

**IMPACTO DE LA POLÍTICA DEL DESINCENTIVO AL CONSUMO EXCESIVO DE AGUA
POTABLE – Caso: Aguas de Manizales S.A. E.S.P.**

Presentada por:
Geidy Liseth Martha Tiuso

Dirigida por:
Cesar Andrés Mantilla Ribero

Universidad del Rosario

Facultad de Economía
Maestría en Economía de las Políticas Públicas

Tesis de Grado

Bogotá, Colombia
2019

**IMPACTO DE LA POLÍTICA DEL DESINCENTIVO AL CONSUMO EXCESIVO DE AGUA
POTABLE – Caso: Aguas de Manizales S.A. E.S.P.**

Geidy Liseth Martha Tiuso¹

**Tesis de la Maestría en Economía de las Políticas Pública
Facultad de Economía
Universidad del Rosario**

Asesor: Cesar Andrés Mantilla Ribero²

Abril de 2019

Resumen

El Gobierno de Colombia estableció la política del desincentivo al consumo excesivo de agua potable debido al riesgo de variabilidad climática -ocasionado por el fenómeno de *El Niño*- en algunas zonas del país durante las vigencias 2014-2015. Este trabajo tiene como propósito estimar el impacto de dicha política sobre el consumo de agua potable de los hogares, por lo cual, se hace uso de los datos reportados por la empresa Aguas de Manizales S.A. E.S.P., que atiende los servicios públicos de acueducto y alcantarillado en la ciudad de Manizales (Caldas). Para evaluar el efecto de la medida sancionatoria, se recurre al diseño de diferencias en diferencias (*Diff – Diff*), que estima una reducción del consumo de agua potable residencial aproximada de 2.87 m³. Por su parte, no son identificados efectos heterogéneos adicionales para los grupos de estratos socio-económicos.

Palabras Clave: Suscriptores residenciales, consumo de agua potable, servicio público domiciliario de acueducto, desincentivo, cargo fijo, cargo por consumo o variable, regulación del servicio de acueducto.

¹ Economista. Candidata a Magister en Economía de las Políticas Públicas de la Universidad del Rosario

² Profesor Principal. Facultad de Economía. Universidad del Rosario.

INTRODUCCIÓN

El cambio climático provocado por las altas temperaturas a nivel mundial ha sido el centro de atención de las nuevas políticas públicas que tienen como objeto mitigar los múltiples efectos negativos sobre la sociedad (salud), la economía (sector agrícola, energético y abastecimiento de agua potable) y el medio ambiente (sequías, incendios forestales, un descenso de los caudales de los ríos y embalses por reducción de las precipitaciones); particularmente, el Gobierno de Colombia ha tenido la iniciativa de implementar políticas orientadas al consumo racional de agua potable por parte de los hogares, debido a la presencia del fenómeno climatológico “*El Niño*”.

Esta investigación tiene como propósito estimar el impacto de la política del desincentivo al consumo excesivo de agua potable implementada por el Gobierno Nacional y el regulador³, debido al riesgo de variabilidad climática en algunas zonas del país. El objetivo principal, es comprender el consumo de agua potable por parte de los suscriptores residenciales (estratos del 1 al 6) de la empresa Aguas de Manizales S.A. E.S.P., ante la imposición de una sanción por metro cúbico (m³) a consumos por suscriptor/mensual por encima de los 26 m³.

Se recurre al diseño de diferencias en diferencias (*Diff – Diff*) el cual consiste en identificar el impacto de una intervención o tratamiento específico (a menudo, la aprobación de una ley) a través de una doble comparación: la diferencia en los resultados antes y después de la intervención, para los grupos afectados por la intervención con la misma diferencia para los grupos no afectados. Como parte de la implementación del método *Diff – Diff* se verifica el cumplimiento del supuesto de tendencias paralelas estadísticamente, y finalmente, a través de una triple interacción (*Diff – Diff – Diff*) se identifica si existen efectos heterogéneos adicionales por grupos de estrato socio-económico.

Para el desarrollo de este estudio se utiliza la información reportada por la empresa prestadora de los servicios públicos de acueducto y alcantarillado Aguas de Manizales S.A. E.S.P.⁴ al Sistema Único de Información (SUI), administrado y vigilado por la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD), que a su vez es considerada para todos los términos legales y estudios como la información oficial. Se tomaron los datos para el periodo comprendido entre mayo de 2014 y mayo de 2015, con periodicidad

³ Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico - CRA

⁴ Fue seleccionada Aguas de Manizales S.A E.S.P., ya que la idea inicial de este trabajo de investigación era incluir a Villamaría (Caldas) dentro del impacto de la política pública. Aguas de Manizales S.A E.S.P. también presta el servicio de acueducto en Villamaría, pero debido a su altitud sobre el nivel del mar tenía definido un umbral diferente; no obstante, por problemas de poder de la muestra no fue posible utilizar la información de consumo de Villamaría.

mensual por suscriptor residencial del servicio público domiciliario de acueducto en la ciudad de Manizales, en el departamento de Caldas.

De esta investigación, se estima una reducción de la demanda residencial por agua potable igual a 2.87 m³ derivado de la aplicación de la política del desincentivo. Como parte de la utilización del método *Diff – Diff*, se realiza la verificación estadística al supuesto de tendencias paralelas para los periodos previos al tratamiento. Y finalmente, se evidencia que no existen efectos heterogéneos adicionales por estratos socio-económicos.

La estructura del trabajo está dividida en cinco (5) secciones: La primera sección contiene el estado del arte, la cual está compuesta por una revisión de la literatura relacionada con el propósito del estudio y la presentación de la política pública; la sección dos, especifica la estrategia empírica utilizada. En la tercera sección, se presentan los resultados; las conclusiones de la investigación hacen parte de la cuarta sección y por último, en la sección cinco se cita la bibliografía.

1. ESTADO DEL ARTE

1.1. Revisión de la Literatura

Las variaciones climatológicas ocasionadas por el fenómeno de *El Niño* tienen un alto impacto sobre los procesos productivos relacionados con la economía e influyen el comportamiento de la sociedad. *El Niño* (*El Niño Oscilación del Sur - ENOS*)⁵, es parte de un ciclo natural de temperaturas en el océano pacífico caracterizado por “la presencia de una corriente oceánica cálida que fluye hacia el sur”, con implicaciones directas sobre las costas de América Latina, particularmente, sobre Ecuador y Perú (Chavarria, Seroa, Arias, & García, 2016). También tiene alcances para el clima en todo el mundo, afectando las temperaturas estacionales y los patrones de precipitación en diferentes regiones asociadas con situaciones climáticas extremas como fuertes lluvias, inundaciones y sequías (IDEAM, 2007).

Durante el último periodo en el cual se presentó *El Niño* (2015-2016) las mayores amenazas a nivel mundial, se enfocaron en los medios de subsistencia, seguridad alimentaria (severa sequía y su impacto en la

⁵ Según estudios relacionados con los fenómenos climatológicos, *El Niño* ocurre de cada tres a cinco años; aunque varía en un intervalo de dos a siete años con una duración aproximada entre nueve (9) y doce (12) meses presentando máxima intensidad durante los meses de diciembre a abril, hasta disminuir entre los meses de mayo a julio. Ahora bien, se han presentado casos donde ha llegado a persistir alrededor de tres a cuatro años. Según el histórico, los episodios de mayor intensidad climatológica se presentaron durante los años 1982-1983 y 1997-1998 (Organización Meteorológica Mundial, 2014).

producción de alimentos, aumento en los precios), salud (costos adicionales y estancamiento de los ingresos fiscales), turismo e infraestructura (División de Análisis y Políticas de Desarrollo y el Departamento de Asuntos Económicos, 2016). Entre 2014 y 2016 América Latina experimentó altas temperaturas y redujo los niveles de lluvias lo que se derivó en extremas sequías que terminaron en múltiples incendios forestales, afectando el medio ambiente y la salud de la población por enfermedades respiratorias, con mayor gravedad en Bolivia, Perú y Colombia. El sector energético también se vio afectado del lado de la oferta, dado que los procesos de generación, distribución y abastecimiento de la demanda de energía dependen en mayor porcentaje de las hidroeléctricas y fuentes térmicas eléctricas. (Magrin, 2015).

Sin embargo, el avance de las predicciones científicas ha facilitado la mejora del nivel de preparación y los mecanismos que resultan eficaces para hacer frente a fenómenos como *El Niño* (Organización Meteorológica Mundial, 2014). Dentro de las consecuencias positivas, se encuentran la elaboración por parte de los gobiernos y organizaciones humanitarias, de planes de contingencia para aumentar la resiliencia y limitar los efectos negativos socioeconómicos, en los sectores mencionados. Es así que los administradores de los recursos hídricos pueden analizar las opciones de políticas antes de verse disminuidos los niveles de precipitación con el fin de regular adecuadamente el caudal de las presas, de construir nuevas instalaciones de almacenamiento y ofrecer incentivos adecuados a los usuarios como subsidios y contribuciones o a través del precio (World Bank, 2013).

Se debe tener en cuenta que el uso del agua se ve afectado no solo por su propio precio, sino también por los precios de los bienes y servicios que consumen agua o afectan su uso de otras maneras. Por lo tanto, para que los consumidores puedan responder a un impuesto reduciendo la demanda de agua, es crucial que estén al tanto del cambio del precio y su propio consumo de agua, y que la reducción del consumo afecte su factura individual de agua. No obstante, actualmente el sector del agua enfrenta problemas principalmente, en las fallas de la política (subsidios), fallas institucionales (ausencia de políticas bien definidas) y fallas de mercado (costos ambientales que no se internalizan) (Höglund, 1999).

Reynaud y Romano (2018), recopilaron evidencia sobre el impacto de las políticas de precios (PP) y las políticas no relacionadas con los precios (PNP) en la configuración del uso residencial del agua en un contexto de escasez. El consenso fue que la demanda de agua residencial es inelástica con respecto al precio del agua, pero no perfectamente. Dada la baja elasticidad del precio del agua, los esquemas de precios pueden no ser siempre herramientas efectivas para modificar los comportamientos del uso agua en los hogares. Sin embargo, el aumento del precio del recurso hídrico todavía es visto por las autoridades públicas como la herramienta económica más directa para inducir comportamientos de conservación del agua.

De otra parte, un análisis de la eficiencia a las políticas basadas en las tarifas en bloque creciente (IBT) al uso residencial realizado por Monterio & Roseta-Palma (2011) en Portugal⁶, deja ver si las variables climáticas afectan las estructuras de precios, en particular, si consideraciones climáticas contribuyen a la elección de un IBT como una estrategia de precios ineficiente. Una conclusión relativamente sólida señala que la mejor manera de asignar agua cuando se produce escasez es elevar su precio de acuerdo con su verdadero costo marginal, que incluye el costo de la escasez.

Jimenez, Orrego, Corrio, Vásquez & Ponce (2017), analizaron el efecto de la variabilidad climática sobre la demanda de agua para uso residencial urbano, en la ciudad de Manizales, Colombia durante el periodo 1997-2013. Para el estudio fue estimada una función de la demanda de agua para uso residencial urbano de tipo log-log, que permitió comparar los resultados obtenidos con estudios empíricos previos, incluyendo las características del hogar y la vivienda recolectadas en una encuesta, así como información de precio, ingreso, precipitación y una variable dummy para indicar si el mes correspondía a la fase cálida de *El Niño*. Los resultados sugirieron que la variabilidad climática influencia de manera positiva el consumo de agua: la ocurrencia de El Niño aumentó en 1% el consumo mensual de agua para uso residencial en Manizales.

Martinez-Espiñeira & Nauges (2004) presentan un modelo de demanda de agua residencial basada en la función de utilidad Stone-Geary, que considera explícitamente un umbral de agua que es insensible al precio y una cantidad que puede adaptarse instantáneamente a los cambios de precios igual a tres metros cúbicos (3 m^3). Para ello supone que el umbral es constante, y luego se permite que varíe de acuerdo con los niveles de consumo pasados, un indicador de los equipos y hábitos que utilizan el agua en los hogares.

Esto sugiere que para el diseño de las políticas de gestión del agua se deba considerar que, una vez que se alcanza el umbral, las políticas de precios apenas afectarían la demanda. Por lo tanto, las políticas del agua tendrían que recurrir a medidas dirigidas al umbral. Además, afirman que aunque el uso del agua es un bien normal, los ingresos no son un factor determinante para explicar su uso del líquido (Martinez-Espiñeira & Nauges, 2004).

Una de las formas más prácticas para los gobiernos de los países que buscan desincentivar el consumo irracional de agua potable (o ahorrar el recurso hídrico), es a través de la aplicación de un mayor precio al componente variable de la fórmula diseñada para el cobro de la tarifa por consumo del agua potable en dos partes, un cargo fijo y un cargo variable. Esta investigación, pretende rescatar la importancia que tiene el

⁶ País en el cual se implementa una estructura tarifaria de dos partes, compuesta por un costo fijo y un costo por consumo a partir del uso de medidores

diseño de una política pública que sanciona el consumo irracional de agua potable, con la identificación de lo que corresponde el mejor umbral posible que cumpla con el propósito de desincentivo. A la fecha, no ha sido un tema relevante para los suscriptores.

1.2. ¿Cómo se establecen las tarifas de acueducto y alcantarillado en Colombia?

La estructura de las tarifas de los servicios públicos de acueducto y alcantarillado en Colombia están compuestas por dos partes, un cargo fijo y un cargo por consumo o variable. El primero de ellos, hace relación a la inclusión de todos aquellos costos fijos que enfrenta el prestador independientemente de la cantidad de metros cúbicos de agua suministrados (e.g., gastos administrativos, gastos de comercialización y demás servicios permanentes); mientras que la parte variable de la tarifa hace referencia a todos aquellos costos particulares derivados del abastecimiento de agua potable; es decir, insumos químicos, energía, equipos, herramientas.

En ese sentido, aquellas empresas que hacen parte del régimen regulado⁷, que es el caso de Aguas de Manizales S.A. E.S.P., deben adoptar la metodología que contiene la fórmula para hallar tanto el costo fijo - \$/usuario/mes (Costo Medio Administrativo)-, como el cargo por consumo - \$/m³/mes (Costo Medio de Operación, Costo Medio de Inversión y Costo Medio de Tasas Ambientales)-.

Una vez definidos los costos de referencia del estrato⁸, estos se verán afectados positivamente por los porcentajes de subsidios (para los estratos 1, 2 en ocasiones el estrato 3); y los factores de aporte solidario (realizado por parte de los suscriptores clasificados dentro del estrato 5 y 6), definidos por el concejo municipal en este caso de la ciudad de Manizales, Caldas o de cada una de las áreas de prestación a las cuales atiendan las empresas (Congreso de Colombia, 1994).

Adicionalmente, se debe tener en cuenta que cada área de prestación (APS)⁹ de una empresa presenta particularidades a la hora de suministrar el servicio público de acueducto, en aspectos, técnicos, administrativos, y de inversión. Esto hace que la tarifa sea distinta entre las APS aun cuando la empresa que suministre los servicios señalados sea la misma.

⁷ A nivel nacional hay empresas prestadoras de servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado que hacen parte del régimen de libertad regulada; es decir, que para calcular la tarifa final a cobrar cada uno de los suscriptores, debe adoptar una metodología de costos y tarifas expedida por el ente regulador. Por otro lado, existen empresas que pertenecen al régimen de libertad vigilada, el cual le permite determinar libremente las tarifas pero que deben atender a los criterios por ley definidos mediante el artículo 87 de la Ley 142 de 1994

⁸ Cada consumidor tendrá el derecho a tener el mismo tratamiento tarifario que cualquier otro si las características de los costos que ocasiona a las empresas de servicios públicos son iguales

⁹ APS: Corresponde a las áreas geográficas del municipio en las cuales la persona prestadora proporciona los servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado cubiertas por su infraestructura existente.

En términos generales, la tarifa final que debe pagar cada suscriptor es determinada de la siguiente manera:

$$Tarifa_{it} = \left\{ \underset{CF}{Costo\ fijo} \pm \left[\frac{Subsidio}{contribución} \times consumo\ (m3^*) \right] \right.$$

+ CV

*Se subsidió hasta 20 m3 por suscriptor hasta abril de 2016

1.3. La política pública: Desincentivo al consumo excesivo de agua potable

Para estudiar la política pública objeto de este análisis, es pertinente delimitar hacia qué tipo de uso del agua potable va dirigida la regulación y qué medida (límite) se determina cuando existe consumo excesivo o irracional. Con base en lo anterior, se busca analizar si la efectividad de la política pública está determinada por la sanción monetaria, o si está determinada por el cambio en los hábitos de consumo del recurso hídrico.

La política pública estudiada, incluye dentro de su ámbito de aplicación el concepto de agua potable, entonces los actores a quienes va dirigida la medida son las empresas prestadoras del servicio público domiciliario de acueducto (ESP) y los suscriptores residenciales, donde estos últimos están definidos como personas naturales o jurídicas; y clasificados de acuerdo a la política de estratificación¹⁰ socioeconómica colombiana, dentro de los estratos del 1 al 6; por lo tanto, no incluye a aquellos suscriptores con uso del agua potable para fines industriales, comerciales u oficiales. También excluye a inquilinatos y entidades clasificadas como servicio especial¹¹, hogares comunitarios de bienestar y sustitutos, usuarios de las áreas comunes de los inmuebles residenciales bajo el régimen de propiedad horizontal y Multiusuarios.

Conforme lo anterior, el ámbito de la aplicación determinado en la política pública – Resolución CRA 695 de 2014, es el siguiente:

“ARTICULO 1. ÁMBITO DE APLICACIÓN. *La presente resolución aplica a las personas prestadoras del servicio público domiciliario de acueducto que presten el servicio en aquellas zonas en las cuales el Instituto Nacional de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, determine que se presentan situaciones ambientales de riesgo por disminución en los niveles de precipitación ocasionados por fenómenos de variabilidad climática, y mientras permanezca dicho riesgo”.*

¹⁰ Clasificación en estratos de los inmuebles residenciales que deben recibir servicios públicos. Se realiza principalmente para cobrar de manera diferencial por estratos los servicios públicos domiciliarios permitiendo asignar subsidios y cobrar contribuciones en esta área. De esta manera, quienes tienen más capacidad económica pagan más por los servicios públicos y contribuyen para que los estratos bajos puedan pagar sus facturas – Departamento Nacional de Planeación (DNP).

¹¹ Decreto 229 de 2002

Otro de los temas esenciales de la medida del desincentivo, es la definición de aquellos lugares o sectores del país en los cuales se pudo evidenciar la disminución significativa de los volúmenes de precipitación poniendo en riesgo la oferta hídrica. Las regiones que según el IDEAM presentaron problemas durante las vigencias 2014-2015 de disponibilidad del recurso hídrico, y que por ende debían dar aplicación a la nueva norma fueron: Atlántico, Bolívar, Boyacá, **Caldas**, Cesar, La Guajira, Magdalena, Norte de Santander, Quindío, Risaralda, Santander, Tolima. En el sentido más estricto, fue determinado el consumo máximo de agua potable de acuerdo a la ubicación sobre el nivel del mar (msnm), para cada uno de los suscriptores que habitaran los departamentos mencionados, de la siguiente manera:

Tabla 1. Niveles de consumo excesivo máximo por piso térmico

Piso Térmico	Nivel de consumo excesivo	Departamentos
Ciudades y municipios con altitud promedio por encima de 2.000 msnm	26 m ³ /suscriptor/mes	Boyacá Caldas Norte de Santander
Ciudades y municipios con altitud promedio entre 1.000 y 2.000 msnm	28 m ³ /suscriptor/mes	Santander Quindío Risaralda
Ciudades y municipios con altitud promedio por debajo de 1.000 msnm	32 m ³ /suscriptor/mes	Atlántico Bolívar Cesar La Guajira Magdalena Tolima

*msnm: Metros sobre el nivel del mar Fuente: Resolución CRA 695 de 2014

*Tener en cuenta que en un departamento pueden ubicarse otros municipios con altitud promedio diferente; entonces, puede tener otro nivel de consumo excesivo diferente.

Definido el nivel de consumo excesivo por el regulador, se determina que cada metro cubico (m³) adicional demandado sería cobrado por el doble del valor del m³ determinado según los costos de la empresa prestadora del servicio público domiciliario de agua potable para el estrato de referencia, sin tener en cuenta el descuento por aplicación de los subsidios y aporte solidario; es decir, el precio por m³ que paga el estrato 4; y posteriormente su valor debe ser adicionado a la factura del servicio público domiciliario de acueducto como un cargo adicional. La fórmula diseñada por el regulador para determinar el monto de la sanción a pagar el prestador es la siguiente:

$$D = (C_s - C_{ex}) * CC_{ac}$$

Donde,

D : Desincentivo en el periodo facturado (\$/suscriptor)

C_s : Consumo total del suscriptor en el periodo facturado (m³/suscriptor)

C_{ex} : Nivel de consumo excesivo establecido de acuerdo a la tabla “*Niveles de consumo excesivo máximo por piso térmico*”

CC_{ac} : Cargo por consumo del servicio público domiciliario de acueducto

Posteriormente, el 21 de octubre de 2014 fue aclarada la Resolución CRA 695 de 2014 a través de la expedición de la Resolución CRA 699 de 2014, la cual seguía incluyendo dentro de su ámbito de aplicación al departamento de Caldas, en particular a la ciudad de Manizales sin modificación de las reglas de juego, es decir, se mantuvo el mismo umbral de consumo excesivo (26 m³) y los términos para su cobro; por lo tanto, se incluyó dentro de este análisis el impacto sobre el consumo de agua potable residencial para la vigencia de las dos Resoluciones, periodo comprendido entre septiembre 2014 y mayo de 2015. En mayo de 2015 la Resolución CRA 714 de 2015 excluye de la medida al departamento de Caldas; motivo por el cual solo se mide el impacto de la medida sancionatoria hasta mayo de 2015, ya que empiezan a regir otras condiciones de la nueva regulación a partir de los consumos del mes de junio de 2015.

Bajo los parámetros expuestos para la implementación de la política del desincentivo, a continuación, se presenta, a manera de ejemplo, el efecto porcentual de la multa para cada uno de los estratos residenciales, tomando como referencia el valor del m³ cobrado por la empresa Aguas de Manizales SA ESP durante el periodo de estudio, y los porcentajes de subsidios y factores de aporte solidario aprobados por el concejo municipal de la ciudad de Caldas, Manizales.

En este ejemplo en particular, se asume la misma cantidad de agua demanda (28 m³/mes) por un hogar de cada estrato socioeconómico (del 1 al 6), quienes entonces serían multados ya que consumieron dos metros cúbicos por encima del umbral máximo (26 m³). Sin embargo, como el valor de la multa por metro cúbico excedido es el mismo entre estratos, el porcentaje de la tarifa total que corresponde a la multa decrece con el estrato socio-económico, yendo del 11% para el estrato 1 al 3.1% para el estrato 6.

Este ejemplo sirve de motivación para indagar posibles efectos diferenciales de la multa por consumo excesivo de agua a través de los estratos socioeconómicos. Por tal razón, además del modelo de diferencias en diferencias (*Diff – Diff*), se incluirá en el análisis un modelo de triples diferencias (*Diff – Diff – Diff*), para detectar si la misma política tuvo efectos diferenciales por estratos. Para este ejercicio se agruparán los hogares de los estratos subsidiados, 1, 2 y 3 (Grupo 1). El Grupo 2 contiene únicamente la demanda por agua potable del estrato 4, que no está subsidiado ni realiza contribuciones adicionales. Finalmente, en el Grupo 3 se agregan los consumos de los hogares de los estratos contribuyentes, 5 y 6.

Tabla 2. Análisis del tratamiento diferencial del precio por la medida sancionatoria

	Estrato	Consumo suscriptor	Subsidio/ Contribución	Valor m ³ 2014	Valor total m ³ consumidos	Valor de la multa	% Multa
Referencia	1	28 m ³	51%	\$1.331	20 m ³ = \$13.046 8 m ³ = \$10.649	2 m ³ = \$ 2.662	11%
	2		40%		20 m ³ = \$15.974 8 m ³ = \$10.649		10%
	3		15%		20 m ³ = \$22.630 8 m ³ = \$10.649		8%
	4		0%		28 m ³ = \$37.273		7%
	5		50%		28 m ³ = \$53.248 + (1*0.5) = \$79.872		3.3%
	6		60%		28 m ³ = \$53.248+ (81*0.6) \$85.197		3.1%

*CC: Cargo por consumo

Fuente: Elaboración propia con datos tomados del SUI 2014-2015

2. ESTRATEGIA EMPIRICA

Para estudiar el impacto de la medida sancionatoria sobre consumo excesivo de agua potable de los suscriptores¹² residenciales en la ciudad de Manizales (Caldas), se utiliza el método cuasi- experimental de diferencias en diferencias (*Diff – Diff*). A continuación, se define el periodo de la política pública, la disponibilidad de los datos para el estudio, y se describe el proceso de selección y definición del grupo de tratados (sancionados) y controles (consumidores que no sobrepasaron el umbral máximo).

2.1. Periodo de aplicación de la política pública – PP

La política pública “*Desincentivo al consumo excesivo de agua potable*” fue expedida por el regulador de los servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado de Colombia– CRA¹³ en agosto de 2014 y posteriormente aclarada en octubre del mismo año, extendiendo entonces su vigencia para la ciudad de Manizales, Caldas hasta mayo de 2015 sin modificar las reglas de juego. La aplicación a los suscriptores residenciales por parte de las empresas prestadoras del servicio público acueducto, en este caso en particular por la empresa Aguas de Manizales SA ESP¹⁴ debía iniciar a partir del consumo de agua potable del mes

¹² Usuarios del servicio público de acueducto para este caso, que celebran un contrato con una empresa prestadora, pero que son contados de acuerdo al número de micromedidores; es decir, un suscriptor corresponde a un medidor.

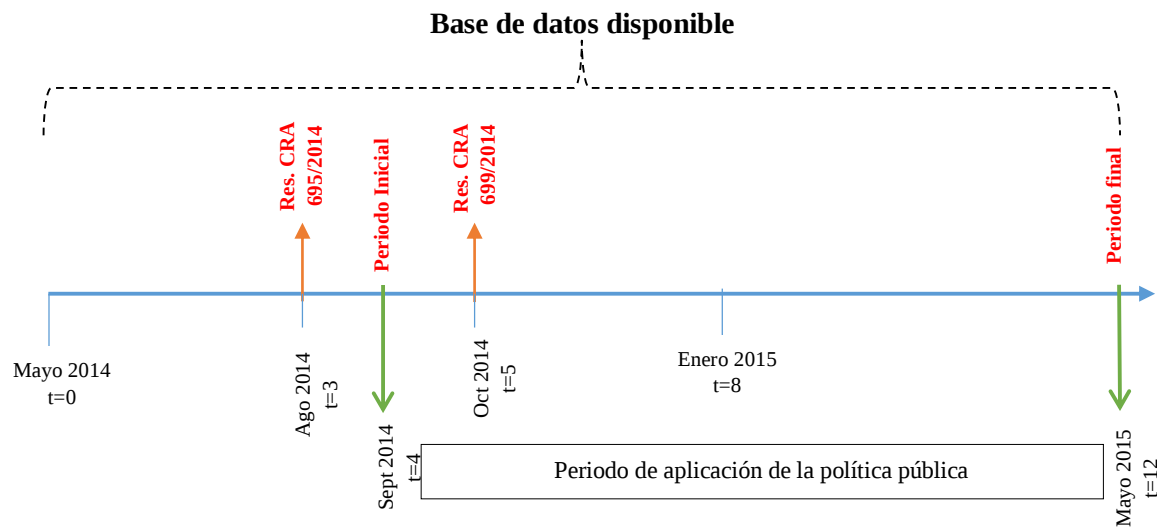
¹³ Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico – CRA. Ente regulador creado por la Ley 142 de 1994.

¹⁴ Empresa prestadora de los servicios públicos de acueducto y alcantarillado en la ciudad de Manizales, Caldas. No obstante, para esta investigación se toma el consumo generado por la prestación del servicio de acueducto.

septiembre de 2014 hasta mayo de 2015. Conforme lo anterior, el horizonte de tiempo de la política pública a estudiar está definido de la siguiente forma:

- Muestra de datos desde mayo de 2014 ($t = 0$) a mayo de 2015 ($t = 12$)
- Agosto de 2014 ($t = 3$), periodo en el cual fue expedida la política pública (PP)
- Septiembre de 2014 ($t = 4$), fecha a partir de la cual se dio inicio a la aplicación de la PP
- Octubre de 2014 ($t=5$), fecha en la que es aclarada la Resolución CRA 695 de 2014 mediante la expedición de la Resolución CRA 699 de 2014, pero mantiene las mismas reglas de juego para Manizales, Caldas.
- Mayo de 2015 ($t = 12$), periodo final de análisis de la investigación.

Gráfica 1. Periodo de aplicación de la política del desincentivo al consumo excesivo de agua potable



Fuente: Resoluciones CRA 695 y 699 de 2014 – Elaboración propia

Se debe aclarar que, dado que el cobro del servicio de acueducto se realiza mes vencido, el consumo de cada uno de suscriptores residenciales correspondiente al mes de septiembre de 2014 se ve reflejado en la factura que reciben en el mes de octubre de 2014, es decir, que el periodo final de la política pública es el mes de mayo de 2015, el cual es facturado en el mes de junio de 2015. Por simplicidad, todas las definiciones temporales en este trabajo se realizarán respecto al mes de facturación, no respecto al mes de consumo, puesto que es el momento donde se puede ver un cambio comportamiento.

2.2. Especificación de datos

Los datos empleados para desarrollar este estudio se toman del Sistema Único de Información (SUI), administrado y auditado por la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios de Colombia (SSPD)¹⁵. El sistema contiene el reporte de indicadores comerciales, financieros, administrativos y técnicos – operativos cargados por aquellos prestadores que atiendan los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado, gas, energía y el servicio público de aseo de todo el país y que a su vez se rigen según la normatividad expedida CRA.

Para este estudio se toma la información comercial del servicio público domiciliario de acueducto reportado por la empresa Aguas de Manizales S.A E.S.P. (esta empresa es la que mejor calidad presenta en términos de consistencia y reportes completos mensualmente entregados al SUI); de allí se toman los reportes cargados por la empresa al maestro de facturación¹⁶, que detalla el consumo de agua potable (m³) de cada uno de los suscriptores residenciales que atiende la empresa en mención, clasificados según la clase de uso del agua en estratos de 1 al 6.

Adicionalmente se tiene otra información relacionada con el cobro de la tarifa: cargo fijo, cargo por consumo, valor subsidio¹⁷, valor contribución¹⁸, valor de m³ de agua, pero que no será usada dentro de este estudio. También se cuenta con el reporte de micromedición¹⁹ por suscriptor, el cual muestra la forma de determinar el consumo a suscriptor por parte del prestador (por promedio o con lectura de medidor²⁰).

La serie de datos empleada para el desarrollo de este estudio corresponde al consumo en m³ de agua potable durante el periodo comprendido entre el periodo mayo 2014 y mayo 2015 por suscriptor con periodicidad mensual, donde cada uno está identificado con un código denominado Número Único de Identificación del Suscriptor (NUID), el cual es único e inmodificable.

Es importante aclarar que la presente investigación tiene limitaciones relacionadas con la calidad de la base de datos, ya que, aunque el SUI es el sistema de información oficial en el país en lo que respecta a

¹⁵ Ente de control, inspección y vigilancia de la prestación de los servicios públicos de acueducto, alcantarillado, aseo, energía y gas de Colombia, creado por la Ley 142 de 1994.

¹⁶ Reporte comercial suministrado por las empresas prestadoras de los servicios públicos que contiene datos específicos de los suscriptores atendidos; es decir, número único de identificación del suscriptor, consumo en m³ mensual, dirección de residencia, cargo fijo, cargo de consumo básico, valor subsidio, valor contribución, etc.

¹⁷ Subsidio: 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 – Ley 142 de 1994.

¹⁸ Contribución o aporte solidario: es la diferencia entre el valor que se paga por un servicio público domiciliario y el costo económico de referencia, cuando este costo es menor que el pago que efectúa el usuario o suscriptor- Resolución CRA 151 de 2001.

¹⁹ Micromedición: es la actividad que se refiere a la medición, instalación y reparación de los medidores.

²⁰ Dispositivo encargado de medir y acumular el consumo de agua.

información de los servicios públicos de acueducto y alcantarillado, pueden presentarse fallas al momento de ser cargados y/o reportados por parte de la empresa, dentro de los cuales puede estar los errores de digitación y cargue masivo.

2.3. Diseño de la investigación

2.3.1. Modelo econométrico

Para esta investigación, como ya se mencionó se opta por utilizar el método cuasi-experimental de diferencias en diferencias, el cual se ha convertido en una forma cada vez más popular para estimar relaciones causales. La estimación de *Diff – Diff* consiste en identificar una intervención o tratamiento específico (a menudo, la aprobación de una ley). Luego, se compara la diferencia en los resultados antes y después de la medida para los grupos afectados por la intervención con la misma diferencia para los grupos no afectados (Bertrand, Duflo, & Mullainathan, 2004).

En este caso, se quiere evaluar el impacto de la política del desincentivo al consumo excesivo de agua potable, comparando las diferencias entre los resultados antes y después de la política sancionatoria para los suscriptores tratados; es decir, aquellos suscriptores que consumieron más de 26 m³ respecto el grupo de suscriptores controles, durante la vigencia de la medida sancionatoria (aquellos que no superaron el umbral máximo definido).

La estimación de diferencias en diferencias se utiliza generalmente, para ganar eficiencia en el estimador del efecto del programa, es decir menor varianza o dispersión del estimador con respecto a un estimador de la misma clase, indicando que el efecto del programa es evaluado con mayor precisión; y para eliminar diferencias preexistentes entre el grupo de tratamiento y el grupo de control, siempre y cuando se cumpla el supuesto de tendencias paralelas, el cual se discutirá en la sección de los resultados (Bernal & Peña, 2015).

Por lo anterior, este trabajo estima el siguiente modelo:

$$C_{it} = \alpha + \beta_1 Treated_i + \beta_2 Post_t + \delta(Treated_i * Post_t) + \gamma_i + \theta_t + \mu_{it} \quad (1)$$

C_{it} , corresponde a los metros cúbicos (m³) demandados por cada suscriptor i en cualquier momento t . $Treated$ es una variable binaria de asignación al tratamiento, que es igual a 1 si $C_{it} > 26 m^3$ cuando el periodo es igual a julio 2014 ($t=2$), por lo tanto durante la vigencia de la política siempre será considerado

tratado. La variable $Post_t$ hace referencia a una dummy de tiempo que toma valores de 1 entre el periodo septiembre 2014 (t=4) – mayo de 2015 (t=12) (vigencia de la política a estudiar), y 0 de lo contrario.

El coeficiente de interés δ deja ver el impacto verdadero de la política pública, derivado de la interacción entre las variables dicotómicas de tratamiento $Treated_i$ y $Post_t$. Adicionalmente, se agregan efectos fijos por suscriptor y tiempo (γ_i, θ_t) para controlar cualquier heterogeneidad específica al suscriptor que no cambie en el tiempo pero que pueda estar correlacionada con los cambios en el nivel de consumo. Por último, μ_{it} corresponde al término de error.

Como se mencionó, esta investigación está interesada en identificar si existen efectos heterogéneos adicionales de la intervención sobre el consumo de los grupos 1 (estratos 1, 2 y 3), 2 (estrato 4) y/o 3 (estratos 5 y 6); es decir, si es posible que el efecto de la medida sancionatoria difiera entre un grupo de individuos y otro. Para tal propósito es propuesto el siguiente modelo:

$$C_{it} = \alpha + \beta_1 T_i + \beta_2 Post_t + \beta_3 Stratum_i + \rho(Treated_i * Post_t) + \sigma(Treated_i * Stratum_i) + \tau(Post_t * Stratum_i) + \delta(Treated_i * Post_t * Stratum_i) + \gamma_i + \theta_t + \mu_{it} \quad (2)$$

Donde $Stratum_i$ representa los grupos de estratos en los cuales están clasificados cada uno de los suscriptores, conforme la metodología propuesta por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE. Como se mencionó, los suscriptores que conforman el grupo 1 (estratos 1, 2 y 3) gozaban del 51% de subsidio sobre el rango de consumo básico -hasta 20 m3- para las vigencias de estudio. Los usuarios que hacen parte del grupo 2 (estrato 4) no son subsidiados ni pagan aporte solidario, y finalmente el grupo 3 (estratos 5 y 6), corresponde aquellos usuarios que deben contribuir o hacer aporte solidario, tal y como se presentó en la tabla 2.

Dicho esto, ρ estima entonces el cambio diferencial promedio en y desde el período previo al post-tratamiento para las observaciones menos sensibles en el grupo de tratamiento en relación con el cambio en y para las observaciones menos sensibles en el grupo de los no tratados, δ captura que tan diferente es la estimación de las diferencias en diferencias para las observaciones que se consideran más sensibles al tratamiento; por lo tanto, el efecto total para los suscriptores es $\rho + \delta$.

2.3.2. Selección de la muestra y análisis descriptivo

Se tiene acceso a una base de datos que contiene el consumo mensual de 92.744 suscriptores que cuentan con el servicio público domiciliario de acueducto prestado por la empresa Aguas de Manizales S.A. E.S.P.,

durante el periodo mayo 2014 (t=0) a mayo de 2015 (t=12), es decir, un total de 1.112.938 datos. Los suscriptores seleccionados para este estudio son restringidos a aquellos que para las vigencias de interés contaban con micro-medición efectiva; es decir, que además de tener el dispositivo medidor, el mismo funcionaba en condiciones óptimas y por ende los usuarios conocían su consumo real periódicamente²¹.

Bajo estas condiciones, se examina el comportamiento de la variable de resultado (C_{it}) a través de la utilización del método *Diff – Diff* seleccionando dentro del grupo de suscriptores tratados a aquellos que en el mes previo al anuncio de la política pública; es decir, julio de 2014 consumieron más de 26 m3 –dado que en dicho periodo no hay ningún tipo de preaviso de alguna medida restrictiva para el consumo de agua potable, por ende los patrones de consumo no se verían modificados– y luego permanecen expuestos a este tratamiento en todo el periodo de vigencia de la política pública (septiembre 2014 – mayo 2015).

Ahora bien, dado que para el periodo (agosto de 2014) justo antes de la implementación de la medida sancionaría no es superada la prueba estadística de tendencias paralelas, se calcula el efecto mínimo detectable (MDE), que intuitivamente muestra cual es el impacto real más pequeño que un suscriptor tratado tiene probabilidad de experimentar durante la vigencia de la política pública y que soporta el alto poder con el cual se cuenta al tener acceso a una muestra con una gran cantidad de datos. Para estimar el MDE, se utiliza la siguiente formula:

$$MDE(k, \alpha, N, P) = (t_{(1-k)} + t_{\alpha}) * \sqrt{\frac{1}{P(1-P)}} \sqrt{\frac{\sigma^2}{N}}$$

Donde $t_{(1-k)}$ es el estadístico t asociado al inverso del nivel de poder y t_{α} Es el estadístico t asociado al nivel de significancia. P , corresponde a la fracción de la muestra que está asignada al grupo de tratamiento, N es igual a tamaño de la muestra y σ^2 es la varianza de la variable de resultado (Bloom, 1995).

3. RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados estimados bajo el modelo de mínimos cuadrados ordinarios (OLS) y el método cuasi-experimental de diferencias en diferencias (*Diff – Diff*). Se identifica, además

²¹ Lo anterior, dado que la ley de servicio públicos (Ley 142 de 1994) es enfática al establecer que las empresas deben tener niveles de micro-medición superiores al 95%; en ese sentido, Aguas de Manizales SA ESP durante las vigencias 2014 y 2015 presentaba aproximadamente un índice mayor al 98%.

si existen efectos heterogéneos adicionales a nivel de estratos socio-económicos; y finalmente es analizado estadísticamente el supuesto de tendencias paralelas para darle validez a los resultados obtenidos.

3.1. Resultado diseño de diferencias en diferencias

En la tabla 3 se presentan los resultados de la estimación por mínimos cuadrados ordinarios (*OLS*) y el método de diferencias en diferencias (*Diff – Diff*).

Tabla 3. Resultados *Diff – Diff*

<i>Consumo suscriptor</i>	<i>OLS</i>	<i>Diff – Diff</i>
<i>Treated_i x Post_t</i>	-1.56*** (0.0321)	-2.87*** (0.0545)
<i>Constante</i>	20.93*** (0.0244)	24.76*** (0.0222)
<i>EF – suscriptor</i>	NO	SI
<i>EF mes</i>	NO	SI
<i>N</i>	125.508	125.508

Errores estándar en paréntesis

*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

Fuente: Elaboración propia con datos tomado del SUI 2014-2015

El coeficiente de interés, derivado de la interacción entre la variable de asignación al tratamiento y el periodo *Treated_i x Post_t* a nivel de suscriptor residencial, señala que derivado de la implementación de la política del desincentivo, el consumo de agua potable por parte del grupo de tratados se redujo aproximadamente en 2.87 m³, resultado estadísticamente significativo al 1% sin distinción.

La ventaja de utilizar los efectos fijos a nivel de suscriptor es que es posible controlar las características invariables en el tiempo que pueden estar relacionadas con el tratamiento y el resultado de interés. Lo que difiere del modelo básico (OLS) en el que se realiza una comparación agregada de las medias entre los usuarios de tratamiento y de control sin controlar adecuadamente las características heterogéneas en la línea de base.

3.2. Efectos heterogéneos de estrato

Tal y como ya fue mencionado, esta investigación busca identificar si se presentan efectos heterogéneos adicionales derivado de la aplicación de la medida sancionatoria sobre el consumo de los grupos 1, 2 y/o 3 previamente conformados. Esto con una hipótesis previa, que para el grupo 1 que contiene el consumo

agregado de suscriptores de estratos 1, 2 y 3, el efecto de la política del desincentivo es mayor (en términos de disminución de la demanda por agua potable) que para los grupos que están conformados por los suscriptores de estrato 4 (grupo 2) o grupo 3 (estrato 5 y 6), ya que basado en el análisis previo del cargo del desincentivo, los estratos subsidiados perciben un precio menor del m³ hasta el rango básico de consumo (0-20 m³); por ende, modificarían su consumo para no verse afectados a nivel de precio.

Por lo tanto, una vez es estimado el efecto heterogéneo a través la triple interacción (*Diff – Diff – Diff*), se obtienen los resultados que se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 4. Resultados efectos heterogéneos por estrato

Consumo suscriptor	<i>Diff – Diff</i>
<i>Diff – Diff</i>	-2.89*** (0.0637)
<i>Diff – Diff – Diff</i>	
<i>Grupo 2</i>	0.221 (0.161)
<i>Grupo 3</i>	-0.0665 (0.164)
<i>Constante</i>	24.41*** (0.471)
<i>EF – Suscriptor</i>	SI
<i>EF – mes</i>	SI
<i>N</i>	125.508

Errores estándar en paréntesis

*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

Fuente: Elaboración propia con datos tomados del SUI 2014-2015

A nivel de precio los hogares en estratos 5 y 6 (grupo 3) son quienes se ven afectados en menor medida en caso de un exceso de consumo de agua, pues en la sanción el precio del metro cúbico adicional se cobra de acuerdo al estrato 4, diferente a los suscriptores que hacen parte del grupo 1 que si perciben un menor valor dado el subsidio a los primeros 20 m³.

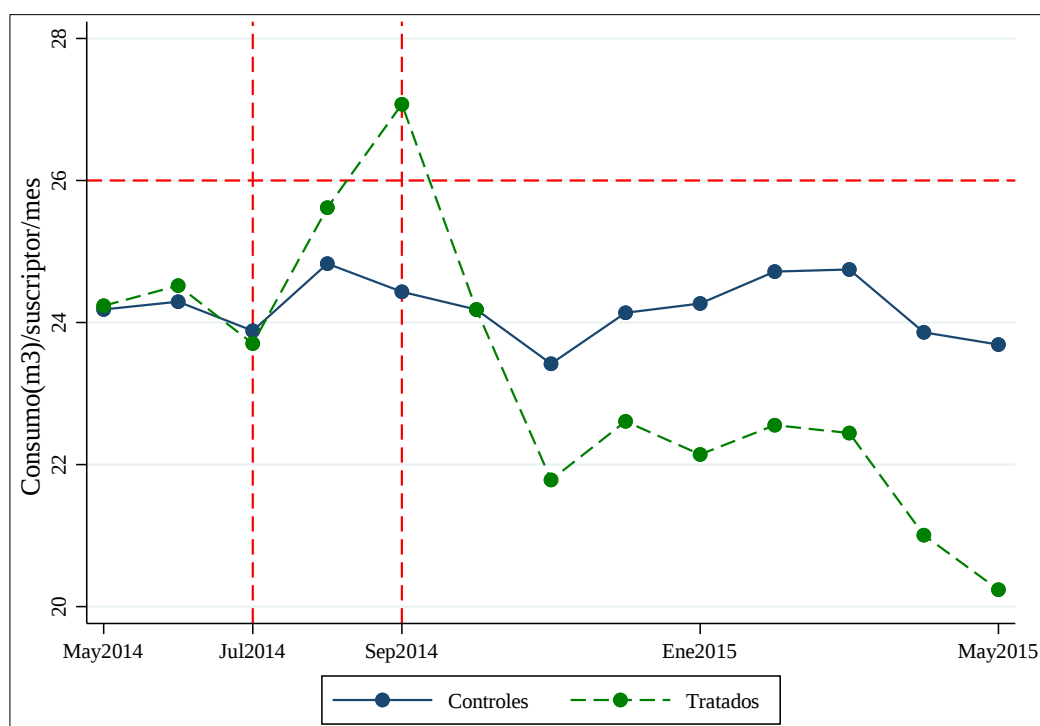
No obstante, los valores estimados que se presentan en la tabla 4, dejan ver que en efecto se presenta disminución general del consumo de agua potable durante la vigencia de la medida sancionatoria aproximada de 2.89 m³; pero a nivel de grupos de estrato, no es posible identificar una disminución

adicional del consumo para el grupo 2 (estrato 4) ni para el grupo 3 (estratos 5 y 6) significativa estadísticamente.

3.3. Pruebas de robustez

Ahora bien, dada la elección de implementación del método *Diff – Diff* para estimar el impacto de la política del desincentivo, se procede a corroborar el cumplimiento del supuesto de tendencias paralelas que valida la precisión de los resultados obtenidos; el cual señala que en ausencia del tratamiento los resultados promedio entre los tratados y controles deberían presentar tendencias comunes a través del tiempo.

Gráfica 2. Supuesto de tendencias paralelas



Fuente: Elaboración propia con datos tomados del SUI 2014-2015

La gráfica 2, brinda una intuición del cumplimiento de tendencias paralelas para los meses de mayo, junio y julio de 2014. Una vez entra en vigencia de la medida sancionatoria (septiembre 2014), se observa aumento de la demanda de agua potable por parte del grupo de tratados superando el umbral máximo, comportamiento que desencadena la primera multa. Finalmente, en los meses posteriores (octubre de 2014 a mayo de 2015) durante la vigencia de la política, el consumo de los suscriptores tratados disminuye mucho más que el de los suscriptores que hacen parte del grupo de los no tratados.

Como parte de la verificación de la intuición sobre el supuesto de tendencias paralelas, derivado de la gráfica se analiza si los intervalos de confianza de las dos rectas (tratados y controles) se cruzan.

Tabla 5. Verificación estadística del Supuesto de Tendencias Paralelas (1)

Grupos	Periodo pre-tratamiento	Margen (m3)	95% [Intervalo de confianza] (m3)	
Controles	may-14	24.18 (0.075)	24.03	24.33
	jun-14	24.29 (0.0532)	24.18	24.39
	jul-14	23.88 (0.052)	23.78	23.98
	ago-14	24.82 (0.049)	24.73	24.92
Tratados	may-14	24.23 (0.107)	24.02	24.44
	jun-14	24.52 (0.100)	24.32	24.71
	jul-14	23.70 (0.098)	23.51	23.89
	ago-14	25.61 (0.096)	25.42	25.80

Errores estándar en paréntesis

Fuente: Elaboración propia con datos tomados del SUI 2014-2015

Es posible identificar a través de la tabla 5 que, para los meses de mayo, junio y julio de 2014, los intervalos de confianza tanto del grupo de tratados como de controles se traslapan; hecho que no se evidencia para el mes de agosto del mismo año.

También se opta por realizar la verificación estadística de la condición de tendencias comunes usando el modelo de diferencias en diferencias en los periodos de pre-tratamiento; es decir, se evalúa el resultado del coeficiente derivado de la interacción entre el tratamiento y el tiempo previo a la asignación del tratamiento; es decir, para los meses de mayo y junio de 2014. Entonces, los coeficientes que acompañan las interacciones mencionadas deberían ser cercanos a cero (0) y no significativos estadísticamente (Uribe Mejía, 2015).

Tabla 6. Verificación estadística del Supuesto de Tendencias Paralelas (2)

Consumo suscriptor	Diff- Diff pre-tratamiento
T x time	
Mayo 2014	-0.87 (0.155)
Junio 2014	0.22 (0.127)
Julio 2014	-0.18 (0.125)
Agosto 2014	0.788*** (0.121)
Constante	24.18*** (0.0371)
EF – suscriptor	SI
EF – Tiempo	SI
N	125.508

Errores estándar en paréntesis

*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

Fuente: Elaboración propia con datos tomados del SUI 2014-2015

En la tabla 6, se puede corroborar que efectivamente los coeficientes estimados de los periodos de pre-tratamiento (mayo y junio de 2014) no son significativos y cercanos a cero; por lo tanto, habría evidencia para afirmar que el supuesto de tendencias paralelas de dichos periodos se cumple. Sin embargo, aunque durante el mes de agosto de 2014 no es cumplida la condición; este hecho no significaría una estimación sesgada del efecto causal.

No obstante lo anterior, esta diferencia para el último periodo (agosto previo a la vigencia de la medida del desincentivo) puede estar relacionada en primera instancia con el hecho que ya había sido comunicada la intervención, y por ende, particularmente aquellos suscriptores que hacen parte del grupo de controles y que estando muy por debajo del umbral máximo alejados de la posibilidad de ser multados, modificaron su patrones de consumo; caso diferente a aquellos suscriptores tratados que incluso en el primer de vigencia de la medida sobrepasaron el umbral máximo definido.

De otra parte, dicha diferencia también puede obedecer al tamaño de la muestra ya que, aunque tener una gran cantidad observaciones aleja la posibilidad de tener grupos desequilibrados y mejora la precisión del impacto de la política pública; también tiende a aumentar la capacidad de detectar mínimas diferencias. Este hecho puede ser verificado a través del cálculo del efecto mínimo detectable del tratamiento (MDE), el cual tiene como objetivo determinar el menor cambio en la variable de interés (consumo) que puede ser atribuido a la aplicación de la medida sancionatoria.

Se estima el MDE para un tamaño de muestra una vez es asignado el tratamiento igual a 125.508 suscriptores con el fin de establecer los niveles para las estadísticas t de α y k , se utiliza una aproximación normal en lugar de los valores t exactos para simplificar, sin que esto afecte los resultados. Se asume entonces un nivel de significancia de 5% y un nivel de potencia del 90% (Tabla 7):

Tabla 7. Efecto Mínimo Detectable (MDE)

Parámetros	Resultados
Media controles	23.49
Media tratados	28.16
Observaciones	125.508
Se	0.7
p_exp	2
A	1,95
k	1,28
MDE ABS	0.122

Fuente: Elaboración propia con datos tomados del SUI 2014-2015

En el caso de la expresión asociada a la proporción de tratamiento (p_{exp}) y controles en la muestra, el valor es 2; las estadísticas para la significación y los niveles de potencia son 1.95 y 1.28. Bajo esas condiciones, se estima un MDE que señala que es posible distinguir cualquier impacto de al menos 0.122 m³ o más; por lo que el resultado es altamente sensible.

4. CONCLUSIONES

Las variaciones climatológicas ocasionadas por el fenómeno de *El Niño* tienen un alto impacto sobre los procesos productivos relacionados con la economía; dentro de las cuales está la disminución de la oferta hídrica en algunas zonas de Colombia, que pone en riesgo la prestación del servicio público de acueducto. La presente investigación examinó el impacto de la política del desincentivo entre septiembre de 2014 y mayo de 2015 en la ciudad de Manizales, Caldas con el propósito de ahorrar agua y desincentivar el consumo excesivo de agua potable. Fueron seleccionados los datos reportados por la empresa Aguas de Manizales S.A E.S.P., al maestro de facturación para los periodos de mayo de 2014 a mayo de 2015, en particular las variables: año, mes, consumo por suscriptor, estrato y determinación del consumo (medición con dispositivo micromedidor).

Se empleó el método de diferencias en diferencias ($Diff - Diff$), el cual estima una disminución de la demanda de agua potable por parte de los suscriptores residenciales tratados alrededor de 2.87 m³. Las

pruebas de robustez dejan ver para los periodos pre-tratamiento (mayo y junio de 2014) se cumple el supuesto de tendencias paralelas. Sin embargo, en el mes de agosto de 2014 el consumo de agua potable de tratados y controles es diferente, hecho que puede estar relacionado con la alta capacidad que tiene la muestra de detectar diferencias debido al gran número de observaciones, evidenciado a través del cálculo del efecto mínimo detectable del tratamiento (MDE), el cual corrobora que es posible distinguir cualquier impacto de al menos 0.12 m^3 o más.

En lo que respecta a la identificación de efectos heterogéneos adicionales sobre los grupos de estratos socio-económicos, a partir de la triple interacción se estimó que a nivel de la demanda por agua potable no se presenta ningún resultado significativo estadísticamente, aun cuando para los estratos 1, 2 y 3 es percibido un mayor valor por metro cúbico por encima de los 20 m^3 .

Al momento de diseñar políticas de gestión del agua, es pertinente tener en cuenta a qué usuarios va dirigida, dado que el análisis descriptivo muestra que del total de suscriptores que cuentan con el servicio público de acueducto, aproximadamente el 10% supera el umbral de consumo máximo; lo anterior, aun cuando a través de este estudio se evidenció efectividad en el propósito principal, desconoce en su diseño las particularidades de los hogares. Lo anterior, estaría acorde con lo que propone la literatura, respecto las ventajas del uso de los precios como un incentivo para la conservación del recurso hídrico de permitir que los hogares respondan al aumento de los precios del agua en la forma de su elección.

Aunado a lo anterior, y a favor de la literatura las intervenciones sobre el uso del agua tendrían que recurrir a medidas dirigidas al umbral, debido a que los niveles de consumo excesivo establecidos en las normas objeto de análisis aunque pareciera que tan solo afecta al 10%, puede ser arbitrarias si no son consideradas características relacionadas por ejemplo con la cantidad de personas que conforman un suscriptor; esto, concertado con el rango definido como consumo básico de cada ciudad y/o municipio.

De otra parte, se da línea para futuras investigaciones, en las cuales sería pertinente incluir características adicionales de los hogares que permita hacer mayores conclusiones sobre el comportamiento de la demanda por agua potable, y en esa medida diseñar políticas públicas que resalten la importante sobre el uso del recurso hídrico, no solamente ante la presencia de fenómenos que representen riesgo de variabilidad climática, sino como medida permanente que incentive el ahorro.

Finalmente, este estudio es relevante y aporta a la literatura en la medida que proporciona otro mecanismo para medir el impacto real de adoptar políticas relacionadas con el uso del agua potable a nivel local, y a

partir de la evidencia estimada propender por diseñar políticas efectivas para la gestión y manejo del consumo de agua.

5. BIBLIOGRAFÍA

Bernal, R., Peña, X. (2015). Guía práctica para la evaluación de impacto. Facultad de Economía, Universidad de los Andes. Bogotá: Ediciones Uniandes., 4, 189-241.

Bank, W. (2013). Building Resilience: World Bank Group Experience in Climate and Disaster Resilient, 2, 7. Retrieved from <http://pubdocs.worldbank.org/en/720371469614841726/PACIFIC-POSSIBLE-Climate.pdf>

Bertrand, M., Duflo, E., & Mullainathan, S. (2004). How Much Should We Trust Differences-in-Differences Estimates? *Quarterly Journal of Economics*, 119(1), 249–275.

Bloom, H. (1995). Minimum Detectable Effects: A Simple Way to Report the Statistical Power of Experimental Designs. *Evaluation Review*, 19(5), 547–556.

Chavarria, H., Seroa, R., Arias, J., & García, M. (2016). El fenómeno de “El Niño” 1. Esta nota ha sido elaborada gracias a los aportes de los siguientes especialistas técnicos del IICA: Manuel Jiménez, Manuel Otero, Eugenia Salazar, Ericka Calderón, Kelly Witkowski, Claudio Castro, Kattia Fajardo, Joaquín Arias.

Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico - CRA (2014). Resolución CRA 695 de 2014 “Por la cual se adoptan medidas para promover el uso eficiente y ahorro del agua potable y desincentivar su consumo excesivo”.

Congreso de Colombia (1994). Ley 142 de 1994 “Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones”.

División de Análisis y Políticas de Desarrollo y el Departamento de Asuntos Económicos (2016). Climate Change Resilience: An Opportunity for Reducing Inequalities.

FAO (2016). 2015–2016 El Niño: Early action and response for agriculture, food security and nutrition, 10, 1-43

Höglund, L. (1999). Household demand for water in Sweden with implications of a potential tax on water use. *Water Resources Research*, 35 (12), 3852–3864.

IDEAM. (2007). Modelo institucional del IDEAM sobre el efecto climático de los fenómenos El Niño y La Niña en Colombia.

Jiménez, D., Orrego, S., Corrio, D., Vásquez, F., & Ponce, R. (2017). Efecto de la variabilidad climática sobre la demanda de agua para uso residencial urbano: el caso de la ciudad de Manizales, Colombia. *Revista Desarrollo y Sociedad*, 79, 91–124.

Magrin, G. (2015). Adaptación al cambio climático en América Latina y el Caribe. Estudios del cambio climático en América Latina, Unión Europea y Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 80.

Maldonado, S. (2017). Chapter 5: Regression Discontinuity Designs, 1-24.

Martínez-Espiñeira, R & Nauges, C (2004). Is all domestic water consumption sensitive to price control? *Applied Economics*, 36 (15), 1697-1703

McCrary, Justin (2008). “Manipulation of the Running Variable in the Regression Discontinuity Design: A Density Test,” *Journal of Econometrics*, 142 (2), 698-714.

Monteiro, H., Roseta-Palma, C. (2011). Pricing for scarcity? And efficiency analysis of increasing block tariffs, *Water Resources Research*, 47 (6), 6510.

O’Neill, S., Kreif, N., & Grieve, R. (2016). Estimating causal effects: considering three alternatives to difference-in-differences estimation. *Health Serv Outcomes Res Methodol*, 16, 1–21.

Organización Meteorológica Mundial. (2014). El Niño/Oscilación del Sur.

Reynaud, A., Romano, G. (2018). Advances in the Economic Analysis of Residential Water Use: An Introduction. *Water*, 10 (9), 1162

World Bank. (2013). Building Resilience: World Bank Group Experience in Climate and Disaster Resilient, 2, 7.

Uribe Mejía, C. (2015). Banking and Women Empowerment. *Revista Desarrollo y Sociedad*, 75, 265–316.