

Determinantes de la demanda de agua residencial para la ciudad de Bogotá en el año 2017

Stephanny Casadiego Hernández; Edelke Cadena Villalba

Autores

Trabajo de grado para optar el título de Economista

Luis Álvaro Gallardo Eraso

Economista

Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca

Facultad de Administración y Economía

Programa Economía

2019

Contenido

1. Introducción	5
2. Marco Teórico	7
3. Revisión de la literatura	11
4. Desarrollo empírico	16
5. Análisis cuantitativo y cualitativo	25
6. Conclusiones	34
7. Recomendaciones	37
8. Anexos	38
8.1. Anexos Econométricos	39
8.2. Anexos estadísticos	41
9. Referencias bibliográficas	44

Lista de Tablas

Tabla 1 Especificación de datos.....	19
Tabla 2 Estadísticas descriptivas de variables incluidas en el modelo	20
Tabla 3 Tabla de supuestos.....	22
Tabla 4 Función por estratos	22
Tabla 5 Abreviatura variables independientes.....	38
Tabla 6 Regresión estrato 1	39
Tabla 7 Regresión estrato 2	39
Tabla 8 Regresión estrato 3	39
Tabla 9 Regresión estrato 4	40
Tabla 10 Regresión estrato 5	41
Tabla 11 Regresión estrato 6	41
Tabla 12 Estadísticas descriptivas por estratos.....	42

Lista de figuras

Figura 1 Diagrama de dispersión de consumo por estratos.....	21
--	----

Resumen

Esta monografía pretende estimar los determinantes de la demanda de agua residencial para la ciudad de Bogotá en el año 2017, por medio de la modelación estadística de corte transversal y para cada uno de los estratos de la ciudad; a su vez, teniendo en cuenta las variables más relevantes que explican la demanda de consumo de agua para determinar en qué medida inciden a través del método econométrico MCO. Los resultados obtenidos evidencian que las variables de estudio presentan comportamientos diferentes para cada uno de los estratos, por lo que, resultaron significativos factores como, características del hogar, variables socioeconómicas y la elasticidad precio estimada; sin embargo, y de acuerdo con la literatura relevante esta última variable es inelástica para todos los estratos.

Palabras clave: elasticidad de la demanda de agua, corte transversal, estrato.

Abstract

This monograph aims to estimate the determinants of residential water demand for the city of Bogotá in 2017, through statistical modeling of cross-section and for each of the strata of the city; In turn, the most relevant variables that explain the demand for water consumption are taken into account to determine the extent to which they affect the MCO econometric method. The results obtained show that the study variables show different behaviors for each of the strata, which is why factors such as household characteristics, socioeconomic variables and the estimated price elasticity were significant; however, and according to the relevant literature this last variable is inelastic for all stratum.

Key words: elasticity of water demand, cross section, stratum.

1. Introducción

El Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) afirma, que para el año 2014, la demanda del sector doméstico tuvo una participación en la demanda hídrica Nacional de 7.2%. El agua en Bogotá, por ser un bien común se considera escaso y no renovable, teniendo en cuenta que el sistema de Chingaza abastece el 70% del consumo de agua potable para la ciudad. De igual forma, según la Secretaria Distrital de Ambiente, la ciudad contaba con un total de 503 pozos de agua, pero para el año 2012, 188 estaban cerrados y 133 suspendidos a consecuencia de la sobreexplotación de agua o vencimiento de la concesión.

El crecimiento de la población en la capital ha provocado un aumento del consumo y debido a la importancia económica de este recurso se ha generado la necesidad de asignar un precio que responda a su escasez; dicho consumo de agua de la población bogotana está relacionado principalmente con las actividades diarias que se realizan en el hogar, sin embargo, los estratos bajos cuentan con una restricción, el ingreso; lo que provoca que muchos no tengan acceso a este recurso.

En Bogotá, estudios realizados sobre la demanda de agua son pocos, uno de ellos consistió en el análisis de la correlación entre el consumo de agua por cuenta-contrato para cada estrato y el componente de cargo básico de la tarifa (Gil, 2011). Otro estudio hace un ejercicio para el consumo de agua en la ciudad usando variables como el precio, el ingreso, características de los hogares y la precipitación. (Trout & Villegas, 2013).

Con el propósito de estimar la función de demanda para la ciudad, se establece un patrón de año y una identificación de variables más influyentes dentro del consumo de agua, con el objetivo de determinar la incidencia por cada uno de los estratos en la ciudad. El objeto de estudio de la ciudad se adecuó de acuerdo a las necesidades que posee por abastecimiento de

agua potable y visto como un servicio público, es básico dentro de las áreas residenciales; el suministro de agua a hogares es de mayor importancia y en consecuencia es un asunto relevante en la toma de decisiones administración pública. (Conagua, 2008)

Por tal motivo, este trabajo pretende conocer en qué medida inciden las características de los hogares de los estratos del uno al seis sobre el consumo de agua en la ciudad de Bogotá para el año 2017, basado en la evidencia empírica del tema donde se demuestra la importancia de cada factor. Este estudio es relevante ya que, además de plantear la función de demanda que muestra el consumo de agua por estratos se realizaron estimaciones a través del método de mínimos cuadrados ordinarios (MCO); analizando el comportamiento de los habitantes de cada estrato frente a las variables características de los hogares, el precio, el ingreso y variables socioeconómicas.

El objetivo de este trabajo es determinar la incidencia de las características de los hogares sobre el consumo de agua por estratos en la ciudad de Bogotá para el año 2017, el cual se sustenta a través de los objetivos específicos los cuales buscan primero identificar las variables significativas para el consumo del agua de acuerdo con la evidencia empírica, segundo, estimar la función demanda para cada estrato de acuerdo con las características de los hogares relacionadas al consumo de agua en Bogotá y por último, analizar la información obtenida entre las variables estimadas del modelo econométrico.

El presente escrito está estructurado en tres partes, la primera abarca el marco teórico y la revisión de literatura en las cuales se sustentan las teorías del consumo y su relación con el agua además de la importancia de las variables de estudio. En la segunda parte, se desarrolla la metodología a utilizar y los alcances del trabajo, en la tercera parte se realizan las estadísticas y

regresiones para validar los resultados, y por último se analizarán dichos resultados obtenidos para llegar a las conclusiones y recomendaciones.

2. Marco Teórico

Dentro del marco teórico se va a desarrollar los aportes a la teoría del consumo además de los determinantes de las funciones de consumo propuestas por los diferentes autores, asimismo, se resalta la incidencia de los precios y el ingreso dentro del consumo de los bienes.

Diferentes teorías sobre el consumo se han desarrollado a lo largo del pensamiento económico, autores como Keynes, Smithies, Modigliani, Duesenberry, Milton Fridman sustentan el comportamiento de los consumidores a partir de diversas hipótesis relacionando la distribución del ingreso y la estructura del consumo. De igual forma, el consumo también se ha considerado como parte de la demanda determinado por factores psicológicos o sociales con el fin de satisfacer las necesidades humanas.

En 1936, John Maynard Keynes realizó los primeros aportes a la teoría del consumo a través de la hipótesis del ingreso absoluto en donde afirmó que el determinante principal de la función consumo es el ingreso disponible, además aseguró que los hombres están dispuestos a aumentar su consumo a medida que crece su ingreso, pero no tanto como el crecimiento de su ingreso. También agregó el gasto en consumo depende evidentemente del ingreso, pero a su vez de las necesidades subjetivas y los hábitos de los individuos (1873, pág. 110)

De igual manera, Keynes añade a su teoría la propensión marginal a consumir (PMgC) y la propensión media a consumir (PMeC) que es el incremento del consumo ante el incremento del ingreso y la cantidad de ingreso que se destina a su consumo respectivamente. Sin embargo, la teoría de Keynes recibió críticas ya que no toma en cuenta la intertemporalidad entre las

decisiones de los individuos y no permite la realización de pronósticos en los modelos, por lo tanto, se evidencia que la hipótesis se demuestra para series de tiempo cortas pero no para series de tiempo largas.

Asimismo, Arthur Smithies realiza un estudio en el cual afirma que la función de consumo de corto plazo se desplaza hacia arriba con el correr del tiempo, lo cual se debe a migraciones a las ciudades lo que incrementa el gasto de los migrantes, por el crecimiento en la edad de los habitantes o al surgimiento de nuevas mercancías que incrementen el costo mínimo de vida, esta última la ejemplifica de manera que si un refrigerador se convierte en un bien necesario para las familias cuando antes era un bien de lujo, la proporción de ingreso consumido va a ser mayor. (Smithies, 1945, pág. 6). Por consiguiente, en las funciones de consumo propuestas en su estudio Smithies incluye el consumo autónomo, el ingreso real disponible y el tiempo.

Posteriormente, James Duesenberry también explicó que las razones por las cuales se desplaza la función de consumo no era suficientes, creía que había una relación proporcional entre el ingreso y la demanda, por lo tanto, se dispuso a explicar el comportamiento de los cambios del ingreso y del consumo en donde expone que en el corto plazo, el consumo varía de forma más suave a cambios en el ingreso, e incluye el tiempo diciendo que, el consumo no solo depende del ingreso actual sino también del ingreso anterior por lo que los consumidores aumentan fácilmente su consumo pero no logran reducirlo afectando así su calidad de vida.

Por su parte, Duesenberry también cuestionó las suposiciones de Keynes argumentado que la gente ahorra más cuando llegan a su nivel de ingreso más alto jamás alcanzado que cuando han caído a ese nivel desde un punto incluso más alto. El principio es que cuando el

ingreso cae las necesidades de consumo anteriores continuarán hasta que el gasto se ajuste al nuevo nivel de ingresos. (1949, pg. 13)

Por otro lado, la teoría del ciclo de vida que desarrolló el Nobel de Economía Franco Modigliani en 1985, expone que los consumidores buscan tener un nivel constante de calidad de vida, por lo tanto, la función de demanda propuesta comprende las variaciones cíclicas del ahorro y la relación con su estabilidad a largo plazo al postular que el consumo no está determinado solamente por el ingreso actual y el ingreso anterior más alto, dando como resultado un desplazamiento de la función hacia arriba en el corto plazo. (Modigliani, 1985, pág. 182). Es decir, el nivel de ingresos debe ser igual al total de consumo a lo largo de la vida del consumidor, por lo tanto, el consumidor tiene que ahorrar en su vida activa para desahorrar en su vida pasiva.

De igual manera, Milton Friedman en 1957 también plantea el consumo a través de la hipótesis del ingreso permanente en el cual explica que se debe dividir en consumo permanente y consumo transitorio, por ende, también debe haber dos tipos de ingresos. El ingreso permanente es aquel que los consumidores esperan que no varíe y el ingreso transitorio es el ingreso que no se mantendrá en el tiempo. (Friedman, 1973). Esta teoría se sustenta en la maximización del bienestar esperado a lo largo de la vida, a través de la definición de una función de utilidad.

Por último, desde el punto de vista heterodoxo, Thorstein Veblen en su libro teoría de la clase ociosa aporta que las personas consumen debido a que deben satisfacer sus necesidades las cuales poseen ciertas estructuras que están relacionadas con clases sociales o estilos de vida. La competencia por el aumento de las comodidades de la vida, y primordialmente por el sensible aumento de las comodidades físicas ha permitido lograr el consumo de bienes. (2000, pág. 28).

Las hipótesis anteriores, demuestran que los individuos pueden tomar diversas alternativas y combinaciones posibles entre el consumo y el ahorro, lo cual depende del ingreso,

ya que las personas intentan mantener su calidad de vida a lo largo de su existencia satisfaciendo sus necesidades, por lo tanto, es necesario dividir su ingreso entre ahorro y diferentes bienes de consumo y servicios, o bienes de su preferencia para mantener un estilo de consumo.

Sin embargo, por el crecimiento demográfico, el desarrollo y cambio urbano los patrones de consumo se han modificado con el fin de satisfacer las necesidades básicas de los humanos. Uno de los bienes fundamentales para suplir las necesidades esenciales de los individuos es el agua y al ser considerada escasa ha sido motivo de discusión dentro de la economía.

(Gibbons, 1986) Señala que en la actualidad la escasez de agua no es la cuestión principal en la mayoría de las regiones. Parece, más bien, que prevalecen las condiciones de escasez económica: hay bastante agua para satisfacer las necesidades de la sociedad, pero hay pocos incentivos para lograr un uso sabio y ahorrador de los recursos o para efectuar una asignación eficiente entre demandas alternativas.

Por tal motivo, para lograr una distribución más eficiente es necesario conocer la incidencia de la demanda de agua y saber cómo reacciona el consumidor ante los cambios en los precios, además, la planeación de las necesidades futuras de agua no se puede llevar a cabo si se desconocen los factores que inciden sobre su consumo, por lo que es importante considerar qué tanto crece éste en función del ingreso de las personas o de la estructura de los hogares (Olmeda, 2006, pág. 7)

Por consiguiente, los patrones de consumo de agua en las regiones reflejan el clima, el grado de desarrollo económico y otros factores. Las variables climáticas afectan el consumo de agua, pero menos que en otras zonas con mayor ingreso familiar o zonas cálidas y secas, por otro lado, el desarrollo económico se logra mediante una distribución eficiente del recurso que permita satisfacer las necesidades actuales y futuras de las generaciones con un sistema tarifario

justo al alcance del ingreso de todos los habitantes. Otros de los patrones que influyen en el consumo son las características propias de los hogares, variables culturales y socioeconómicas.

Asimismo, la economía se ha encargado de analizar los factores de consumo del agua, los mecanismos de formación de precios y las diferentes elasticidades según su uso. Proponen que es importante contrastar si existen diferencias entre la elasticidad de corto plazo y largo plazo lo cual radica en conocer si existen cambios en el nivel de consumo en el largo plazo derivado de incrementos permanentes en el tiempo sobre la estructura de precios, lo que implica que los usuarios ajustan su consumo uno más periodos posteriores a la factura actual. (Polanco, 2015)

Por último, es importante concluir que el consumo de los bienes depende del ingreso el cual, los individuos distribuirán de manera que puedan satisfacer sus necesidades básicas, el agua, por ser un bien fundamental para los humanos necesita de una distribución eficiente a través del sistema de precios para cubrir la demanda actual y futura, además de tomar en cuenta las estructuras de cada uno de los hogares, así como características y hábitos que influyan en el consumo de este bien.

3. Revisión de la literatura

En el siguiente apartado se mostrará los antecedentes de este trabajo, el cual, se encuentra divididos en estudios realizados sobre la demanda de agua en países desarrollados y en vía de desarrollo, de igual manera, se pretende mostrar las variables, el método y los resultados a los que llegaron los autores para de esta manera tener una guía consistente para el desarrollo este estudio.

Los primeros estudios acerca de la demanda del agua se realizaron en 1984. Kindler y Russell expresaron “importantes preguntas sobre la demanda del agua han surgido las cuales

tiene que ver con cuánta agua será usada, cuánta se necesitará y cuando estas demandas ocurrirán. La actual demanda depende de diferentes variables y desarrollar las relaciones entre estas para estimar la demanda del agua en diversas condiciones, requiere enfoques analíticos” (Russell, 1984)

La demanda de agua residencial debe tomarse de manera separada entre países de ingresos altos y países en desarrollo debido a las diferencias de las condiciones socioeconómicas entre estos dos grupos, ya que los países en desarrollo se caracterizan por tener una estructura tarifaria en bloques, es decir, en donde se establecen diferentes precios unitarios para garantizar el consumo de agua de todos los habitantes,

Países desarrollados

En 1998 Hewitt y Hannemann estimaron y compararon un modelo de elección discreta continua de la demanda residencial de agua con los resultados de los modelos de regresión. El análisis empírico utiliza un conjunto de datos relacionados con las características de los hogares, así como el ingreso del hogar, tamaño y características demográficas, además de la precipitación y la temperatura. Se usó datos de panel de hogares de Denton, Texas, para los meses de verano de 1981 a 1985 con una tasa de bloqueo creciente en efecto. El resultado sorprendente es que el modelo de elección discreta / continua produce estimaciones de elasticidad de precios cercanas a -1.6, que son mucho más elásticas que los resultados basados en modelos de regresión donde la elección discreta no está explícitamente modelada. (Hannemann, 1995)

Del mismo modo, (Pedregal, 2002). Examinó técnicas y variables sociodemográficas de la administración del agua en España y una comparación con Estados Unidos (California) y Sudáfrica (el cabo occidental). En el año 2004, comparó los otros métodos de estimación de la

demanda del agua urbana del plan hidrológico de España con el plan hidrológico de California interpretando las variables y técnicas de estimación empleadas en cada plan de demandas.

Por otro lado, Domene y Saurí en el 2003, realizaron una investigación referente al incremento de la urbanización y consumo de agua residencial en la zona metropolitana de Barcelona aplicando una encuesta a 532 hogares para ver la influencia de factores en el consumo de agua residencial como el tipo de vivienda, tamaño del hogar y el comportamiento de los consumidores. La metodología utilizada es un análisis de regresiones, los resultados obtenidos indican que el ingreso, el tipo de vivienda, los miembros por hogar, la presencia de jardín y piscina y el comportamiento del consumidor hacia las prácticas de conservación juegan un papel importante en la explicación de las variaciones en el consumo de agua (Domene & Sauri, 2003, págs. 5-17).

Otros autores como (Worthington & Hoffmann, 2006) toman como determinantes de la demanda, el ingreso y el precio incorporados a sus estudios realizados a través de una encuesta empírica sobre la demanda del agua residencial donde concluyen que la cantidad demandada del agua responde de manera inelástica a cambios en el precio.

(Martinez -Espineira, 2002) Usaron pruebas de raíz unitaria para encontrar las series de tiempo de la demanda de agua de uso residencial, además, de usar otras variables no estacionarias. La aplicación del modelo desarrollado en este estudio se utilizó el consumo mensual de agua residencial con datos de la ciudad de Sevilla (España). Las elasticidades del precio de la demanda se estimaron en alrededor de -0.1 en el corto plazo y -0.5 a largo plazo, el autor llegó a la conclusión que el agua residencial es inelástica al precio, pero no perfectamente.

Otro estudio realizado por Bithas y Chrysostomos sobre la demanda residencial de agua en la ciudad de Atenas (Grecia) llega a conclusiones parecidas utilizando los precios del agua y

los ingresos como variables principales de la demanda, concluyeron que al aumentar los ingresos induciría un aumento drástico en la demanda de agua, además de que los instrumentos económicos tienen poco potencial para influir en el uso del agua. (Chrysostomos, 2006).

Países en desarrollo

Estudios relacionados a la demanda del agua en Latinoamérica tienen en cuenta los parámetros característicos de la demanda del agua, (Garcia, 2005) realiza un estudio en México, añadiendo como variable las tarifas del agua y analizándolas desde el contexto urbano. Se tomó una muestra de 80 viviendas en Torreón, Coahuila aplicando el método de regresión con variables instrumentales, se obtuvo elasticidades de -0.2 a -0.18; las de ingreso fueron mucho mayores, 0.98, y la elasticidad estimada igual a 1.

Mientras que (Jaramillo, 2005) también realiza un estudio en México con una muestra de 750 casas en tres localidades, se estima la función de demanda de agua con precios escalonados y variables propias de hogar como el ingreso, número de personas, cantidad de baños, tenencia de jardín, tamaño del lote, entre otros. Se utilizaron técnicas de estimación como variables instrumentales (VI) y el método discreto-continuo (ODC) debido al esquema tarifario. Las elasticidades precio fueron de -0.22 a -0.58, esto indica que la demanda es poco elástica al precio mientras que la elasticidad ingreso fue muy baja, de 0.02.

En el caso de Colombia las primeras investigaciones se realizaron hacia mediados de los años noventa. (Garces, 1996) Fue el primero en proponer metodologías para el manejo de los recursos, trabajó la demanda de uso doméstico aplicándolo en el departamento del Quindío, donde al igual plantea la necesidad de satisfacer de una manera eficaz y planificada las demandas actuales y prever potenciales demandas futuras.

Del mismo modo, (Zapata & Garcia, 1997) aplicaron diferentes metodologías para el departamento de Risaralda considerando la estimación del agua demanda residencial y haciendo una descripción socioeconómica de la zona, aplicando un método de simulación para el cambio poblacional y así, proyectar el crecimiento futuro del agua y sus pérdidas.

La estimación de los Modelos de Coeficientes Dinámicos (MDC) para una función de demanda log-log de agua para uso residencial urbano en Manizales para el periodo 1997-2013, utilizando variables como el consumo mensual de agua, el tamaño del hogar, las características de la vivienda, variables climáticas, precio marginal por bloque de consumo e ingreso virtual para 490 hogares el modelo realizado es un modelo estructural que considera tanto la elección discreta del bloque de consumo como la elección continua sobre la cantidad a consumir arrojó una elasticidad de -0.43 (Jimenez, Orrego, Ponce & Vasquez, 2017).

Con respecto a Bogotá, Edwin Gil en su trabajo demanda del agua y cambios tarifarios en Bogotá plantea que la tarifa variable básica es una herramienta efectiva para el control de consumos excesivos de agua en estratos 1,2 y 3 pero no lo es para la disminución de consumos en estratos 4, 5 y 6. Asimismo los datos utilizados son el periodo, el promedio de consumo y las tarifas. Del mismo modo, afirma que las elasticidades también se asignan a un grupo socioeconómico, en este caso el estrato, en el que se aprecia que en los estratos más bajos representan elasticidades altas y la elasticidad es más cercana a cero a medida que el estrato aumenta (Gil, 2011).

Para concluir, la evidencia empírica permite identificar que el consumo de agua en los hogares depende de variables características de los hogares y variables socioeconómicas, también es importante resaltar que el ingreso y los precios son variables relevantes para determinar el consumo. Es por esto, que la mayoría de los estudios realizados sobre la demanda

de agua realizan un análisis sobre la elasticidad del precio en donde se resalta que la demanda de agua es inelástica al igual que la elasticidad de ingreso donde la evidencia empírica en su mayoría explica que su resultado debe ser bajo.

4. Desarrollo empírico

El reto de este apartado, es evidenciar que la demanda de agua es inelástica para todos los estratos, de igual manera demostrar que el ingreso es un resultado ambiguo, sin embargo, debe tener un estimador bajo ya que es considerado un bien normal y con respecto a la literatura, las variables socioeconómicas y las características de los hogares son las que mejor explican la demanda de agua.

La estimación de la función de demanda de agua se llevará a cabo mediante la modelación estadística de corte transversal para el año 2017, por lo tanto, se determinarán para cada estrato variables significativas y se validarán por medio de Test los supuestos que confirmen la realización de los modelos.

La información se organizará en una base de datos y para ello se utilizará el software para estadísticas y ciencia de datos (STATA), Asimismo, se realizará la prueba de multicolinealidad y heterocedasticidad; además, la prueba de la normalidad de los residuos para verificar que tanto los estimadores y las pruebas T y F sean consistentes y saber si se distribuyen normalmente.

Para este trabajo se usó la forma funcional log-log de la demanda de agua residencial para la ciudad de Bogotá, la cual es la forma en la que fueron estimados trabajos anteriores (Adams & Pineda 2010, Jimenez 2017, Tobarra 2013). La función de demanda estimada fue:

$$\ln\omega = Z + \beta \ln p + \ln\gamma + \varepsilon$$

En donde w será el consumo de agua, Z será la matriz que incluya las variables con información sobre las características de los hogares y variables socioeconómicas, p será el precio que paga cada hogar por el servicio de acueducto y y es el ingreso del hogar.

En las funciones a estimar, se tendrá como variable dependiente el logaritmo del consumo de agua por estrato, teniendo en cuenta los datos del acueducto suministrados por el Sistema Único de Información (SUI) donde se almacena la información oficial del sector de servicios públicos domiciliarios del país y a su vez filtrado para la ciudad de Bogotá.

Para las variables independientes se tendrá en cuenta características de los hogares y variables socioeconómicas que inciden en el consumo del agua, para la cual, se usará la Encuesta Multipropósitos para el año correspondiente cuyas estadísticas son obtenidas del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE).

Por tal motivo, la selección de las variables independientes para explicar el consumo de agua residencial se realizó con base en los estudios empíricos. El precio es una variable importante para el explicar el consumo además de calcular la elasticidad para medir el efecto del precio sobre el consumo (Adams & Pineda, 2010). Las características de los hogares como el tipo de vivienda y tamaño del hogar (Domene & Saurí, 2003) además de los sanitarios y la ducha Dalhuisen, 2003; Worthington & Hoffman 2008. La demanda para uso residencial es derivada del uso de bienes y servicios que necesitan este recurso, específicamente lavadoras y uso de baños (Olmstead et al., 2007).

De igual manera, la variable reutilización del agua es importante incorporarla dentro del análisis del consumo de agua ya que los hogares donde se dan los mayores ingresos económicos se produce un menor consumo de agua debido a una mayor concienciación ambiental y electrodomésticos más eficientes en el uso de agua (Seguido, 2017).

Por otro lado, las variables socioeconómicas son significativas dentro de la demanda según la evidencia empírica. Una de las variables que se vincula con el consumo de agua es la edad de los residentes de cada uno de los hogares. (Nauges & Thomas, 2000) Argumentan que en las viviendas donde habitan población más joven, el consumo medio de agua es mayor que en los hogares donde residen personas mayores. Esto se debe a la mayor frecuencia de duchas y un consumo mayor de los usos exteriores del agua con fines recreativos.

Asimismo, el número de hombres y mujeres dentro del hogar (Saenz, 2002), como el nivel educativo mostro influir dentro del consumo de agua ya que los hogares con mayor nivel educativo son menos propensos al consumo de agua ya que se comportan de manera pro-ambiental por lo que ahorran más agua. (Garcia, Ribas, Llausas, 2014).

Las variables climáticas como la temperatura y la precipitación han sido incluidas en la literatura sobre demanda de agua. (Tobarra, 2013) Sustenta la importancia de los efectos climatológicos sobre el consumo, ya que, tendrá un efecto estacional durante los meses de verano derivado a las altas temperaturas, también se argumenta que se espera que en los meses de calor el consumo aumente mientras que a mayor precipitación se espera que el consumo reduzca debido a la disminución del gasto en los jardines (Adams & Pineda, 2010)

Cabe resaltar que al momento de obtener los datos, existieron complicaciones debido a la falta de información por parte de los entes reguladores, ya que no se especifica el consumo exacto promedio por hogar, esto trajo consigo que se tomaran datos del Sistema Único de Información (SUI) y generará la variable consumo del hogar producto del consumo promedio per cápita y la cantidad de personas en el estrato, lo cual fue establecido para el desarrollo del trabajo, lo que generó que se estableciera un consumo específico por cada uno de los estratos de la ciudad de Bogotá siendo significativo para la función de demanda de agua. A su vez, se tuvo

en cuenta las características de los hogares de mayor relevancia las cuales fueron obtenidas del Departamento Administrativo de Estadística (DANE).

Tabla 1

Especificación de datos

Encuesta Multipropósito 2017		
Variable		
NHCDP2	precio	
nvcbp10	tipo_vivienda	1 casa / 0 Apto
nvcbp11aa	estrato	
NHCCPCTRL2	personas_hogar	
NHCCP32	sanitarios	
NHCCP40A	lavadora	1 Si / 0 No
NHCCP35	ducha	
NHCCP39E	reut_agua	1 Si / 0 No
NPCKP23	ingreso	
NPCEP4	edad	
NPCEP5	sexo	
NPCHP4	educación	
Sistema Unico de Información		
Consumo promedio per cápita	1	
Consumo promedio per cápita	2	
Consumo promedio per cápita	3	
Consumo promedio per cápita	4	
Consumo promedio per cápita	5	
Consumo promedio per cápita	6	

Fuente: Elaboración propia de los autores con datos tomados del DANE – Encuesta Multipropósitos. 2017.

 **Análisis Estadístico:**

▪ **Medidas de tendencia central**

Análisis para la ciudad de Bogotá, teniendo en cuenta cada una de las variables determinantes para la función de demanda de agua.

Tabla 2

Estadísticas descriptivas de variables incluidas en el modelo

Estadística	N	Promedio	Desv. Estandar	Min	Max
consumo_Hog	104715	62.28848	32.53241	18.63	328.95
precio	104715	61995.76	81.436	0	3000000
casa	104715	0.3902739	0.487814	0	1
apartamento	104715	0.5876465	0.4922605	0	1
personas_hogar	104715	2.929555	1.462007	1	17
ingreso	104715	1868974	2458269	0	3300000
lavadora	104715	0.8508437	0.3562441	0	1
sanitarios	104715	1.524052	.7502717	1	10
ducha	104715	1.048365	0.2884256	1	3
reut_agua	104715	0.5507389	0.4974213	0	1
edad	104715	49.83487	15.94797	14	106
sexo	104715	.5928687	.4917676	0	3
educación	104715	13.6824	7.276671	0	26

Fuente: Elaboración propia de los autores con datos tomados del DANE Encuesta Multipropósito mediante el programa estadístico Stata. 2017

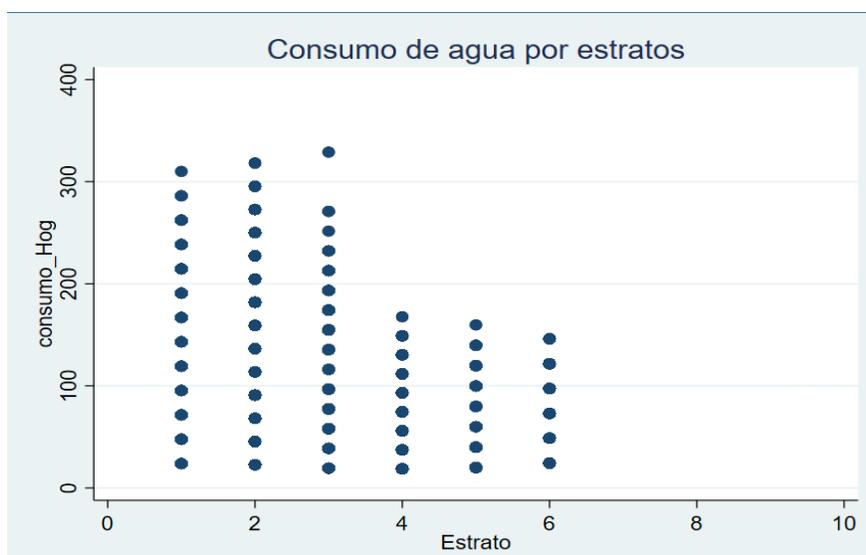
Según encuesta realizada por el DANE en Bogotá, se encuestaron 104.715 personas las cuales, consumen alrededor de 62.28 metros cúbicos de agua, de igual forma, el promedio de personas que viven en apartamento es mayor a las personas que viven en casas. Lo que nos determina que, en promedio, los hogares bogotanos se componen de tres miembros con una sumatoria de ingresos aproximados de \$1.868.974, y cuentan con al menos un sanitario, una ducha y una lavadora. Al conocer si las personas reutilizan o aplican algún método para ahorrar agua, la tabla nos arroja un resultado que el 55% de los hogares bogotanos realizan algún tipo de actividad para el ahorro agua. Por el lado de las variables socioeconómicas, la edad promedio es

de 49 años, en promedio el 60% de la población son mujeres, de igual forma se evidencia que la población encuestada tiene en aproximadamente 13 años de educación.

Al realizar la matriz de correlación se pudo evidenciar que existe un bajo nivel de correlación entre todas las variables explicativas del modelo, lo cual corresponde a un comportamiento deseado, además, se observa con problemas de alta correlación entre las variables consumo y precio, esta relación se debe a que la variable consumo se encuentra muy relacionada con el precio ya que al generarla se realizó con la información de cantidad de personas por hogar.

Análisis Gráfico:

Figura 1 *Diagrama de dispersión de consumo por estratos*



Fuente: Elaboración propia de los autores con datos tomados del DANE Encuesta Multipropósitos mediante el programa estadístico Stata. 2017

La figura 1 muestra que los estratos 1,2 y 3 son los que poseen un mayor consumo de agua, frente a los estratos 4,5 y 6, este factor se presenta debido a que en los estratos bajos los hogares mayormente son casas y las familias son más numerosas; ya que en el estrato 1 en promedio por hogar hay 5 personas mientras que en los estratos altos las viviendas son en su

mayoría apartamentos y en promedio por hogar hay dos miembros que la conforman. De igual manera, se explica el bajo consumo de este recurso en los estratos 5 y 6 debido a la ausencia de los habitantes en el hogar.

Validación de supuestos:

Tabla 3

Tabla de supuestos

Estrato	Test de Multicolinealidad	Test de Breusch - Pagan	Test de Normalidad
1	1.97	0.0000	0.0000
2	2.24	0.0000	0.0000
3	2.58	0.0000	0.0000
4	1.19	0.0000	0.0000
5	1.27	0.0000	0.0000
6	1.77	0.0000	0.0000

Fuente: Elaboración propia de los autores con datos tomados del DANE Encuesta Multipropósitos mediante el programa estadístico Stata. 2017

Teniendo en cuenta la tabla 4, se realizó la validación de supuestos por medio del test de multicolinealidad, los cuales arrojó un resultado del factor de inflación de la varianza (FIV) para todos los estrados un FIV menor a 10. A demás, el test de Breusch – Pagan se determinó por medio de la heterocedasticidad del modelo, los cuales arrojó un valor menor al 0.005 para cada uno de los estratos, factor que se convierte que el modelo sea heterocedastico. Para el test de normalidad, se tuvo en cuenta los test de Jarque Bera y de Skewness, arrojando como resultado que los errores no se distribuyen normalmente.

Tabla 4

Función por estratos

VARIABLES INDEPENDIENTES	ESTRATO 1	ESTRATO 2	ESTRATO 3	ESTRATO 4	ESTRATO 5	ESTRATO 6
lprecio	-0.807***	-0.384***	-0.738***	-0.465***	-0.338***	-0.316***
casa	0.0408***	0.112***	0.0699***	0.299***	-0.0448***	-
apartamento	0.0457***	0.111***	0.0772***	0.327***	-	-0.00997**
personas_hogar	0.287***	0.315***	0.351***	0.403***	0.424***	0.431***
lingreso	0.000461***	-0.000180***	-0.000936***	0.000748***	-0.000367*	0.00211***
lavadora	0.0359***	0.0407***	0.0443***	0.0427***	0.0932***	0.0459***
sanitarios	0.000763	-0.00541***	-0.000113	0.0118***	-0.00203**	-0.00836***
ducha	-0.0154***	-0.00226***	0.00348***	-0.0541***	0.0388***	-0.0458***
reut_agua	0.0343***	0.0153***	0.0102***	0.00765***	0.00374***	0.0186***
edad	-0.00248***	-0.00114***	-0.000506***	-0.000117***	0.000139**	0.000278***
sexo	0.0171***	0.00822***	0.00419***	-0.00794***	-0.0156***	-0.0213***
educacion	-2.58e-05	0.000445***	0.000229***	-0.000485***	0.000517***	-0.00188***

Fuente: Elaboración propia de los autores con datos tomados del DANE Multipropósitos mediante el programa estadístico Stata. 2017

En la Tabla 5 se presentan los resultados econométricos de la estimación del MCO para una función de demanda log-log de agua para uso residencial en la ciudad de Bogotá para el año 2017. El signo de la variable precio es negativo lo cual es consistente con la teoría económica, además muestra que al aumentar en 1% la tarifa el consumo disminuye, del mismo modo que el signo de la variable ingreso el cual es positivo para la mayoría de los estratos coincide con el supuesto de considerar el agua un bien normal.

Por el lado de las características de los hogares, el tipo de vivienda en Bogotá se encuentra caracterizada en un 63% por apartamentos, para este modelo casa o apartamento son positivas y con valores relativamente cercanos, por lo tanto, se infiere que las casas y apartamentos consumen la misma cantidad de agua.

Asimismo, el 67% de los hogares bogotanos se encuentran conformados por al menos 3 personas, así como también el 59% de los hogares cuentan con un solo sanitario y por el signo de

las variables se evidencia que el número de habitantes en los hogares y el número de sanitarios aumentan el consumo de agua, lo cual es consistente con estudios previos donde el signo de estas variables fue positivo como en México (Jaramillo, 2005) y en Colombia (Jimenez, Orrego, Ponce & Vasquez, 2017). Por otro lado, el 97% de los hogares cuenta con al menos una ducha y su signo es negativo debido a que las duchas actuales están diseñadas para el ahorro del agua.

De igual manera, la tenencia de lavadora aumenta el consumo de los hogares en un promedio de 5%, sin embargo, según evidencias de trabajos anteriores sobre la demanda de agua doméstica, argumentan que los electrodomésticos han mejorado considerablemente en temas de eficiencia en el uso del agua. Algunos estudios han concluido que el uso de nuevos electrodomésticos más eficientes que los antiguos, es uno de los factores responsables de la reciente disminución del consumo de agua. (Seguido, 2017).

También, es pertinente hacer un análisis económico a partir de factores psicológicos ya que en los estratos bajos, particularmente es notable que a pesar de que más del 70% de la población realiza actividades para reutilizar agua el consumo aumenta; algunos autores argumentan que al realizar estas actividades se logra dar el fenómeno del comportamiento de la compensación, en donde los consumidores al ser conscientes de que están ahorrando hacen que con frecuencia consuman más agua.

Por el lado de los factores socioeconómicos, la edad reduce el consumo de agua en los hogares teniendo en cuenta que las edades de las personas encuestadas oscilan en promedio entre los 30 y 50 años. Como se nombró anteriormente en este trabajo, la evidencia empírica demuestra que en las viviendas donde habitan población más joven, el consumo medio de agua es mayor que en los hogares donde residen personas mayores, por lo tanto, estas viviendas no cuentan con personas jóvenes su consumo se reduce.

En el caso del sexo, los estratos 1,2 y 3 cuentan con más mujeres dentro de sus hogares, mientras que en los tres estratos superiores el comportamiento es contrario, esto influye en el signo de la variable ya que las mujeres suelen consumir más agua en sus actividades diarias por lo tanto su signo es positivo, este resultado puede ser comparado con un trabajo realizado en Costa Rica (Saenz, 2002) cuya conclusión es la misma. El signo es negativo en los hogares de estratos altos ya que los hombres no consumen mucha agua en sus actividades diarias.

Por último, se demuestra que la educación incide en el consumo de agua más que todo en los estratos altos, debido a que estos estratos cuentan con mayor número de años de educación y por lo tanto tienen mayor conciencia del consumo, sin embargo, para los otros estratos se evidencia que existe una reducción en el consumo por la educación.

5. Análisis cuantitativo y cualitativo

En ese contexto, cabe resaltar cada uno de los estratos indicados a continuación, para determinar el análisis cualitativo y cuantitativo para cada una de las funciones ya estimadas:

Estrato 1

La especificación del modelo econométrico para este estrato es el siguiente:

$$\begin{aligned} \text{consumo_Hog}_{\text{estrato1}} &= 3.187 - 0.807p + 0.0408\text{casa} + 0.0457\text{apto} + 0.287p_{\text{hogar}} + 0.0461y + 0.0359\text{lav} \\ &+ 0.000763\text{san} - 0.0154\text{ducha} + 0.0343\text{reut_agua} - 0.00248\text{edad} + 0.0171\text{sexo} - 2.58e \\ &- 05\text{educ} \end{aligned}$$

El coeficiente de la variable precio para este estrato fue de -0.80 lo cual indica que la demanda de agua residencial para el estrato 1 es inelástica, este resultado es característico de un bien con pocos sustitutos (Tobarra, 2013) y comparar con los obtenidos en trabajos anteriores (Jimenez, Orrego, Ponce & Vasquez, 2017) (Adams & Pineda, 2010) en donde se obtiene una elasticidad de -0.10 y -0.63 respectivamente.

Asimismo, la elasticidad de ingreso en el modelo fue de 0.046 lo cual tiene un valor muy bajo, por lo que se afirma que es bien normal, este resultado de esta investigación es consistente con la evidencia empírica (Jimenez, Orrego, Ponce & Vasquez, 2017) quienes obtienen un resultado relativamente cercano al de este trabajo y con signo positivo.

Teniendo en cuenta el tipo de vivienda, se encuentran brechas positivas para ambos grupos en estudio con estimadores parecidos; es decir que tanto las casas como los apartamentos consumen 4 metros cúbicos más que los otros tipos de hogares. En cuanto a las características de los hogares, se encuentra que su consumo aumenta aproximadamente 28% a la llegada de un nuevo integrante, como dato importante se encuentra que más del 87% de los hogares están de este estrato están conformados por al menos cinco personas; por su parte, la cantidad de sanitarios, se infiere que por cada baño que haya en un hogar de este estrato el consumo aumenta un 0.7% mensual.

Los hogares con lavadora, presentan un aumento de 3% comparado con aquellos hogares que no tienen, por otro lado, las duchas muestran un estimador negativo por lo tanto poseer ducha disminuye un metro cúbico de los hogares que no tienen. Los hogares que realizan actividades para reutilizar agua presentan un mayor consumo que aquellos que no lo hacen en 3% cabe aclarar que el 73.82% de los hogares de este estrato ejecutan estas actividades.

Asimismo, la edad de los habitantes de este estrato disminuye un 2% del consumo de agua ya que el 50% de la población de este estrato tiene más de 30 años, por lo tanto, al no contar con personas jóvenes el consumo se ve reducido; por su parte el sexo aumenta en 1% el consumo ya que el 63.5% de las personas que conforman este estrato son mujeres, la educación reduce el consumo en un estimador muy pequeño lo cual indica que las personas de este estrato tiene conciencia del consumo y por un nivel educativo que aumente el consumo se reducirá.

Todos los estimadores resultan significativos al nivel del 1%, el coeficiente de determinación ajustado es de 90.99% lo cual permite testear la significancia conjunta del modelo, por lo tanto, el consumo de agua depende globalmente de las variables independientes con un nivel de significancia del 1%.

Estrato 2

La especificación del modelo econométrico para este estrato es el siguiente:

$$\begin{aligned} \text{consumo_Hog}_{\text{estrato2}} &= 3.060 - 0.384p + 0.112\text{casa} + 0.111\text{apto} + 0.315p_{\text{hogar}} - 0.0180y + 0.0407\text{lav} \\ &- 0.00541\text{san} - 0.00226\text{ducha} + 0.0153\text{reut}_{\text{agua}} - 0.00114\text{edad} + 0.00822\text{sexo} \\ &+ 0.000445\text{educ} \end{aligned}$$

La elasticidad del precio para este estrato es de -0.38 lo cual indica que para el estrato 2 el consumo de agua es inelástico, el resultado obtenido se compara con la evidencia empírica donde la elasticidad más cercana es de -0.63 (Adams & Pineda, 2010) lo cual es característico de un bien con poco sustituto. Por el lado de la elasticidad ingreso del consumo de agua, esta se presenta negativa, sin embargo, muestra un estimador muy bajo, lo que se infiere que para este estrato el agua es analizada como un bien normal.

Para el estrato en estudio, el tipo de vivienda se encuentran brechas positivas para ambos grupos, lo cual, indica que tanto casas como apartamentos consumen más que los demás tipos de vivienda. En cuanto a las características de los hogares, con la llegada de un integrante más a la vivienda aumenta el consumo aumenta aproximadamente en un 31%, teniendo en cuenta que el 58% de los hogares está conformado por tres miembros.

Por el lado de la tenencia del número de sanitarios y cuartos de duchas en este estrato, se infiere que se disminuye el consumo debido a nuevas y mejores tecnologías aplicadas a este tipo de enceres por cada baño se consume de 2% a 5% menos respectivamente, el uso de lavadora en este estrato aumenta el consumo en un 4%, además, aquellos hogares que reutilizan agua

presentan un mayor consumo que aquellos que no lo hacen, teniendo en cuenta que el 76% de los hogares realizan estas actividades.

Dentro de los factores socioeconómicos, se evidencia que la edad reduce el consumo en 1% teniendo en cuenta que la mayoría de los hogares de estos estratos están compuestos por personas mayores de 30 años, asimismo, la variable sexo presenta un estimador positivo lo cual es causado por que el 56.7% de los hogares está representado por mujeres la cuales consumen más agua dentro de sus actividades diarias, por el lado de la educación, se ve un aumento en la cantidad consumida lo cual se debe a que el mayor porcentaje de la población se encuentra con bachillerato incompleto por lo que no tienen tanta conciencia del estudio del agua.

Todos los estimadores son significativos al nivel del 1%, la bondad de ajuste del trabajo es de 90.99%, por lo que se compara con la evidencia empírica (Tobarra, 2013) cuya bondad de ajuste es de 90.60% del mismo modo el consumo de agua depende globalmente de las variables independientes con un nivel de significancia del 1%.

Estrato 3

La especificación del modelo econométrico para este estrato es el siguiente:

$$\begin{aligned} \text{consumo_Hog}_{\text{estrato3}} &= 2.726 - 0.738p + 0.00699\text{casa} + 0.0772\text{apto} + 0.351p_{\text{hogar}} - 0.000936y + 0.0443\text{lav} \\ &- 0.000113\text{san} + 0.00348\text{ducha} + 0.0102\text{reut}_{\text{agua}} - 0.000506\text{edad} + 0.0041\text{sexo} \\ &+ 0.000229\text{educ} \end{aligned}$$

Para el estrato 3 la elasticidad del precio es de -0.7 demostrando que es inelástica, la evidencia empírica de trabajos realizados demuestran una elasticidad cercana de -0.6 (Adams & Pineda, 2010). La elasticidad ingreso del consumo de agua es negativa, sin embargo, muestra un estimador muy bajo, por lo que se infiere que al igual que los otros dos estratos el agua es analizada como un bien superior.

Para el tipo de vivienda, al igual que en estrato anterior, la brecha es positiva para los grupos en estudio; por lo que, los apartamentos consumen un 7% más que el resto de las viviendas, esto se debe a que los hogares de este estrato se encuentran conformados mayormente por apartamentos. Por el lado de las características de los hogares, por cada miembro nuevo que llegue al hogar, el consumo aumentará 35%

De igual manera, la tenencia de lavadora en el hogar aumenta un 4% que aquellos que no la poseen, y por el lado de los baños del hogar el consumo se reduce ya que en este estrato cuentan con sanitarios modernos, que en comparación con los estratos anteriores, el sistema de ahorro de agua hace que se refleje en el consumo. Los hogares que practican actividades de reutilización de agua aumentan su consumo teniendo en cuenta que 67% de la población lo ejecuta, por lo que, muestra una incidencia contraria en el consumo.

Las variables socioeconómicas, al igual que los estratos anteriores demuestran que la edad disminuye el consumo al no estar compuesto por personas jóvenes; por el lado del sexo, el estimador es positivo por lo tanto se ve un aumento en el consumo por parte de las mujeres y por último, la educación también demuestra un estimador positivo por lo tanto el consumo de agua se aumenta al tener pocos años de educación.

Todos los estimadores son significativos al nivel del 1%, el coeficiente de determinación ajustado es del 91.53% y la prueba de significancia global indica que el consumo de agua para el estrato tres depende globalmente de las variables independientes con un nivel de significancia del 1%.

Estrato 4

La especificación del modelo econométrico para este estrato es el siguiente:

$$\begin{aligned} \text{consumo_Hog}_{\text{estrato4}} &= 2.320 - 0.465p + 0.299\text{casa} + 0.327\text{apto} + 0.403p_{\text{hogar}} + 0.000748y + 0.0427\text{lav} \\ &+ 0.0118\text{san} - 0.0541\text{ducha} + 0.00765\text{reut}_{\text{agua}} - 0.000117\text{edad} - 0.00794\text{sexo} \\ &- 0.000485\text{educ} \end{aligned}$$

Para este estrato el precio de la demanda es negativo por lo tanto es inelástico, la elasticidad es de -0.4 lo que se compara con la evidencia empírica de -0.6 (Adams & Pineda, 2010). La elasticidad ingreso es positiva a pesar de que el estimador es bajo, lo que infiere que el ingreso del hogar que no incide en el consumo ya que, el estrato 4 no tiene el incentivo del mínimo vital ni tampoco tiene un cobro contributivo, simplemente paga lo que consume.

Por el lado de las características de los hogares, la brecha es positiva para los grupos en estudio; por lo que, las casas y los apartamentos consumen el mismo porcentaje que el resto de las viviendas, esto se debe a que los hogares de este estrato tienen características similares, es decir, son casas pequeñas o apartamentos más grandes en donde habitan el mismo número de miembros, en promedio tres personas.

Con la llegada de un nuevo miembro aumenta el consumo en un 40% demostrando que en este estrato esta variable incide de mayor manera que en otros estratos. Del mismo modo, el uso de lavadora y la cantidad de baños reducen el consumo en 4% y 1% respectivamente debido a los sistemas de ahorro con los que cuentan los electrodomésticos modernos. Este estrato también sigue la tendencia de los estratos anteriores y las actividades de reutilización aumentan el consumo del agua en un 0.7%, aunque solo el 58% de la población realiza estas prácticas.

Las variables socioeconómicas muestran estimadores negativos, la edad sigue la tendencia de los estratos anteriores disminuyendo el consumo al estar conformado este estrato por personas mayores de 30 años, para la variable sexo, en este caso reduce el consumo ya que 63.2% de las personas de este estrato son hombres y por lo tanto disminuyen el consumo en

0.7% por otro lado, se demuestra que a si se aumenta un año de educación el consumo se reduce en 0.004%.

Todos los estimadores son significativos al nivel del 1%, el coeficiente de determinación ajustado es de 93.61% y la prueba de significancia global indica que el consumo de agua para el estrato cuatro depende globalmente de las variables independientes con un nivel de significancia del 1%.

Estrato 5

Es importante resaltar que, la variable Apartamento se omite en esta estimación debido a su correlación negativa perfecta con la variable Casa, esto se debe a que, estos son los únicos tipos de vivienda en este estrato, por lo que, incluir ambas generaría multicolinealidad en el modelo. La función de demanda para este estrato se determina de la siguiente manera teniendo en cuenta la variable omitida:

$$\begin{aligned} \text{consumo_Hog}_{\text{estrato5}} &= 2.639 - 0.338p - 0.0448\text{casa} + 0.424p_{\text{hogar}} - 0.000367y + 0.0932\text{lav} - 0.00203\text{san} \\ &+ 0.0388\text{ducha} + 0.00374\text{reut}_{\text{agua}} + 0.000139\text{edad} - 0.0156\text{sexo} + 0.000517\text{educ} \end{aligned}$$

La elasticidad para este estrato es de -0.3 lo cual indica que es inelástica, este resultado se compara con la evidencia empírica de (Tobarra, 2013) quien obtuvo una elasticidad de la demanda con respecto al precio de -0.4. Por el lado de la elasticidad ingreso muestra un estimador muy bajo, por lo que se infiere que al igual que los otros dos estratos el agua es analizada como un bien normal.

Con respecto a la cantidad de personas, con la llegada de un nuevo integrante al hogar el consumo aumenta en un 42%. Además, desde el aspecto de la cantidad de baños se reduce el consumo en 0.2% por el ahorro de los sanitarios, mientras que en las duchas se refleja el

comportamiento contrario, ya que en estos estratos las viviendas cuentan con más de dos cuartos con duchas, a través de los métodos de reutilización siguen la tendencia de los estratos anteriores y aumentan el consumo en un 0.3%

Las variables socioeconómicas como la edad, para este caso, el estimador es positivo lo que demuestra para este estrato aumenta el consumo ya que la población es más joven, por lo tanto, realizan más actividades de ocio, por ejemplo los deportes, lo que genera que tenga que usar agua con mayor frecuencia. Por otro lado, el sexo para este caso disminuye el consumo ya que hay mayor número de hombres en estos hogares, en este caso la educación aumenta el consumo lo cual se debe a que a pesar de que tienen mayores niveles de educación no son conscientes ante su consumo, además cuentan con el ingreso suficiente para poder pagar por el bien.

Todos los estimadores son significativos al nivel del 1%, el coeficiente de determinación ajustado es del 94.54% y la prueba de significancia global indica que el consumo de agua para el estrato 4 depende globalmente de las variables independientes al 1%.

Estrato 6

La variable Apartamento también se omite en esta estimación debido a su correlación negativa perfecta con la variable Casa, esto se debe a que estos son los únicos tipos de vivienda en este estrato, por lo que incluir ambas generaría multicolinealidad en el modelo. Del mismo modo también se omite la variable lavadora ya que todos los hogares cuentan con este electrodoméstico.

Por lo tanto, la función de demanda correcta para este estrato después de la omisión de variables a través de la regresión es la siguiente:

$$\begin{aligned} \text{consumo_Hog}_{\text{estrato6}} &= 2.941 - 0.316p - 0.00997\text{apto} + 0.431p_{\text{hogar}} + 0.00211y + 0.0459\text{lav} - 0.00836\text{san} \\ &\quad - 0.0458\text{ducha} + 0.0186\text{reut}_{\text{agua}} + 0.000278\text{edad} - 0.0213\text{sexo} - 0.00188\text{educ} \end{aligned}$$

La elasticidad precio de la demanda para este estrato es de -0.3 como ya se mencionó anteriormente se cuenta con evidencia empírica en la cual se demuestra haber obtenido resultados similares. La elasticidad ingreso tiene un estimador positivo, pero es muy bajo por lo tanto este estrato también considera el agua como un bien normal.

En las características de los hogares, por cada persona que llegue nueva al hogar el consumo aumenta en 43% mientras que los sanitarios y las duchas reducen el consumo debido a su tecnología ahorro de agua, la tenencia de lavadora aumenta el consumo en 4% la reutilización del agua aumenta el consumo ya que estos estratos reutilizan menos estas actividades que los demás estratos.

Mientras que las variables socioeconómicas, por ejemplo, la edad aumenta el consumo ya que como el estrato 5 estos hogares están conformados por personas jóvenes en edad promedio de los 20 años, el sexo reduce el consumo ya que hay mayor número de hombres que mujeres en este estrato y la educación evidentemente reduce el consumo ya que la mayoría de las personas se encuentran en un nivel de educación superior.

Todos los estimadores son significativos al nivel del 1%, el coeficiente de determinación ajustado es del 94.99% y la prueba de significancia global indica que el consumo de agua para el estrato cuatro depende globalmente de las variables independientes con un nivel de significancia del 1%.

6. Conclusiones

El crecimiento demográfico junto al fenómeno de urbanización ha incrementado el consumo del recurso hídrico en las ciudades capitales, lo que ha provocado la formulación de políticas públicas encaminadas a la racionalización y uso eficiente del agua, especialmente en ciudades con menor infraestructura para la provisión del mismo. Por lo tanto, es importante medir la incidencia de las características de los hogares en el consumo de este bien, con el fin de determinar cuáles de estas pueden ser objeto de estudio por parte de las entidades gubernamentales para solventar problemas futuros de desabastecimiento y baja calidad.

La evidencia empírica considera que las variables que inciden en la demanda de agua para uso doméstico son variables socioeconómicas como el número de personas en el hogar, el sexo, la edad y el nivel de escolaridad, además de características de los hogares como el tipo de vivienda, el número de baños, duchas, tenencia de lavadora y por último las prácticas de ahorro.

Con el fin de realizar un análisis más detallado, se efectuaron análisis diferenciados por cada estrato socioeconómico de la ciudad de Bogotá para el año 2017. De acuerdo a las funciones estimadas, se pudo determinar que las características de los hogares inciden de manera distinta sobre su consumo de agua dependiendo el estrato en el que se encuentren, esto debido a factores culturales y educativos que fijaron su uso.

Para estimar las funciones de demanda se comprobó de manera empírica las teorías de diferentes autores a través del modelo econométrico e incluyendo variables estadísticamente significativas, en donde se pudo establecer que cada estrato socioeconómico tiene una función de demanda diferente debido a las discrepancias entre las características de cada hogar. Thorstein Veblen en su libro teoría de la clase ociosa afirma que las personas consumen bienes para satisfacer su estatus, las cuales están relacionadas con las diferentes clases sociales, por lo que, se

afirma que el agua en los estratos es inelástica debido a que es un bien ineludible para los hogares y necesario para satisfacer y mejorar su calidad de vida, pero es más inelástico en los estratos más altos. (Veblen, 2000)

Asimismo, también es pertinente comprobar la teoría de James Duesenberry ya que explicó que en corto plazo el consumo varía de forma más suave a cambios en el ingreso, lo cual se evidencia con el estimador bajo que tienen los estratos en la variable ingreso, además, el agua por ser un bien normal, afirma que los hogares aumentan fácilmente su consumo, pero no logran reducirlo, afectando así sus hábitos de vida.

Al analizar el precio, se encuentra que al aumentar el estrato la elasticidad precio de la demanda se hace más cercano a 0 en comparación con los estratos más bajos, de lo cual se infiere que los estratos altos se muestran poco sensibles a cambios en el precio, por lo tanto, para que los usuarios decidan disminuir su consumo de agua, el alza en la tarifa debe ser muy significativa. Así que, se afirma que para la ciudad de Bogotá la demanda de agua de uso residencial es inelástica, lo cual se explica a que el uso del agua es necesario para todas las actividades básicas y a que no tiene bienes sustitutos.

Por el lado del ingreso, los estimadores de cada uno de los estratos se muestran ambiguos y se aprecia que la elasticidad de ingreso presenta valores bajos para todos los estratos, lo cual infiere que el agua es considerada un bien normal, el valor negativo del estimador para los estratos bajos se explica ya que al tener un subsidio para el consumo de agua el estimador es bajo por lo que el ingreso no es una restricción para estos hogares. Medina y Morales en su estudio corrobora estas ideas donde el ingreso también muestra un estimador bajo en los estratos con subsidio lo que demuestra que el consumo de agua no responde mucho a cambios en el ingreso (Medina & Morales, 2007)

Del mismo modo, por el lado de las características de los hogares, el consumo de agua respecto a la variable tipo de vivienda demuestra una mayor incidencia en el estrato 1, debido al tamaño de la vivienda y los años de antigüedad de las mismas, generando que se demande más agua, para los demás estratos, los apartamentos consumen más agua que las casas debido a que estratos más altos se encuentran conformados mayormente por apartamentos que casas.

Asimismo, el número de personas que habitan en cada uno de los hogares es una variable significativa en el consumo mostrando la tendencia esperada ya que a mayor número de personas en el hogar aumenta el consumo de agua y viceversa, lo cual se ve reflejado en el estrato 1, los hogares cuentan en promedio con 5 personas mientras que los estratos altos el promedio de personas por hogar son dos, por lo tanto, las personas de los estratos bajos consumen 10 metros cúbicos más con la llegada de un nuevo miembro que los demás estratos.

La lavadora, el número de duchas y sanitarios son variables relevantes para explicar el consumo desde el punto de vista de que la modernización de estos aparatos reduce el consumo de agua de los hogares debido a los sistemas de ahorro con los que ya están diseñados, mientras que en los estratos bajos las cisternas y lavadoras son antiguas por lo tanto usan más agua para su correcto funcionamiento. (Seguido, 2017) En su trabajo sobre demanda de agua también concluye que el uso de nuevos electrodomésticos más eficientes que los antiguos, es uno de los factores responsables de la reciente disminución del consumo de agua.

Sumado a esto, a pesar de que los estratos 1 y 2 se constituyen como los mayores consumidores de agua, los hogares practican alguna actividad de reutilización con un porcentaje del 70% frente a los estratos 4, 5 y 6 donde el porcentaje de la población que reutiliza es del 40%; esto determina que al momento de reutilizar agua se aumente en gran cantidad el consumo de este bien, porque piensan que al momento de ahorrar agua les permite que puedan consumir

más de lo requerido. Contrario a esto, sucede con los estratos altos donde no hay un porcentaje muy alto de hogares que practiquen la reutilización y por lo tanto se ve evidenciado en el aumento del consumo.

Por otro lado, las variables socioeconómicas resultaron ser significativas para el consumo de agua residencial ya que al agregarlas al modelo la bondad de ajuste aumento en un 10%. Por el lado de la edad, los hogares que están mayormente conformados por personas jóvenes son los que demuestran un mayor consumo del bien, ya que realizan más actividades de ocio como los deportes, lo cual requiere que demande más agua, lo cual se evidencia en los estratos más altos. (Nauges & Thomas, 2000) Llegan a la misma conclusión con respecto a la edad por la frecuencia de las duchas por parte personas jóvenes debido a las actividades exteriores.

Asimismo, el sexo demostró ser una variable relevante ya que demuestra que los hogares que están conformado en su mayoría por mujeres, y requieren una mayor demanda de agua para sus actividades diarias y de cuidado propio, lo cual también es demostrado en el estudio realizado por (Saenz, 2002) en donde se refleja que las mujeres tienen un mayor consumo de agua que los hombres. Del mismo modo, el nivel de escolaridad demuestra que a mayor número de años de estudio el consumo es menor ya que las personas son más conscientes del uso eficiente de este recurso.

7. Recomendaciones

Para la realización de trabajos sobre la demanda de agua, se aconseja utilizar datos de años recientes, de manera que este el trabajo incida para la realización o modificación de políticas públicas, por tal motivo, la encuesta con la cual se realizó este estudio es la Encuesta Multipropósitos 2017, la cual era la más reciente realizada para Bogotá y a su vez recogía todas las variables necesarias para explicar el consumo de agua.

Por otro lado, a pesar que este estudio concluye que las características de los hogares y variables socioeconómicas inciden de manera diferente sobre el consumo de agua para cada estrato, la razón de las diferencias sobre cada uno de ellos no es algo investigado, pero puede ser importante para futuras investigaciones.

Del mismo modo, los estudios realizados acerca de la demanda de agua incluyen factores climatológicos tales como la temperatura máxima y el promedio de precipitación mensual que afrontan los hogares, sin embargo, al intentar modelar estas variables para este trabajo por estratos no es posible tenerlas en cuenta, debido a la falta de información con ese nivel de detalle para la ciudad de Bogotá. Sin embargo, si se desea hacer un estudio sobre la demanda de agua para un lugar más general es conveniente usar estas variables ya que demuestran que en los meses de verano el consumo es más alto comparado con los meses de precipitación.

8. Anexos

Para la especificación econométrica de las funciones por estratos fue necesario abreviar el nombre de 8 variables con el fin de que la especificación no fuera tan extensa y mejorar su comprensión. En la tabla 5 se muestra la abreviatura de las variables independientes.

Tabla 5

Abreviatura variables independientes

Abreviatura	Significado
p	precio
apto	apartamento
p_hogar	personas hogar
y	ingreso
lav	lavadora
san	sanitarios
reut_agua	reutilización agua
educ	educación

Fuente: Elaboración propia de los autores con datos tomados del DANE Multipropósitos. 2017

8.1. Anexos Económicos

Las regresiones se realizaron mediante el método estadístico de Mínimos Cuadrados Ordinarios con el software estadístico STATA. Se efectuaron seis regresiones una por cada estrato, con 12 variables socioeconómicas y las características de los hogares como variables independientes y como variable dependiente el consumo. Las regresiones se evaluaron mediante los estadísticos R^2 y la significancia del 1%.

Tabla 6 Regresión estrato 1

Variables	lconsumo_Hog
lprecio	-0.807*** (0.0592)
casa	0.0408*** (0.00364)
apartamento	0.0457*** (0.00364)
personas_hogar	0.287*** (0.000347)
lingreso	0.0461*** (0.000570)
lavadora	0.0359*** (0.00133)
sanitarios	0.000763 (0.00143)
ducha	-0.0154*** (0.00148)
reut_agua	0.0343*** (0.00114)
edad	-0.00248*** (4.91e-05)
sexo	0.0171*** (0.00117)
educacion	-2.58e-05 (8.11e-05)
constante	3.187*** (0.0102)
observaciones	85,247
R^2	0.897

*** significativo al nivel del 1%

Tabla 7 Regresión estrato 2

Variables	lconsumo_Hog
lprecio	-0.384*** (0.0247)
casa	0.112*** (0.00168)
apartamento	0.111*** (0.00165)
personas_hogar	0.315*** (0.000157)
lingreso	-0.0180*** (0.000176)
lavadora	0.0407*** (0.000631)
sanitarios	-0.00541*** (0.000457)
ducha	-0.00226*** (0.000669)
reut_agua	0.0153*** (0.000432)
edad	-0.00114*** (1.97e-05)
sexo	0.00822*** (0.000448)
educacion	0.000445*** (2.80e-05)
constante	3.060*** (0.00386)
Observaciones	442,829
R^2	0.910

*** significativo al nivel del 1%

Fuente: Elaboración propia de los autores con datos del DANE Encuesta Multipropósitos en el programa estadístico Stata. 2017

Fuente: Elaboración propia de los autores con datos del DANE Encuesta Multipropósitos en el programa estadístico Stata. 2017

Tabla 8 Regresión estrato 3

VARIABLES	lconsumo_Hog
lprecio	-0.738*** (0.0289)
casa	0.0699*** (0.00234)
apartamento	0.0772*** (0.00229)
personas_hogar	0.351*** (0.000189)
l ingreso	-0.000936*** (0.000131)
lavadora	0.0443*** (0.00103)
sanitarios	-0.000113 (0.000398)
ducha	0.00348*** (0.000907)
reut_agua	0.0102*** (0.000476)
edad	-0.000506*** (2.24e-05)
sexo	0.00419*** (0.000501)
educacion	0.000229*** (3.23e-05)
constante	2.726*** (0.00430)
observaciones	368,241
R ²	0.915

*** significativo al nivel del 1%

Fuente: Elaboración propia de los autores con datos del DANE Encuesta Multipropósitos en el programa estadístico Stata. 2017

Tabla 9 Regresión estrato 4

VARIABLES	lconsumo_Hog
lprecio	-0.465*** (0.0472)
casa	0.299*** (0.00802)
apartamento	0.327*** (0.00792)
personas_hogar	0.403*** (0.000344)
l ingreso	0.000748*** (0.000168)
lavadora	0.0427*** (0.00282)
sanitarios	0.0118*** (0.000624)
ducha	-0.0541*** (0.00195)
reut_agua	0.00765*** (0.000814)
edad	-0.000117*** (3.88e-05)
sexo	-0.00794*** (0.000833)
educacion	-0.000485*** (6.07e-05)
constante	2.320*** (0.0101)
Observaciones	119,351
R ²	0.936

*** significativo al nivel del 1%

Fuente: Elaboración propia de los autores con datos del DANE Encuesta Multipropósitos en el programa estadístico Stata. 2017

Tabla 10 Regresión estrato 5

Variables	lconsumo_Hog
lprecio	-0.338*** (0.0685)
casa	-0.0448*** (0.00210)
apartamento	-
personas_hogar	0.424*** (0.000596)
lingreso	-0.000367* (0.000201)
lavadora	0.0932*** (0.00613)
sanitarios	-0.00203** (0.000814)
ducha	0.0388*** (0.00641)
reut_agua	0.00374*** (0.00143)
edad	0.000139** (6.58e-05)
sexo	-0.0156*** (0.00146)
educacion	0.000517*** (0.000110)
constante	2.639*** (0.0119)
observaciones	36,930
R ²	0.945

*** significativo al nivel del 1%

Fuente: Elaboración propia de los autores con datos tomados del DANE Encuesta Multipropósitos en el programa estadístico Stata. 2017.

Tabla 11 Regresión estrato 6

Variables	lconsumo_Hog
lprecio	-0.316*** (0.0885)
casa	-
apartamento	-0.00997** (0.00429)
personas_hogar	0.431*** (0.000872)
lingreso	0.00211*** (0.000187)
lavadora	0.0459*** (0.00537)
sanitarios	-0.00836*** (0.00107)
ducha	-0.0458*** (0.0105)
reut_agua	0.0186*** (0.00241)
edad	0.000278*** (8.39e-05)
sexo	-0.0213*** (0.00204)
educacion	-0.00188*** (0.000159)
constante	2.941*** (0.0169)
Observaciones	18,704
R ²	0.950

*** significativo al nivel del 1%

Fuente: Elaboración propia de los autores con datos tomados del DANE Encuesta Multipropósitos en el programa estadístico Stata. 2017.

8.2. Anexos estadísticos

En la tabla 12 se muestra las estadísticas descriptivas sobre cada una de las variables para cada estrato, se presenta información sobre el número de observaciones, el rango de las variables, la media y la desviación estándar.

Tabla 12

Estadísticas descriptivas por estratos

	Estadística	N	Min	Max	Promedio	Desv est
Estrato 1	lprecio	223453	4.584968	14.51265	10.01598	0.9051897
	casa	307349	0	1	0.5445015	0.4980165
	apto	307349	0	1	0.4242864	0.494235
	personas_hogar	307349	1	13	3.336608	1.661963
	lingreso	123953	4.584968	16.70588	13.4972	.866603
	lavadora	307349	0	1	0.7077524	0.4547962
	sanitarios	123953	1	7	1.121361	0.3751396
	ducha	307349	1	3	1.128945	0.4512521
	reut_agua	307349	0	1	0.6011993	0.4896524
	edad	307349	16	99	45.24957	14.69286
	sexo	307349	0	1	0.5984044	0.4902217
	educación	300915	0	26	14.88431	7.253188
Estrato 2	lprecio	1030033	4.584968	14.81328	10.52828	0.8514191
	casa	1257759	0	1	.3790726	0.4851564
	apto	1257759	0	1	.5909081	0.4916665
	personas_hogar	1257759	1	14	3.228905	1.472667
	lingreso	580010	4.584968	17.28125	13.65834	1.160555
	lavadora	1257759	0	1	0.8292545	0.3762866
	sanitarios	1257759	1	8	1.218287	0.478256
	ducha	1257759	1	3	1.056505	0.3102598
	reut_agua	1257759	0	1	0.6371849	0.4808123
	edad	1257759	14	101	46.08539	14.52275
	sexo	1257759	0	3	0.6388754	0.4807537
	educación	1218419	0	26	15.30226	7.139718
Estrato 3	lprecio	977919	4.584968	14.91412	10.89833	0.8726077
	casa	1126417	0	1	0.3314012	0.4707172
	apto	1126417	0	1	0.6456241	0.478324
	personas_hogar	1126417	1	17	2.939505	1.406823
	lingreso	462.717	4.584968	17.31202	13.88756	1.854997
	lavadora	1126417	0	1	.9156913	0.2778503
	sanitarios	462717	1	10	1.524752	0.6623254
	ducha	1126417	1	3	1.035237	0.2524876
	reut_agua	1126417	0	1	0.5785552	0.4937907
	edad	1126417	16	106	48.88412	15.28229
	sexo	1126417	0	3	0.628335	0.4845652
	educación	1075306	0	26	13.86896	7.237268

	Estadística	N	Min	Max	Promedio	Desv est
Estrato 4	lprecio	288.353	4.584968	14.91412	10.89833	0.8726077
	casa	298.432	0	1	0.3314012	0.4707172
	apto	298.432	0	1	0.6456241	0.478324
	personas_hogar	298.432	1	9	2.939505	1.406823
	lingreso	132.076	4.584968	17.31202	13.88756	1.854997
	lavadora	298.432	0	1	.9156913	0.2778503
	sanitarios	298.432	1	9	1.524752	0.6623254
	ducha	298.432	1	3	1.035237	0.2524876
	reut_agua	298.432	0	1	0.5785552	0.4937907
	edad	298.432	17	99	48.88412	15.28229
sexo	298.432	0	3	0.628335	0.4845652	
educación	276.290	0	26	13.86896	7.237268	
Estrato 5	lprecio	99.038	4.584968	14.51265	11.64627	1.044769
	casa	101.108	0	1	0.1427088	0.3497774
	apto	101.108	0	1	0.856589	0.3504932
	personas_hogar	101.108	1	8	2.414161	1.247808
	lingreso	39.967	4.584968	17.31202	14.48481	3.26406
	lavadora	101.108	0	1	0.9850655	0.1212915
	sanitarios	101.108	1	7	2.769791	0.9483254
	ducha	101.108	1	3	1.003125	0.0776109
	reut_agua	101.108	0	1	0.3291827	0.4699187
	edad	101.108	18	100	52.45649	15.90953
sexo	101.108	0	1	0.6286149	0.4831775	
educación	95.208	0	26	9.724477	6.610091	
Estrato 6	lprecio	57.329	4.584968	14.91412	11.94084	1.053492
	casa	58.203	0	1	.0530385	0.2241122
	apto	58.203	0	1	.9457416	0.2265288
	personas_hogar	58.203	1	6	2.125457	1.247904
	lingreso	19.983	4.584968	17.31202	12.16941	5.320318
	lavadora	58.203	0	1	0.9764273	0.1517148
	sanitarios	58.203	1	8	3.103191	1.10003
	ducha	58.203	1	3	1.00177	0.0560454
	reut_agua	58.203	0	1	0.6371849	0.4069856
	edad	58.203	19	99	51.41737	16.0028
sexo	58.203	0	1	0.6145216	0.4867123	
educación	55.213	0	26	10.03474	6.013119	

Fuente: Elaboración propia de los autores con datos tomados del DANE Encuesta Multipropósitos en el programa estadístico Stata. 2017.

9. Referencias bibliográficas

- Adams & Pineda. (2010). Factores que afectan la demanda de agua para uso doméstico en México. *Región y Sociedad*, Región y Sociedad.
- Chrysostomos. (2006). Estimating Urban Residential Water Demand Determinants and Forecasting Water Demand for Athens Metropolitan Area. . *South Eastern Europe Journal of Economics*.
- Conagua. (2008). Programa Nacional Hidrico. *Smanart*, 163. Obtenido de http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Contenido/Documentos/PNH_05-08.pdf
- Domene & Sauri. (2003). *Modelos urbanos y consumo de agua; el riego de jardines privados en la Región Metropolitana de Barcelona*. Inverstigaciones Geográficas.
- Friedman, M. (1973). *Una teoría de la función del consumo*. Madrid: Alianza Universidad.
- Garces. (1996). Herramienta de apoyo para la toma de decisiones sobre el uso del recurso agua. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Facultad de Minas. . *Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Facultad de Minas*. .
- Garcia. (2005). Tarificación optima para el servicio de agua en las ciudades: Aplicación a tres municipios españoles. . *Obtenido de Tesis doctoral. Universidad de Oviedo, departamento de economía*.
- Garcia, Ribas, Llausas. (2014). Consumo de agua en las periferias urbanas de la comarca de la selva (GIRONA).
- Gibbons. (1986). *The economic value of water*. Johns Hopkins University Press.

- Gil, M. (2011). Demanda de agua en hogares urbanos y cambios tarifarios en Bogotá. . *Revista Finanzas y Política Económica*,, 3(1). ISO 690.
- Hanemann, J. (1995). *A Discrete/Continuous Choice Approach to Residential Water Demand under Block Rate Pricing*. Land Economic.
- Jaramillo, L. (2005). Evaluación econométrica de la demanda de agua. Mexico: El trimestre Económico. *Mexico: El trimestre Económico*.
- Jimenez, Orrego, Ponce & Vasquez. (2017). Estimación de la demanda de agua para uso residencial urbano usando un modelo discreto-continuo y datos desagregados a nivel de hogar: el caso de la ciudad de Manizales, Colombia. . *Lect. Econ*.
- Keynes, J. M. (1873). *Teoria general de la ocupación, el interes y el dinero*. The Royal Economic Society.
- Martinez -Espineira. (2002). Demanda residencial de agua en el noroeste de españa. *Economía ambiental*.
- Medina & Morales. (2007). Demanda por Servicios Públicos Domiciliarios en Colombia y Subsidios:. *Borradores de economía* 467, 23.
- Modigliani, F. (1985). *Life cycle, individual thrift and the wealth of nations*. Massachusetts: Economic science.
- Nauges & Thomas. (2000). Privately Operated Water Utilities Municipal Price Negotiation, and Estimation of Residential Water. *Land Economics* , 85.
- Olmeda, J. (2006). *El agua y su análisis desde la perspectiva*. Alicante.
- Pedregal. (2002). *Población y planificación hidrológica. Análisis internacional comparado de los contenidos sociodemograficos de la planificación hidrológica*. Departamento de Geografía Humana. Universidad de Sevilla.: Tesis doctoral.

- Polanco, G. (2015). Elasticidad-precio de corto y largo plazos de la demanda de agua residencial de una zona árida. Caso de estudio: La Paz, B.C.S., México. *Tecnología y ciencias del agua*.
- Russell, K. &. (1984). *Modelando las demandas del agua*. Londres.
- Saenz. (2002). Estimación de la cantidad de viviendas y consumo de agua.
- Seguido, Á. F. (2017). *Estudios Geográficos*. Obtenido de <http://estudiosgeograficos.revistas.csic.es/index.php/estudiosgeograficos/article/view/511>
- Smithies, A. (1945). Forecasting Postwar Demand. *Econometrica*, 23.
- Tobarra, M. A. (2013). Factores explicativos de la demanda municipal de agua y efectos en el bienestar de la política tarifaria. Una aplicación a la cuenca del Segura. *Estudios de economía aplicada*, 577-596.
- Trout, C., & Villegas, D. (2013). *Estimación de la elasticidad precio de la demanda: un ejercicio para el consumo de agua residencial en bogotá*. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana .
- Veblen, T. (2000). *Teoria de la clase ociosa*. Elaleph.
- Worthington & Hoffmann. (2006). Facultad de Comercio. Universidad de Wollongong.
- Zapata & Garcia. (1997). Metodologías para el cálculo de proyeccion de demanda de agua y su aplicacion en la subregion 1 del departamento de Risaralda. *Obtenido de Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia*.