios reportados en Colombia que cuentan con el servicio de acueducto.

Lo anterior arroja que el consumo promedio de los usuarios residenciales ha tenido una disminución, que indica que los habitantes de Colombia satisfacen sus necesidades con una cantidad menor de agua, comparando el consumo básico que anteriormente se utilizaba. De esta manera, los estratos 1, 2 y 3 siguen con el beneficio del subsidio para el consumo básico con un rango menor, teniendo en cuenta las nuevas condiciones de

consumo que el país presenta actualmente. Así, uno de los principales beneficios para el cambio en el consumo básico en el servicio de acueducto es incentivar el uso racional y eficiente del agua, para consumir lo necesario, permitiendo disminuir la presión sobre el recurso hídrico y lograr mayores posibilidades de acceso y disponibilidad de agua para el abastecimiento de la población.

Otro beneficio que destacan es contar con mayores recursos financieros para la población que requiere subsidios, ya que se dejaría de cubrir con este beneficio a los usuarios que tengan un consumo innecesario de agua. También resalta el hecho de que los escenarios climáticos utilizados en el marco de la segunda Comunicación de Cambio Climático de Colombia muestran tendencias a un aumento de la temperatura media y a una modificación de las condiciones hidrológicas con reducción de las precipitaciones en algunas regiones de hasta un 30 %. Efectivamente, en muchos de los pequeños y medianos municipios, como el caso de Piedecuesta (Santander), las tarifas de bastantes hogares han incrementado hasta en un 50 %, debido a que la aplicación no fue precedida de una campaña de ahorro y uso eficiente que acompañara a los habitantes en la transición del régimen tarifario³³.

En este contexto, cabe resaltar que es notable en municipios en donde si bien, hay alturas superiores a los 1.000 m.s.n.m, las temperaturas son considerablemente altas, como es el caso de algunos de los municipios de los departamentos de Santander, Norte de Santander y el Norte de Boyacá, que oscilan entre los 20°C y los 23°C. Por tanto, las medidas para disminuir el consumo pasan a ser medidas correctivas, que surtirán efecto en el corto y mediano plazo, haciendo que esa adaptación sufra un eventual efecto de resiliencia, puesto que va a llevarse a cabo mientras son afectados por las tarifas del nuevo consumo básico, de modo que van a tener que aprender sobre el camino. Sin duda, es una lección que se debe aprender a partir de estos modelos³⁴.

En función de lo anterior, es posible reflexionar desde una perspectiva sistémico-termodinámica el consumo básico de agua potable en Colombia; es decir, ¿qué fuerzas presionan al sistema de provisión, al sistema social (usuarios) y a los sistemas hídricos?, ¿en qué fase de estado se encuentran estos sistemas (homeostasis)?, ¿a partir de la iniciativa de ley que regula el consumo, qué efectos negentrópicos se ha tenido? (Tabla 7).

³³ Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (UNDP), 2018.

³⁴ Morales, 2018.

Tabla 7. Escenario del consumo de agua potable desde el modelo EHN en Colombia

	Entropía	Homeostasis	Negentropía
Sistema de provisión del recurso hídrico	Aumento de las inversiones en infraestructura	Desarticulación intrasistémica e intersistémica	Planificación sistémica de los recursos a largo plazo
Sistema social	Marcos normativos que repercuten en los costos de los usuarios por el consumo hídrico	Incremento en las tarifas Acotamiento del subsidio para los estratos más bajos	Racionalización del consumo Concientización sobre el cuidado y cultura del agua Política pública integral del agua
Sistemas hídricos	Racionalización del consumo Concientización sobre el cuidado y cultura del agua Política pública integral del agua	Incremento en las tarifas Acotamiento del subsidio para los estratos más bajos	Racionalización del consumo Concientización sobre el cuidado y cultura del agua Política pública integral del agua

Fuente: elaboración propia.

Conclusiones

La variable climática se introdujo en la regulación desde la perspectiva de los pisos térmicos, con diferencias territoriales en alturas superiores a 2.000 metros, entre 1.000 y 2.000 metros y por debajo de los 1.000 metros. La incorporación de otros fenómenos climáticos, asociados a predicciones de fenómenos como el del niño y la niña, son objetos de estudios actuales, para inclusión en próximos periodos tarifarios.

Por ello, si bien a las estructuras tarifarias se han incorporado tasas por uso del agua y por vertimientos de cargas contaminantes, para buscar la protección de cuencas y fuentes de agua, las tarifas pueden incorporar inversiones ambientales.

Este estudio evidencia que el consumo promedio de agua en hogares ha disminuido. En este sentido, de acuerdo con la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico de Colombia, y teniendo en cuenta esta variación y sugerencias de Organizaciones Internacionales sobre el uso y ahorro del agua, se han establecido nuevos rangos para el consumo básico por suscriptor, considerando los pisos térmicos. Es decir, la Comisión de Regulación asume esta medida, mediante el artículo 80 de la Constitución Política de 1991, la cual señala que es deber del estado planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales y garantizar su desarrollo sostenible, conservación, restauración o sustitución³⁵.

La reducción del consumo de agua en Bogotá en un caso interesante, destacado por Naciones Unidas, pues es una de las grandes metrópolis donde el uso del agua por hogar se ha reducido notablemente. Tal como se describe en la Resolución CRA 76 de 1996, el consumo promedio bimestral de la ciudad, en 1996, era de

52,5 m³; ya para 1998, se redujo a 42,7 m³. Ello se explicó por el derrumbe parcial de los túneles de Chingaza y por las campañas nacionales y mundiales sobre el uso eficiente del agua.

También, dicha reducción estuvo influida por el efecto de la elasticidad precio de la demanda del recurso hídrico, considerando que las nuevas estructuras de costos elevaron las tarifas. Igualmente, por la mejor comprensión del cambio climático y los fenómenos del niño.

Al 2020, los reportes del sistema único de información arrojan consumos inferiores a los 22 m³ cada bimestre.

La implicación de los subsidios con la nueva medida en el cambio de consumo básico no afectará directamente, ya que estos no serán eliminados, debido a que el propósito de la nueva medida que está implementando el Gobierno Nacional apunta a ajustar el rango de consumo básico que tiene actualmente el país, en base a la reducción del consumo. Es decir, el análisis del consumo promedio de usuarios residenciales realizado por la Comisión Reguladora de Agua Potable y el Departamento Nacional de Planeación durante un periodo de diez años, en las 18 capitales, ha representado al 72 % de los usuarios reportados en Colombia que cuentan con el servicio de acueducto. La asignación de estos subsidios cruzados no afecta a la ejecución de inversiones sociales, desarrolladas bajo la condición de que no se lleven a los costos incrementales de largo plazo, lo cual contribuye también a reducciones del precio de los servicios.

Las medidas de promoción para el ahorro y uso eficiente de agua potable deben ir acompañadas de un análisis técnico para la proyección de la demanda de agua potable, consiguiendo de esta manera reducir la entropía del sistema y aproximarse a resultados que no perjudiquen a la población y que permita lograr ahorros significativos del consumo. Los cambios presentados en

³⁵ Corte Constitucional de Colombia, 2016.

la resolución CRA/750/2016, que consiste en el nuevo consumo básico para los servicios públicos domiciliarios de acueducto, tienen una gran incidencia en la economía de las familias, sobre todo para los estratos 1, 2 y 3, ya que, por medio de la disminución del consumo básico, estos usuarios tienen un incremento en el pago de la tarifa, teniendo en cuenta que al bajar los metros cúbicos de los subsidios tienen una notable disminución que directamente se ve relacionada con el aumento en el pago de este servicio, que afecta a estos usuarios considerablemente.

El precio del metro cúbico en Bogotá en el 2015 estaba en \$2.000 COP (alrededor de medio dólar americano). En tanto, una familia residente en una vivienda de estrato bajo-bajo, recibía un subsidio del 70 % respecto del rango de consumo básico y sintió el salto de \$600/m³ a \$2.000/m³ (0,2-0,55 dólares americanos) en el volumen que superó el rango básico. Tal situación aún persiste en viviendas como los inquilinatos. De tal forma, se vuelve prioritario buscar alternativas para que el desequilibrio en las tarifas sea menor.

Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo brindado por la Universidad Francisco José de Caldas y la Universidad de Guadalupe en esta investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

- Belmonte, Silvina; López, Emilce de las Mercedes; García, María de los Ángeles.** 2021: "Identification of priority areas for water management in the Chaco Salteño, Argentina". *Agua y Territorio / Water and Landscape*, (17), 7-32. <https://doi.org/10.17561/at.17.4868>
- Berkes, Fikret; Folke, Carl.** 1998: "Linking Social and Ecological Systems for Resilience and Sustainability". *Beijer Discussion Paper*, 52(1). http://dlc.dlib.indiana.edu/dlc/bitstream/handle/10535/4352/Berkeslinking_social_and_ecological_systems_for_resilience_and_sustainability.pdf?sequence=1
- Centro Nacional de Consultorías. 2012: *¿Cómo es la nueva familia Colombiana? Revista Credencial*. <http://www.revistacredencial.com/credencial/noticia/actualidad/como-es-la-nueva-familia-colombiana>
- Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico de Colombia (CRA). 2016: *Resolución CRA 750 de 2016 por la cual se modifica el rango de consumo básico*. <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/col157697.pdf>
- Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico de Colombia (CRA). 2018: *Seguimiento a la modificación del rango de consumo básico (Resolución CRA 750 de 2016)*. <https://cra.gov.co/seccion/prensa/seguimiento-medida-consumo-basico.html>
- Comisión de Regulación de Comunicaciones. 2011: *Resolución 3052 por la cual se define el Consumo Básico de Subsistencia y se dictan otras disposiciones*. https://www.redjurista.com/Documents/resolucion_3052_de_2011_crc_-_comision_de_regulacion_de_comunicaciones.aspx#/
- Congreso de Colombia. 1997: *Ley 373 por la cual se establece el programa para el uso eficiente y el ahorro del agua*. *Diario Oficial No. 43.058 del 11 de junio de 1997*. https://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/Legislacion%20del_agua/Ley_373.pdf
- Congreso Visible. 2017: *Incremento de la factura con el nuevo consumo básico*. <http://www.congresovisible.org/congresistas/perfil/carlos-albertobaena-lopez/288/#tab=2>
- Corte Constitucional de Colombia. 2016: *Constitución Política de Colombia*. <http://www.corteconstitucional.gov.co/inicio/Constitucion%20politica%20de%20Colombia.pdf>
- Cressie, Noel.** 1991: *Statistics for spatial data*. New York (USA), Wiley.
- Dai, Aiguo.** 2012: "Drought under global warning". *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 6(31), 617-617. <https://doi.org/10.1002/wcc.81>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). 2018: *Mesa de expertos de estratificación socioeconómica. Informe final*. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Vivienda%20Agua%20y%20Desarrollo%20Urbano/Mesa-Expertos-Estratificacion/Informe%20Final.pdf>
- El Nuevo Siglo.** 2017: *Demandan resolución que baja subsidio al agua a los más pobres*. <https://www.elnuevosiglo.com.co/articulos/04-2017-demandan-resolucion-que-baja-subsidio-al-agua-a-los-mas-pobres>
- Ferreira, Ana Inés.** 2017: "El agua como factor de conflicto y determinante en el precio de la tierra: Córdoba, Argentina, 1800-1855". *Agua y Territorio / Water and Landscape*, (10), 30-42. <https://doi.org/10.17561/at.10.3607>
- Folke, Carl; Carpenter, Stephen R.;** Walker, Brian; Scheffer, Marten; Chapin, Terry; Rockström, Johan. 2010: "Resilience Thinking: Integrating Resilience, Adaptability and Transformability". *Ecology and Society*, 15(4), 20. <https://doi.org/10.5751/ES-03610-150420>
- Geoservicios IDEAM. 2018: *Catálogo de Metadatos del sistema de información ambiental*. <http://geoservicios.ideam.gov.co/geonetwork/srv/spa/catalog.search.jsessionid=A9366A504ABE0E429C93B5E0C46B02AA#/home>
- González Pérez, Mario Guadalupe.** 2018: "Entropy and negentropy of the particular electric vehicle in urban systems: homeostasis of mobility in Mexico". *DYNA*, 85(206), 171-177. <https://doi.org/10.15446/dyna.v85n206.72509>

- González Pérez, Mario Guadalupe; López Lara, Luis Fernando.** 2018: "Entropía del crecimiento habitacional en el río Blanco de la metrópoli de Guadalajara, México". *Revista Ingeniería, Hidráulica y Ambiental*, 39(2), 100-111.
- González Pérez, Mario Guadalupe; Jalomo Aguirre, Francisco; Lizcano Caro, Jose Andelfo.** 2019: "Water resources in urban systems: El Zapotillo dam as occasional negentropy in the metropolis of Guadalajara, Mexico". *DYNA*, 86(209), 248-254. <http://doi.org/10.15446/dyna.v86n209.75824>
- Hamilton, Clive.** 2010: *Réquiem para una Especie. Por qué resistimos la verdad*. Nueva York (EE.UU.), Capital Intelectual S.A.
- Holling, C. S.** 1973: "Resilience and Stability of Ecological Systems". *Annual Review of Ecology and Systematics*, 4(1), 1-23. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.04.110173.000245>
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2014: *Climate Change 2014 - Impacts, Adaptation, and Vulnerability: Part A: Global and Sectoral Aspects*. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the IPCC. United Kingdom, Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415386>
- Levermann, Anders; Schewe, Jacob; Petoukhov, Vladimir; Held, Hermann.** 2009: "Basic mechanism for abrupt monsoon transitions". *Proc. Natl. Acad. Sci, U.S.A.*, 106(49), 20572-20577. <https://doi.org/10.1073/pnas.0901414106>
- Marengo, Jose A.; Chou, Sin Chan; Rodrigues Torres, Roger; Giarolla, Angelica; Alves, Lincoln M.; Lyra, Andre.** 2014: "Climate Change in Central and South America: Recent Trends, Future Projections, and Impacts on Regional Agriculture". *Research Program on Climate Change, Agriculture and Food (CCAFA)*, 73(1), 1-93.
- Meléndez, Marcela; Casas, Camila; Medina, Pablo.** 2004: *Subsidios al consumo de los servicios públicos en Colombia: ¿hacia dónde nos movemos?* Informe final. https://www.repository.fedesarrollo.org.co/bitstream/handle/11445/1033/Repor_Agosto_2004_Melendez.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ministerio de Medio Ambiente.** 1997: *Decreto numero 3102, por el cual se reglamenta el artículo 15 de la Ley 373 de 1997 en relación con la instalación de equipos, sistemas e implementos de bajo consumo de agua*. http://186.31.107.170/sites/default/files/normativa_ambiental/dec_310297_instalacion_de_equipos_para_bajo_consumo.pdf
- Morales, Juan Manuel.** 2018: *Directivas de la Piedecuestana de Servicios respondieron el porqué de las alzas del servicio público*. <https://www.vanguardia.com/area-metropolitana/piedecuesta/directivas-de-la-piedecuestana-responden-dudas-comunitarias-OBVL448125>
- Pardo Llorente, Leandro.** 1993: "Teoría de la información estadística". *Estadística Española*, 35(133), 195-268.
- Perman, Roger; Yue, Ma; McGilvray, James; Common, Michael.** 2003: *Natural Resource and Environmental Economics*. London (UK), Pearson Education Limited.
- Polanco, Camilo.** 2006: "Indicadores ambientales y modelos internacionales para toma de decisiones". *Gestión y Ambiente*, 9(2), 27-41.
- Publimetro.** 2018: *Así es como el Gobierno irá desmontando los subsidios de energía y gas a los estratos 1, 2 y 3*. <https://www.publimetro.co/co/noticias/2018/09/18/asi-gobierno-ira-desmontando-los-subsidios-energia-gas-los-estratos-1-2-3.html>
- Rapport, David; Friend, Anthony.** 1979: *Towards a comprehensive framework for environmental statistics: a stress-response approach*. Ottawa (Canada), Minister of Supply and Services Canada.
- Sistema Único de Información de Servicios Públicos Domiciliarios (SUI). 2018: *Base de datos SUI*. <http://www.sui.gov.co/web/>
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (UNDP). 2018: *Objetivo 13. Acción por el clima*. <https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals/goal-13-climate-action.html>
- Wiener, Norbert.** 1950: *The human use of human beings*. Boston, Houghton Mifflin Company.