

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CIUDAD JUÁREZ

ISSN 0188-9834

nóesis

REVISTA DE CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES

MICHAEL ROJAS ROMERO
BENJAMÍN CARRERA CHÁVEZ
(COORDINADORES)

VOL. 24
NÚMERO

47

NUEVA ÉPOCA

ENERO · JUNIO
2015



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CIUDAD JUÁREZ

Nóesis. Revista de Ciencias Sociales y Humanidades
del Instituto de Ciencias Sociales y Administración

Ricardo Duarte Jáquez
Rector

David Ramírez Perea
Secretario General

Juan Ignacio Camargo Nassar
*Director del Instituto de Ciencias
Sociales y Administración*

Manuel Loera de la Rosa
Secretario Académico

Ramón Chavira Chavira
*Director General de Difusión Cultural
y Divulgación Científica*

Isaac Leobardo Sánchez Juárez
Director General

Mayola Renova González
Subdirectora de Publicaciones

Mayela Rodríguez Ríos
Asistente Editorial

Jesús Gerardo García Arballo
Diseño de portada

Comité Editorial:

Dr. Isaac Leobardo Sánchez Juárez
Dra. Myrna Limas Hernández
Dr. Héctor Padilla Delgado
Dr. Luis Gutiérrez Casas

Consejo Editorial:

Dra. Sofía Boza Martínez
Universidad de Chile (Chile)
Dr. Miguel Mujica Areurma
Universidad de Carabobo (Venezuela)
Dr. Adrián Rodríguez Miranda
Universidad de la República (Uruguay)
Dr. Pablo Galaso Reca
Universidad Autónoma de Madrid (España)
Dr. Édgard Moncayo Jiménez
Universidad Central (Colombia)
Dra. Araceli Almaraz
El Colegio de la Frontera Norte (México)
Dr. Cuauhtémoc Calderón
El Colegio de la Frontera Norte (México)
Dr. Rafael Perez-Taylor
Universidad Nacional Autónoma de México (México)
Dr. Franco Savarino Roggero
Escuela Nacional de Antropología e Historia (México)
Dr. Gerardo Esquivel
El Colegio de México (México)

APOYADO CON RECURSOS PIFI

Nóesis

Volumen 24, número 47, enero-junio 2015, es una publicación semestral editada por la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, a través del Instituto de Ciencias Sociales y Administración de la UACJ. Redacción: Avenida Universidad y H. Colegio Militar (zona Chamizal) s/n. C.P. 32300 Ciudad Juárez, Chihuahua. Para correspondencia referente a la revista, comunicarse al teléfono: (656) 688-38-00 ext. 3759; o bien escribir a los siguientes correos electrónicos: noesis@uacj.mx y/o mayrodrri@uacj.mx.

Editor responsable: Isaac Leobardo Sánchez Juárez. ISSN: 0188-9834. Impresa por Imprenta Universitaria, ubicada en edificio R, campus ICB, en Av. Hermanos Escobar y Av. Plutarco Elías Calles, zona Pronaf, C.P. 32310, Ciudad Juárez, Chihuahua, México. Distribuidor: Subdirección de Gestión de Proyectos y Marketing Editorial. Avenida Plutarco Elías Calles #1210, Fovissste Chamizal, C.P. 32310. Ciudad Juárez, Chihuahua. Este número se terminó de imprimir en agosto de 2014 con un tiraje de 500 ejemplares.

Hecho en México / Printed in Mexico

© UACJ

Permisos para otros usos: el propietario de los derechos no permite utilizar copias para distribución en general, promociones, la creación de nuevos trabajos o reventa. Para estos propósitos, dirigirse a *Nóesis*.

Nóesis: Revista de Ciencias Sociales y Humanidades/Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Instituto de Ciencias Sociales y Administración, núm. 1, vol. 1 (noviembre, 1988). Ciudad Juárez, Chih.: UACJ, 1988.

Semestral

Descripción basada en: núm. 19, vol. 9 (julio/diciembre, 1997)
Publicada anteriormente como: Revista de la Dirección General de Investigación y Posgrado.

ISSN: 0188—9834

1. Ciencias Sociales-Publicaciones periódicas
2. Ciencias Sociales-México-Publicaciones periódicas
3. Humanidades-Publicaciones periódicas
4. Humanidades-México-Publicaciones periódicas

H8.S6. N64 1997
300.05. N64 1997

Los manuscritos propuestos para publicación en esta revista deberán ser inéditos y no haber sido sometidos a consideración a otras revistas simultáneamente. Al enviar los manuscritos y ser aceptados para su publicación, los autores aceptan que todos los derechos se transfieren a *Nóesis*, quien se reserva los de reproducción y distribución, ya sean fotográficos, en micropelícula, electrónicos o cualquier otro medio, y no podrán ser utilizados sin permiso por escrito de *Nóesis*. Véase además normas para autores.

Revista indexada en LATINDEX, CLASE, BIBLAT, REDALYC, LATAM-STUDIES, RESEARCHBIB, E-REVISTAS, EBSCO, DOAJ, EZ3 ELECTRONIC JOURNALS LIBRARY, ULRICHSWEB, CITEFACTOR, SCHOLAR GOOGLE

RESUMEN

Este trabajo propone evaluar el potencial del precio que pagan los usuarios como instrumento para el manejo de la demanda urbana de agua en México. Nuestros resultados basados en un análisis de datos provenientes de cientos de organismos operadores de agua potable del país, revelan que la demanda de agua sí es sensible al precio, tal y como se ha señalado en otros estudios. No obstante, encontramos también que la demanda es aún mucho más sensible al efecto del crecimiento poblacional y económico. Por lo tanto, considerando la dinámica demográfica, urbana y económica del país, un aumento en el precio del agua en sí no podría contribuir significativamente a la estabilización de los requerimientos nacionales de extracción de agua para uso urbano. Además, nuestro análisis de los determinantes del precio del agua urbana revela que los organismos operadores pasan sistemáticamente el costo de sus ineficiencias técnicas y financieras a los usuarios, por lo que un aumento en el precio del agua tampoco podría contribuir al saneamiento de sus finanzas. Concluimos que para un manejo efectivo, eficiente y sustentable del uso urbano de agua, resulta imprescindible un cambio de fondo en la manera en que operan los sistemas urbanos de agua.

Palabras clave: uso público-urbano de agua, precio, sustentabilidad.

ABSTRACT

This work aims to evaluate the potential price paid by users as a tool for management of urban water demand in Mexico. Our results, based on an analysis of data from hundreds of water utilities in the country, show that water demand is sensitive to price itself, as noted in other studies. However, we also find that the demand is even more sensitive to the effect of population and economic growth. Therefore, considering the demographic dynamics, urban and economic life, an increase in the price of the water itself may not contribute significantly to the stabilization of national requirements for water extraction for urban use. Furthermore, our analysis of the determinants of urban water price reveals that utilities routinely pass the cost of their technical and financial inefficiencies users, so that an increase in the price of water could also contribute to the improvement of its finances. We conclude that for effective management, efficient and sustainable urban water use, it is essential to a fundamental change in the way they operate urban water systems.

Keywords: public-use urban water price, sustainability.

Precio y manejo del agua urbana en México

Price and urban water management in Mexico

Gregorio Castro Rosales¹

Nicholas P. Sisto²

1 Nacionalidad: Mexicana. Grado: Maestría en Economía Regional. Especialización: Economía ambiental y de los recursos naturales. Adscripción: Candidato, Doctorado en Economía Regional, CISE, Universidad Autónoma de Coahuila. Profesor investigador titular de tiempo completo del departamento de economía agrícola de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), Campus Saltillo, Coahuila. Correo electrónico: gregoriocr@gmail.com.

2 Nacionalidad: Canadiense. Grado: Doctorado en Economía. Especialización: Economía del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales. Adscripción: Profesor Investigador, CISE, Universidad Autónoma de Coahuila. Correo electrónico: nicholas.sisto@uadec.edu.mx.

Fecha de recepción: 5 de febrero de 2013

Fecha de aceptación: 5 de septiembre de 2013.

Introducción

El uso público-urbano de agua se define, según la Ley de Aguas Nacionales, como “la aplicación de agua nacional para centros de población y asentamientos humanos a través de de la red municipal” (2011), para abastecer a los usuarios domésticos, industriales, comerciales y otros, conectados a dicha red municipal (CONAGUA, 2011). De los diversos usos consuntivos del agua (es decir, los usos que afectan en cantidad y/o calidad la disponibilidad de agua para otros usuarios), el uso público-urbano destaca por varias razones. Primero, como se puede apreciar en el cuadro 1 a continuación, el uso público-urbano de agua acapara una mayor proporción de las concesiones nacionales de agua que cualquier otro tipo de uso, excepto el agrícola. Segundo, de toda el agua subterránea concesionada, casi un cuarto está destinado al uso público-urbano. Finalmente, en un país donde la población urbana representa el 77% del total (INEGI, 2011), el uso público-urbano de agua se relaciona más estrecha y directamente al bienestar colectivo que cualquier otro tipo de uso.

Cuadro 1. Volúmenes de agua destinados a usos consuntivos en el 2011.

Uso	Volumen de extracción concesionado					
	Aguas superficiales		Aguas subterráneas		Volumen total (millones m3/año)	%
	(millones m3/año)	%	(millones m3/año)	%		
Agrícola	39 479.3	81	20 412.3	69	59 891.6	76
Público urbano	4 501.7	9	7 122.3	24	11 624.0	15
Otros	4 815.2	10	2 191.5	7	7 006.7	9
Totales	48 796.2	100	29 726.1	100	78 522.3	100

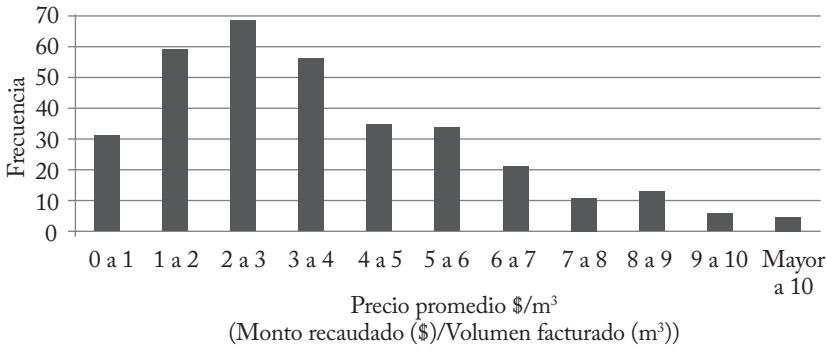
Fuente: Información al 30 de septiembre del 2011, del Registro Público de Derechos de Agua (repda).

La gestión del agua urbana en México enfrenta múltiples y significativos retos de diversas índoles que ponen en riesgo su sustentabilidad (Barkin, 2006). Por una parte, el enfoque histórico hacia la oferta (es decir, el desarrollo de nuevas fuentes de agua como respuesta a la creciente demanda) se está volviendo ambiental y económicamente insostenible, lo que ha fomentado interés en medidas alternativas, en particular el manejo de la demanda. Por otra parte, los Organismos Operadores de Agua Potable (oap, órganos públicos descentralizados responsables de la operación de las redes urbanas de agua) conforman monopolios locales que no cuentan necesariamente con incentivos para llevar a cabo un manejo efectivo y eficiente del agua.

En este contexto, el presente trabajo aborda dos principales cuestiones. Primero, evaluamos hasta dónde pudiera un aumento en el precio del agua urbana, considerando la dinámica demográfica, urbana y económica del país, contribuir a frenar el crecimiento en el uso público-urbano de agua. Para ello, proponemos estimar una función de demanda de agua y emplear las elasticidades obtenidas para desarrollar diversos escenarios de requerimiento futuro y calcular el aumento de precio requerido para estabilizarla en los niveles actuales. Segundo, proponemos identificar estadísticamente los factores con los cuales se relacionan los precios cobrados por los distintos oap del país, con el fin de caracterizar el grado de eficiencia en su desempeño operativo.

Típicamente un oap maneja múltiples tarifas que toman en cuenta el tipo de usuario (por ejemplo, en general las tarifas para los usuarios industriales son más altas que en el caso de usuarios domésticos) y también según el volumen de consumo. A consecuencia, para definir el “precio” que cobra un oap nos referimos al “precio promedio”, calculado como la razón entre la recaudación total por concepto de servicio de agua y el volumen de agua entregado. La gráfica 1 muestra la gran variabilidad de este precio entre los 300 oap del país para los cuales se dispone de los datos requeridos para su cálculo. Para muchos organismos, el precio no rebasa los dos pesos por metro cúbico (\$/m³), mientras que para algunos, supera los \$8/m³. Cabe señalar que esta variabilidad de hecho hace factible los análisis estadísticos propuestos aquí.

Gráfica 1. Distribución de frecuencia del precio promedio cobrado por los OOAP.



Fuente: Elaboración propia con datos de Comisión Nacional del Agua (2010).

El resto del trabajo se organiza de la siguiente manera. La segunda sección ofrece una revisión de la literatura acerca de la demanda urbana de agua; incluye un resumen exhaustivo de los estudios nacionales que se ha llevado a cabo en la materia. La tercera sección expone la metodología econométrica utilizada y describe los datos empleados para este fin. La cuarta sección presenta los resultados de las estimaciones econométricas. La quinta sección discute los resultados y los emplea para aportar elementos de respuestas a las cuestiones formuladas en este trabajo. Finalmente, la sexta y última sección concluye con unas reflexiones generales acerca de la gestión del agua urbana en México.

Revisión de literatura

Según Dalhuisen et al. (2001) el primer análisis publicado sobre la demanda urbana de agua data de 1951; desde entonces la mayoría de estos trabajos se realizaron en Estados Unidos y más recientemente, en Europa. El principal objetivo de esta literatura ha sido la medición de la sensibilidad de la demanda de agua con respecto a su precio, es decir su elasticidad-precio. En Dalhuisen et al. (2003), se presenta un meta-análisis de los valores reportados para esta elasticidad en 64

estudios sobre demanda residencial de agua publicados entre 1963 y 2001; obtienen que la elasticidad-precio en promedio es de -0.41, es decir un aumento del 10% en el precio del agua se asocia a una reducción del 4.1% en su uso. Los mismos autores también reportan que la elasticidad de la demanda con respecto al ingreso de los hogares en promedio es de 0.43. En el trabajo previo y similar de Espey et al. (1997) basado en 24 artículos sobre la demanda de agua para uso residencial publicados entre 1967 y 1993, se obtiene un valor promedio de -0.51 para la elasticidad-precio.

Arbués *et al.* (2003) recopilan y analizan la literatura internacional sobre la demanda residencial de agua (principalmente en Estados Unidos y Europa) con enfoque hacia las especificaciones técnicas empleadas y las dificultades para la estimación estadística. Nauges y Whittington (2010) hacen una revisión del estado del arte sobre la demanda de agua residencial en los países en desarrollo; señalan que hay importantes diferencias con respecto a los países desarrollados en cuanto a la cantidad de estudios realizados y las dificultades encontradas por los investigadores para llevarlos a cabo, sin embargo, apuntan que los resultados son muy similares, ya que las elasticidades precio están entre -0.3 y -0.6, mientras que la elasticidad ingreso se ubica entre 0.1 y 0.3.

En el caso de México, la mayoría de los trabajos que se han hecho sobre la demanda de agua son estudios locales con énfasis en el uso doméstico de agua. En términos de las elasticidades precio e ingreso de la demanda, por lo general se han encontrado resultados que son congruentes con los rangos encontrados en la literatura internacional. El cuadro 2 a continuación presenta un resumen de esta literatura; en cada caso, se especifica el tipo de uso del agua contemplado, la dimensión geográfica del análisis, las variables (dependientes e independientes) empleadas, el número de observaciones aprovechadas y los valores de elasticidad obtenidos. Con ello se facilitará la comparación entre las elasticidades estimadas en este trabajo y los valores correspondientes expuestos en esta literatura.

Cuadro 2. Resumen de la literatura nacional sobre la demanda de agua.

Referencia	Usos del agua analizados	Dimensión espacial del análisis	Variables	Número de Observaciones	Elasticidades
Jaramillo (2003)	Doméstico	Tres municipios del Estado de México (Toluca, Coacalco y Atizapán)	Dependiente: Metros cúbicos consumidos diariamente por hogar; Independientes: Número de integrantes en la familia, número de adultos, habitantes permanentes en el domicilio, número de personas con ingreso, ingreso mensual por hogar, ingreso anual bruto, domicilio propio, monto de la renta, área de construcción, área del terreno o lote, antigüedad de la construcción, número de baños en el hogar, número de excusados, número de lavamanos, poseen aire acondicionado, poseen jardín, frecuencia de riego del jardín, costo bimestral por uso de agua, uso de método de ahorro, flujo de agua continuo o racionado, poseen sistema de almacenaje, demanda agua adicional, usos extraordinarios de agua; temporada: lluvia=1, sequía=0; temperatura máxima, precio marginal bloque (1 al 8), ingreso virtual en bloque (2 al 8).	750	Precio: de -0.22 a -0.58

Continúa

Referencia	Usos del agua analizados	Dimensión espacial del análisis	Variables	Número de Observaciones	Elasticidades
Salazar y Pineda (2010)	Doméstico	Nacional	Dependiente: Cantidad demandada per cápita en cada ciudad; Independientes: Producto Interno Bruto per cápita estatal como una proxy del ingreso, precio promedio por metro cúbico en cada ciudad; tamaño del hogar o número promedio de personas que habitan en un hogar en el estado al que pertenece cada ciudad, con lo que se busca investigar si existen economías de escala en el consumo de agua; la temperatura promedio en el estado donde se ubica cada ciudad, precipitación media anual en el estado donde se ubica cada ciudad, la eficiencia de cobranza en cada ciudad.	57 ciudades de más de 50 mil habitantes	Precio: -0.27; Ingreso: 0.21
Guzmán Soria et al. (2009)	Agua subterránea para usos: urbano, industrial, agrícola y pecuario	Estado de Guanajuato	Dependiente: Consumo per cápita de agua por el sector urbano; Independientes: precio real del agua para uso doméstico, precio real de la electricidad para uso doméstico, Producto Interno Bruto per cápita con un año de rezago, temperatura media anual. industrial: precio real del agua potable para uso industrial con un año de rezago, precio real de la electricidad para uso industrial con un año de rezago. pecuario: Consumo per cápita de agua por el sector pecuario, precio real del agua para uso doméstico con dos años de rezago, precio real de la electricidad para uso doméstico con dos años de rezago. agrícola: Consumo de agua por hectárea bajo riego, precio real del agua para riego, precio real del fertilizante, precio agrícola real ponderado, precipitación media anual del estado con un año de rezago, cantidad consumida de agua por la superficie bajo riego.		Precio del uso urbano: -0.015

Continúa

Referencia	Usos del agua analizados	Dimensión espacial del análisis	Variables	Número de Observaciones	Elasticidades
Salazar y Pineda (2010)	Doméstico	Nacional	Dependiente: Cantidad demandada <i>per cápita</i> ; Ingreso <i>per cápita</i> ; Independientes: Precio promedio por metro cúbico, tamaño del hogar, temperatura máxima promedio y precipitación media anual.	134 ciudades de más de 30 mil habitantes	Precio: -0.33; Ingreso: 0.20
Sisto (2010)	Urbano	Zona Met. de la Laguna	Dependiente: Volumen facturado por toma; Independientes: el costo del uso del agua (como proxy del precio) la proporción de tomas domésticas y la localización de las tomas.	31	Precio: entre -0.47 y -0.53
Consejo Consultivo del agua (2010)	Doméstico	Nacional	Dependiente: Dotación por habitante; Independientes: tarifa promedio para el consumo doméstico en el intervalo de 20 a 50 metros cúbicos, cobertura de la micromedición, ingreso <i>per cápita</i> y la precipitación como variable instrumental para el valor de la tarifa.	60	Precio: -0.29; Ingreso: 0.32
García y Mora (2008)	Doméstico	Comarca Lagunera	Dependiente: Cantidad de agua requerida por vivienda por mes; Independientes: precio del agua en el mes, precio de la electricidad en el mes, precipitación pluvial en el mes y la temperatura en el mes.	84	Precio: -0.20 Torreón; -0.18 Gómez Palacio
Fullerton y Nava (2003)	Urbano	Cd. de Chih.	Dependiente: Consumo por usuario; Independientes: precio promedio mensual por metro cúbico, índice de actividad industrial en México, precipitación mensual, temperatura media mensual.		No aplica

Continúa

Referencia	Usos del agua analizados	Dimensión espacial del análisis	Variables	Número de Observaciones	Elasticidades
Fullerton <i>et al.</i> (2006)	Urbano	Ciudad Juárez	Dependiente: Consumo por usuario; Independientes: precio promedio mensual por metro cúbico, empleo mensual en la industria maquiladora de la ciudad, índice de actividad industrial en México, precipitación mensual, temperatura media mensual.		No aplica
Fullerton <i>et al.</i> (2007)	Urbano	Cd. de Tijuana	Dependientes: Consumo por usuario; Independientes: precio promedio mensual por metro cúbico, empleo mensual en la industria maquiladora de la ciudad, índice de actividad industrial en México, precipitación mensual, temperatura media mensual.		No aplica

3. Metodología y datos

Empezamos con un simple balance de agua, tal como aparece en Sisto (2010), donde un OOAP extrae del medio ambiente un volumen de agua V^{EXT} para entregarlo a los usuarios a través de la red municipal. Durante el proceso de conducción y distribución del agua se pierde un determinado volumen por fugas en el sistema V^{PER} , de modo que el volumen entregado a los usuarios V^{USO} será menor al extraído. Del volumen que llega a los usuarios, hay una parte que no se contabiliza por parte del organismo y por ende no genera facturación, por lo tanto se divide el volumen entregado en volumen facturado V^{FAC} y volumen no facturado V^{NFAC} , de modo que la expresión formal del balance queda como:

$$V^{EXT} = V^{USO} + V^{PER} = (V^{FAC} + V^{NFAC}) + V^{PER}$$

Tomando V^{FAC} como medida de la demanda a la cual hace frente un OOAP, se plantea una función de demanda donde las variables explicativas incluyen: el precio promedio por metro cúbico de agua, calculado como la razón entre la recaudación del OOAP por concepto del servicio de agua y su respectivo volumen facturado; el PIB de la localidad (en miles de pesos) como una proxy del ingreso, calculado como el PIB *per cápita* estatal multiplicado por el número de personas atendidas por el organismo; y el número de tomas registradas por cada organismo como medida del número de usuarios, de modo que la función queda como:

$$\ln V^{FAC} = \beta_0 + \beta_1 \ln PRECIO + \beta_2 \ln PIB_LOCAL + \beta_3 \ln TOMAS + u$$

En (2) la forma funcional es doble logarítmica, por lo que los coeficientes β_1 , β_2 y β_3 representan las elasticidades con respecto al precio, el ingreso y el número de usuarios. Para los fines propuestos aquí, precisa la estimación de una función de demanda total como en (2). Sin embargo, para complementar el análisis y establecer una comparación directa con los resultados presentados en la literatura, donde siempre se contempla una demanda normalizada con respecto al número de usuarios, también valoramos una función de demanda por usuario. En esta función la demanda está representada por la razón entre el volumen facturado y el número de tomas de cada organismo operador, y las variables explicativas incluyen: el precio promedio por metro cúbico de agua definido anteriormente; y el PIB por toma calculado mediante la división del PIB de la localidad por el número de tomas. Por lo que la función que se estimó queda como:

$$\ln V_{PT}^{FAC} = \beta_0 + \beta_1 \ln PRECIO + \beta_2 \ln PIB_TOMA + u$$

El siguiente paso consiste en la estimación de una función que explica el precio del agua. Las variables explicativas consideradas incluyen el índice de Agua no Contabilizada (ANC) definido como:

$$ANC = \frac{V^{NFAC} + V^{PER}}{V^{EXT}}$$

El ANC siendo la razón entre el agua perdida (por fuga o no facturación) y el volumen extraído, permite medir la ineficiencia físico-administrativa de un OOAP. Las demás variables explicativas incluidas son: el número de tomas, como medida del tamaño del sistema; una variable binaria que vale uno para un OOAP ubicado dentro de las zonas 1 a 6 según lo establecido en la ley federal de derechos para el pago de derechos de extracción de agua para uso urbano, y cero en caso contrario (en las zonas 1 a 6, el cobro es mayor al aplicado en el resto del país); el número de empleados por cada mil tomas; y el porcentaje de medidores instalados con relación al número total de tomas. De esta manera, la especificación formal del modelo es:

$$\ln PRECIO = \beta_0 + \beta_1 ANC + \beta_2 TOMAS + \beta_3 ZONA + \beta_4 EMP + \beta_5 MICRO + u$$

Los datos empleados para correr las regresiones de Mínimos Cuadrados Ordinarios sobre (2), (3) y (5) provienen principalmente de CONAGUA (2010) y corresponden al año 2009; en el caso del PIB por entidad federativa, del Banco de Información Económica (BIE) del INEGI (2012); y en el caso la población total estatal (para la estimación del PIB *per cápita*), del Consejo Nacional de Población (CONAPO). El cuadro 3 a continuación expone las estadísticas básicas (mínimo, promedio, máximo y número de observaciones) para todas las variables.

Cuadro 3. Resumen estadístico de las variables utilizadas.

	ANC	MICRO	EMP	V^{FAC}	TOMAS	V^{FAC}_{PT}	PRECIO	PIB_LO-CAL	$\frac{PIB}{TOMA}$
Mín.	0.08	0.00	0.35	55,368	193	35.67	0.10	134,173	103.26
Prom	0.47	0.18	4.88	6,848,257	25,024	212.33	3.76	8,662,230	437.51
Máx.	0.79	1.00	17.58	574,996,140	1,987,109	478.79	17.05	1,923,610,683	4849.81
Obs.	444	668	484	444	668	377	342	877	668

Fuente: Elaboración propia con base en los datos de CONAGUA (2010).

Resultados

El cuadro 4 reporta los resultados de las estimaciones de la función de demanda total (2). Los valores de los coeficientes prácticamente no cambian según el paquete de variables explicativas incluidas, por la cual las estimaciones parecen robustas. Los signos de los coeficientes estimados son los esperados, además los valores de las elasticidades precio e ingreso están dentro del rango de valores encontrados en la literatura y muy significativos según sus respectivos estadísticos t . El estadístico F de significancia conjunta de los coeficientes es alto y significativo y el Logaritmo de verosimilitud (Log-vero.) muestra un comportamiento adecuado con respecto al número de variables explicativas incluidas. Por todo lo anterior, se puede tener un buen nivel de confianza para sustentar las conclusiones que se derivarán de estos resultados.

El cuadro 5 muestra los resultados de las estimaciones de la función de demanda de agua por toma (3); como se mencionó antes, este tipo de forma normalizada con respecto a la población de usuarios es la que siempre se ha manejado en la literatura. Los resultados presentan las mismas características deseables de robustez y significancia que las señaladas en el caso anterior, a excepción de un nivel de ajuste

(según el estadístico R^2) mucho menor. Ello revela la preponderancia del número de usuarios como factor explicativo de la demanda urbana de agua; en la siguiente sección se discutirá a fondo la importancia de este factor para el manejo del agua urbana.

Cuadro 4. Coeficientes estimados
(variable dependiente: volumen facturado).

	Constante	PRECIO	PIB_LOCAL	TOMAS	F test	Log-vero.	R ² ajustado	Observaciones
(1)	4.62	-0.17	0.09	0.94	2,589	-88	0.96	300
	(18.88)***	(-6.29)***	(2.57)**	(24.23)***	[5.10E-212]***			
(2)	5.19	-0.18		1.04	3,809	-91	0.96	300
	(49.48)***	(-6.89)***		(82.49)***	[1.90E-212]***			
(3)	5.2			1.01	6,660	-179	0.95	377
	(47.13)***			(81.61)***	[7.90E-241]***			

Fuente: Elaboración propia. *Significativo al 90%; ** significativo al 95%; ***significativo al 99%. Valores t en paréntesis y p en corchetes.

$$\ln V^{FAC} = \beta_0 + \beta_1 \ln PRECIO + \beta_2 \ln PIB_LOCAL + \beta_3 \ln TOMAS + u$$

Cuadro 5. Coeficientes estimados (variable dependiente: volumen facturado por toma).

	Constante	PRECIO	PIB_TOMA	F test	Log-verosimilitud	R ² ajustado	Observaciones
(1)	4.93	-0.13	0.09	22	-93	0.12	300
	(21.76)***	(-5.42)***	(2.51)**	[1.29E-09]***			
(2)	5.5	-0.15		37	-96	0.11	300
	(165.48)***	(-6.07)***		[3.78E-09]***			

Fuente: Elaboración propia. *Significativo al 90%; ** significativo al 95%; ***significativo al 99%.

Valores t en paréntesis y p en corchetes.

$$\ln V_{PT}^{FAC} = \beta_0 + \beta_1 \ln PRECIO + \beta_2 \ln PIB_TOMA + u$$

El cuadro 6 muestra los resultados de las estimaciones de la función de precio promedio (5). Se observan otra vez resultados robustos y significativos, en los mismos términos expuestos para las regresiones anteriores. Un resultado llama particularmente la atención: la asociación positiva y muy significativa entre el índice de agua no contabilizada (ANC) y el precio. Ello sugiere que *ceteris paribus*, entre menos eficiente un OOAP en evitar fugas y facturar el agua entregada a sus usuarios (es decir, entre más alto su ANC), más cobra a sus usuarios. Sugerimos que esta asociación, la cual no se ha reportado previamente en la literatura, es de suma importancia para cualquier discusión sobre la gestión del agua urbana. En la siguiente sección se discutirá más a fondo este hallazgo.

**Cuadro 6. Coeficientes estimados
(variable dependiente: precio)**

	Constante	ANC	TOMA	ZONA	EMP	MICRO	F test	Log-verosimilitud	R ² ajustado	Observaciones
(1)	-0.12 (-0.60)	0.77 (2.26)**	0.05 (1.68)*	0.52 (5.09)***	0.04 (1.89)*	1.06 (7.20)***	22 [1.51E-17]***	-226	0.33	214
(2)	-0.11 (-0.55)	0.74 (2.18)**		0.54 (5.28)***	0.03 (1.87)*	1.11 (7.64)***	26 [1.07E-17]***	-228	0.32	214
(3)	0.08 (0.61)	1.18 (4.46)***		0.35 (4.40)***		0.95 (8.26)***	38 [5.29E-21]***	-305	0.27	300
(4)	0.27 (2.01)**	1.2 (4.42)***				1.01 (8.58)***	45 [7.31E-18]***	-315	0.23	300

Fuente: Elaboración propia.*Significativo al 90%;** significativo al 95%; ***significativo al 99%.

Valores t en paréntesis y p en corchetes.

$$\ln \text{PRECIO} = \beta_0 + \beta_1 \text{ANC} + \beta_2 \text{TOMAS} + \beta_3 \text{ZONA} + \beta_4 \text{EMP} + \beta_5 \text{MICRO} + u$$

Discusión e interpretación

En la sección anterior se comprobó que la demanda de agua que enfrentan los OOAP está principalmente determinada por el número de sus usuarios: la elasticidad es prácticamente unitaria, es decir con una población de usuarios mayor en 10%, la demanda se incrementa también en 10%. En contraste, la sensibilidad de la demanda al precio es reducida: con una elasticidad estimada de -0.18, un aumento del 10% en el precio ocasiona una reducción de tan sólo 1.8% en la demanda. En este sentido resulta interesante averiguar en cuánto sería necesario

aumentar el precio del agua urbana para lograr contrarrestar los efectos del crecimiento de la población a futuro.

Para ello, presentamos proyecciones basadas en los pronósticos de crecimiento poblacional para el año 2050 publicados por el CONAPO (2006). Nos enfocamos a dos pronósticos de población: el que generalmente publica el consejo como proyección oficial más probable, y otro que plantea una reducción importante de los niveles de migración y se presenta como el nivel máximo de población pronosticado para el 2050.

Luego desarrollamos un escenario propio de población urbana para el 2050. En la actualidad, la población que reside en localidades de 2500 o más habitantes representa el 77% del total nacional (INEGI, 2011). Con base en el comportamiento de esta tasa entre los años 2000 y 2010, proyectamos una tasa de urbanización del 87% para el 2050 (todavía muy por debajo de lo que hoy en día se observa en muchos países desarrollados). En el cuadro 7 se muestran las proyecciones realizadas para cada uno de los dos pronósticos de población. En el primer escenario, la población urbana en el 2050 es 27% mayor con respecto al 2010; en el segundo, el crecimiento es del 45%. Con base en la elasticidad-población unitaria antes medida, para cada escenario se proyecta un aumento proporcional de la demanda urbana de agua. Finalmente, con base en la elasticidad-precio de 0.18 antes estimada, calculamos el aumento en el precio que sería requerido para nulificar el efecto del crecimiento poblacional sobre la demanda: este aumento es del 150% para el primer escenario y 250% para el segundo. Hay que subrayar que estos aumentos son estimaciones conservadoras, ya que no contemplan ningún crecimiento en los futuros ingresos de los usuarios. Como se describió (véase el cuadro 4), la elasticidad de la demanda con respecto al ingreso es significativa, y con un valor estimado de 0.09, tiene la mitad de la fuerza ejercida por el precio sobre la demanda, pero en sentido contrario. Además, nótese que por construcción se trata de aumentos reales, expresados en pesos del 2010.

Las proyecciones del cuadro 7 sugieren que buscar la estabilización de la demanda urbana sólo con subir el precio resulta imposible, ya que obviamente el aumento requerido sería política e institucionalmente

inaceptable. En un país donde el acceso al agua urbana dista de ser universal y donde el servicio muchas veces presenta deficiencias en su calidad, triplicar el precio representaría una barrera significativa para mejorar el bienestar de grandes sectores de la población urbana.

Cuadro 7. Escenarios de uso urbano de agua en México para el año 2050.

Población			Aumento en la demanda debido al aumento del número de usuarios (variación, %)	Incremento en el precio para neutralizar el aumento en la demanda
Escenarios de crecimiento	Total en 2050	Urbana con respecto al 2010 (variación, %)		
Más probable	121 855 703	27	27	150%
Máximo	139 825 104	45	45	250%

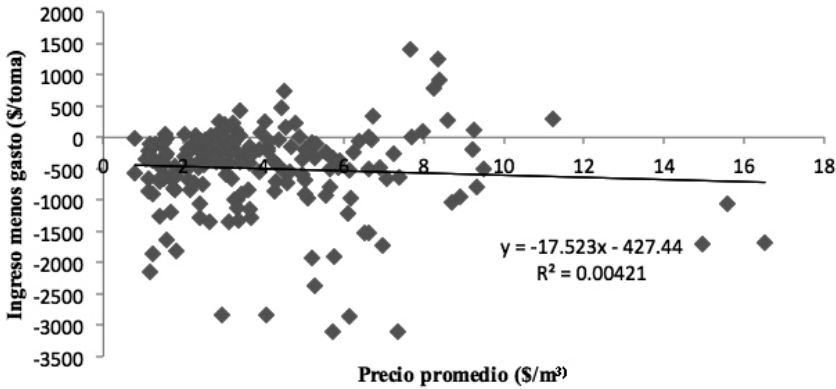
Fuente: Elaboración propia con base en datos del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (inegi) y del Consejo Nacional de Población (conapo).

Por otra parte, nuestros resultados revelan una problemática adicional con el precio del agua urbana, más allá de su ineffectividad como instrumento de manejo de la demanda. La asociación reportada en el cuadro 6 entre el ANC y el precio, revela que en el actual contexto institucional de la gestión del agua urbana, el precio no incentiva la eficiencia de los OOAP. Al contrario, los OOAP tienden a usar el precio del agua urbana para pasar el costo de sus ineficiencias a sus usuarios.

Los datos también ilustran que el precio del agua urbana ni siquiera contribuye al saneamiento de las finanzas de los OOAP. Como se puede apreciar en la gráfica 2, no parece haber relación alguna entre el precio promedio del agua urbana y el balance financiero de los OOAP (medido aquí como ingreso menos costo, por toma). En general los OOAP operan con déficit financiero, pero los que cobran más, no tienden a lograr resultados financieros más equilibrados.

Esto significa que autorizar un aumento de las tarifas no ayudaría prácticamente en nada: no es una opción viable para el control de la demanda por su baja elasticidad y tampoco es un incentivo para revertir los niveles deficitarios de las finanzas que reportan la mayoría de los organismos operadores.

Gráfica 2. Relación del precio promedio del agua urbana con el balance financiero de los OOAP.



Fuente: Elaboración propia con datos de Comisión Nacional del Agua (2010).

Conclusiones

En este trabajo evaluamos el efecto que tendría un aumento generalizado en el precio promedio del agua urbana sobre su demanda. Encontramos que el aumento de precio requerido para estabilizar a futuro la demanda en sus niveles actuales sería muy alto, de hecho tan alto que resulta no factible. Ello se debe a que la demanda es mucho más sensible al número de usuarios que a su precio. Por ende, con el crecimiento futuro de la población urbana en México, el precio del agua urbana de poco servirá como medida de manejo de la demanda

y no ofrecerá una alternativa viable al desarrollo de nuevas fuentes de agua.

Por otra parte, nuestro análisis sugiere que los organismos operadores tienden a pasar el costo de sus ineficiencias a sus usuarios por medio del precio que cobran, y que un aumento del mismo ni siquiera ayudaría a mejorar su situación financiera. Ello apunta a las profundas fallas del modelo actual de gestión del agua urbana y la necesidad de una reforma institucional integral.

Para un manejo sustentable del agua queda claro que las medidas que se deben tomar no son tan simples como aumentar el precio del agua, se requieren acciones que involucren medidas ambientales, culturales e institucionales y dentro de ello promover el desempeño eficiente de los organismos operadores. Tal vez, sea necesario replantear los objetivos de la descentralización de los sistemas municipales de agua potable de tal manera que se proponga llegar a niveles de desempeño más eficientes. Claramente, existe una gran oportunidad y necesidad de trabajo para entender las causas profundas del mal desempeño de los OOAP del país y de ahí diseñar soluciones efectivas y eficientes.

Referencias bibliográficas

- Arbués, F., García-Valinas, M.A. y Martínez-Espiñeira, R. (2003). "Estimation of residential water demand: a state-of-the-art review." *Journal of Socio-economics*, 32. Pp. 81-102.
- Barkin, David (2006). *La gestión del agua urbana en México: retos, debates y bienestar*, Universidad de Guadalajara.
- CONAGUA, Comisión Nacional del Agua 2010. Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, edición 2010. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Coyoacán, México.
- CONAGUA, Comisión Nacional del Agua 2011. *Estadísticas del Agua en México, edición 2011*, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Coyoacán, México.

- CONAPO, Consejo Nacional de Población 2006. *Proyecciones de la población de México 2005-2050*, México.
- CONAPO, Consejo Nacional de Población 2012. *Proyecciones de población 2005-2050* [Online]. Disponible en: http://www.conapo.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=36&Itemid=234. Consultado el 11 de junio de 2012.
- Dalhuisen, J. M., Florax, R. J. G. M., De Groot, H. L. F. y Nijkamp, P. (2003). "Price and income elasticities of residential water demand: a meta-analysis." *Land Economics*, 79, Pp. 292-308.
- (2001). "Price and income elasticities of residential water demand: Why empirical estimates differ." *Ideas. Tinbergen Institute Discussion Papers*.
- Espey, M., Espey, J. y Shaw, W.D. (1997). "Price elasticity of residential demand for water: A meta-analysis." *Water Resources Research*, 33. Pp. 1369-1374.
- INEGI, Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática 2011. *Principales Resultados del Censo de Población y Vivienda 2010*.
- (2012). Banco de Información Económica: <http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/> [Online]. Disponible en: <http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/>. Consultado en 2012.
- Ley de Aguas Nacionales 2011. Congreso de los Estados Unidos Mexicanos. Ciudad de México.
- Nauges, C. y Whittington, D. (2010). "Estimation of water demand in developing countries: An overview." *The World Bank Research Observer*, 25. Pp. 263-294.
- Sisto, N.P. (2010). "Manejo sustentable del uso de agua y crecimiento urbano." *Ensayos Revista de Economía*, 29. Pp. 23-38.