

# Estimación y ajuste de la función de demanda de agua potable provista por red para el Gran Mendoza.

*Eduardo Alejandro Comellas*

Instituto Nacional del Agua. Centro de Economía, Legislación y Administración del Agua.

[eacomellas@ina.gob.ar](mailto:eacomellas@ina.gob.ar)

## RESUMEN

La función de demanda indica el máximo precio que un consumidor está dispuesto a pagar por cada unidad del bien o servicio que desea consumir. La obtención de una función de demanda es de alta importancia para el análisis económico, ya que provee una medida de los beneficios totales que los consumidores perciben por una determinada cantidad de un bien o servicio, posibilita estimar la elasticidad precio de la demanda, y resulta necesaria para el adecuado diseño de un sistema tarifario e implementación de programas públicos. La provisión del servicio de agua potable para los habitantes del Gran Mendoza, sólo cuenta con un antecedente de estimación de la función de demanda, que data del año 1989, y se encuentra expresada en Australes. En esa oportunidad, se efectuó una estimación de la demanda de agua potable estratificándola en función del nivel socioeconómico de los usuarios del servicio (alto, medio, bajo y promedio). El objetivo general del presente estudio, es actualizar las funciones de demanda existentes y expresarlas en Pesos (signo monetario actual). Esto se efectuó mediante un mecanismo de ajuste que utiliza al Índice de Vivienda y Servicios Básicos, relevando conjuntamente con el Índice de Precios al Consumidor (IPC), para actualizar valores nominales. El supuesto que se asume al reconstruir las funciones de demanda, es que los gustos, las preferencias y los demás factores que inciden en las decisiones de consumo se mantuvieron invariantes en el tiempo. El resultado fue la obtención de funciones de demanda por el servicio de agua potable, estratificadas en función de la situación socioeconómica de los usuarios, y expresadas en Pesos del año 2012. Se realizó un análisis para verificar la coherencia del ajuste efectuado, el cual resultó exitoso. La actualización se efectúa al año 2012, por ser el año previo al cambio metodológico de cálculo del IPC.

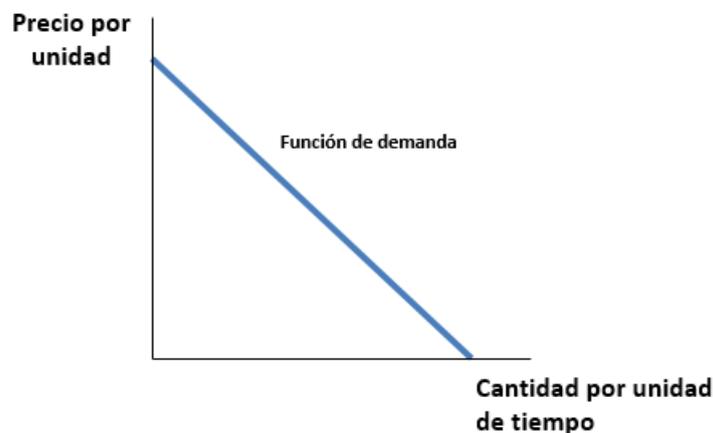
## INTRODUCCIÓN

Desde la microeconomía, se define a la demanda como una función que muestra el máximo precio que el consumidor estaría dispuesto a pagar por cada unidad del bien o servicio que desea consumir (manteniéndose constantes los demás factores que influyen en ella). En términos matemáticos, esta función tiene una estructura tal como la que se muestra en la Ecuación (1).

$$P = f(X, I, T, Cl, Pr, GyP, \dots) \quad (1)$$

En esta ecuación se destaca que el precio que el consumidor está dispuesto a pagar por una unidad del bien (P) es una función de la cantidad consumida (X), del ingreso del individuo (I), de la tecnología utilizada por el usuario (T), del clima del lugar (Cl), del precio de los bienes relacionados (Pr), de los gustos y preferencias del consumidor (GyP), etc.

El comportamiento de los consumidores es altamente influenciado por las preferencias, el precio del bien y los límites del presupuesto. Todos ellos darán forma a lo que se conoce como voluntad de pago por un bien o servicio, que es la base de una función de demanda descendente que relaciona el precio con las cantidades demandadas. Su representación gráfica es tal como se muestra en la Figura 1.



**Figura 1:** Función de demanda

La obtención de una función de la demanda es de alta importancia para el análisis de la economía aplicada, ya que provee una medida de los beneficios totales que los consumidores perciben por obtener una determinada cantidad de un bien o servicio. Así, la teoría económica sostiene que, una vez conocida una función de demanda de un bien o servicio, es posible determinar el valor que se le asigna a una determinada cantidad a través del cálculo del área por debajo de la curva de demanda. Además, mediante una función de demanda es posible estimar la elasticidad precio de la demanda, la cual indica la variación porcentual que experimentará la cantidad demandada de un bien o servicio ante un cambio de un punto porcentual en su precio.

Además de las anteriores posibilidades, el contar con una adecuada estimación de la función de demanda por el servicio de agua potable, resultaría de gran interés para el diseño de un sistema tarifario, ya que indican la máxima disposición a pagar por parte de los usuarios del servicio. En efecto, y tal como comenta Frank (1999), es útil contar con esta medida monetaria del grado en que una transacción beneficia a los individuos, ya que resulta particularmente de interés para evaluar posibles programas públicos y políticas tarifarias. Conocer el valor que grupos de individuos con diferentes funciones de demanda le asignan al consumo de agua potable, puede resultar de interés para el diseño de sistemas tarifarios que conduzcan a la captura del excedente del consumidor o al valor total máximo dispuesto a pagar. En ese sentido, el ente proveedor del servicio llevará adelante una estrategia de discriminación de precios con el fin de capturar la mayor cantidad posible del excedente del consumidor –o máximo precio dispuesto a pagar–. Para que esto sea posible, es necesario poder identificar a los diferentes grupos de usuarios (de acuerdo a su posición socioeconómica, por ejemplo) y conseguir que paguen precios distintos en relación a su función de demanda. El contar con funciones de demanda poblacional estratificadas es sumamente importante para permitir la discriminación de precios (o tarifas) y capturar el excedente de los usuarios (o valoración total del servicio) cobrando a cada grupo distintas tarifas. Esto se conoce en la literatura económica como el cobrar a cada grupo de usuarios la tarifa de reserva, la cual constituye en este caso, el precio máximo que estaría dispuesto a pagar el usuario de cada estrato, por contar con el servicio de abastecimiento de agua potable. Para el caso del cobro del servicio de agua potable, se recomienda efectuar una discriminación de precios en segundo grado, lo cual consiste en cobrar a los usuarios distintos precios unitarios por cantidades diferentes del servicio, a través de la fijación de precios por bloques (cobrar tarifas diferentes por distintas cantidades o “bloques” de consumo del servicio).

### *Fundamentación de la elección temática*

La concepción de la gestión del territorio y del ambiente, vista como la implementación de acciones tendientes a idear y armonizar políticas, planes, programas y proyectos (económicos, sociales, legales, ambientales, culturales, etc.) sobre un espacio determinado para la consecución de objetivos socialmente beneficiosos, obliga a pensar en sus problemáticas desde una visión global. De ese modo, una vez conocidas las relaciones causales e implicancias asociadas a las mismas, se podrán diseñar las herramientas que, partiendo de esa visión general, sean susceptibles de ser aplicadas al plano local o sectorial, guardando coherencia con esa cosmovisión general. En ese sentido, según Duek y Comellas (2012), las políticas y acciones implementadas con el objeto de regular y ordenar un territorio deben ser concebidas en un marco de integralidad, atendiendo al carácter sistémico del entorno y contemplando las relaciones entre todas las variables que interactúan en el espacio.

Bajo este concepto de gestión, el estudio del modo en que la sociedad gestiona los recursos hídricos en general y, en particular aquellos direccionados a satisfacer sus necesidades de consumo e higiene, resulta trascendental para garantizar a las actuales y futuras generaciones una adecuada calidad de vida. En buena parte del mundo,

la escasez creciente de agua, la reticencia a realizar las inversiones en la red de agua potable y el rol que desarrollan los estados en la prestación o regulación de este servicio, constituyen motivos suficientes para verificar la consecución de objetivos generales de sostenibilidad económica, social y ambiental asociados a la prestación del servicio de agua potable. En ese sentido, se considera clave contar con adecuadas estimaciones de las funciones de demanda poblacional por el servicio de agua potable.

En Mendoza y vastas zonas desérticas y semidesérticas del mundo, la escasez creciente de agua, la reticencia a realizar inversiones en la red de agua potable y los roles que desarrollan los estados y los entes encargados de la prestación de este servicio, constituyen motivos suficientes para verificar la consecución de objetivos generales de eficiencia, equidad, financiamiento y sostenibilidad asociados a la prestación del servicio de agua potable. En ese sentido, se considera clave verificar las implicancias de diversos instrumentos económicos que guarden relación con el consumo efectivo del recurso y su escasez, tales como las funciones de demanda por el recurso. Lo anterior adquiere mayor relevancia si se tiene presente que:

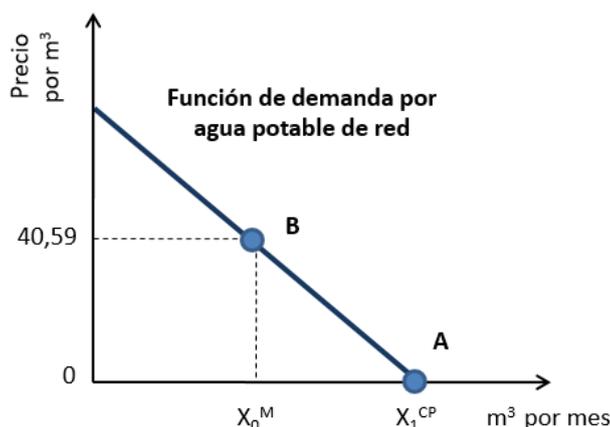
- La zona urbana de Mendoza es, según la Asociación de Entes Reguladores de Agua y Saneamiento de las Américas –ADERASA– (2010), la localidad donde más agua potable se consume en toda América Latina, es el tercer territorio en orden decreciente en términos de facturación en dólares estadounidenses, pero siendo a su vez dónde más económico resulta potabilizar y llevar el agua hasta los domicilios.
- El indicador de stress hídrico, definido como la cantidad de agua disponible por año por habitante, se ubica en la zona bajo estudio en 1.560 m<sup>3</sup> por habitante por año. Esta cifra se ubica muy cerca de los 1.700 m<sup>3</sup>, valor límite sugerido por Cosgrove y Rijsberman (2000) para evitar decrementos en la capacidad productiva, situaciones de conflictividad social y profundización de la pobreza.
- Los glaciares que alimentan los ríos de Mendoza, según Leiva, Espizúa, Iturraspe, Masiokas, Norte, y Villalba (2006), están en un proceso de retroceso. Además, por efecto del cambio climático global, Villalba y Boninsegna (2010) comentan que los Modelos de Circulación General de la Atmósfera (MCGA) predicen una reducción en el caudal de los ríos del 13 al 29% para 2020 motivado por modificaciones en el régimen de precipitaciones níveas.
- Por otro lado, según la UNCuyo (2003) el fenómeno de la macrocefalia que padece el Gran Mendoza producto del incremento de la población en el aglomerado urbano, imprime mayor presión sobre la escasa oferta hídrica de la zona.
- La contaminación por efecto del contenido salino de las aguas subterráneas en el Oasis Norte de Mendoza, según Llop (2002), ha llegado en muchos casos a comprometer la disponibilidad existente y a limitar su utilización futura. El primer nivel del acuífero, en una zona que se extiende desde el departamento Capital hasta la zona de confinamiento, es considerado como “no potable” según Ferres (1989), a causa de la contaminación con nitratos, presentándose además, para otros niveles del acuífero, un paulatino incremento en la concentración de estas sales.

## *Antecedentes*

El cálculo de las demandas de agua potable fue realizado sobre la base de los resultados de la Encuesta de Hogares para el Mejoramiento del Servicio de Agua Potable (INA-CELA, 1989). Entre los objetivos de ese estudio se encontraban: (i) analizar la relación consumo–nivel socioeconómico en los hogares del Gran Mendoza, (ii) analizar el costo monetario del servicio y la predisposición del usuario para pagar por la prestación de mejoras en agua en vistas a la factibilidad de la instalación del servicio medido y (iii) elaborar la curva de demanda de agua potable para el Gran Mendoza.

Para el cumplimiento de estos objetivos, los autores de ese trabajo optaron por utilizar información de tipo empírica, recolectada a través de técnicas cuantitativas mediante la realización de encuestas por muestreo probabilístico. La muestra utilizada en ese estudio fue estratificada en tres niveles socioeconómicos: alto, medio y bajo, en función de las características edilicias de las viviendas y de los ingresos, ocupaciones y del nivel educativo de sus ocupantes.

Para estimar la demanda de agua potable, en esa oportunidad, se les presentaron a los usuarios diferentes alternativas de consumos y pagos. Estas opciones fueron estructuradas sobre la base de una tarifa de agua potable, aprobada por OSMSE pero no utilizada, equivalente a 40,59 Australes por  $m^3$ . Luego se procedió a comparar la respuesta obtenida por parte de los entrevistados, con el consumo efectivo realizado por ellos bajo el sistema catastral. Esto se pudo llevar adelante debido a que los medidores, si bien se encontraban instalados y funcionando, no eran utilizados para calcular la tarifa; en ese sentido, puede decirse que sólo actuaban como indicadores del caudal consumido. Bajo este escenario, y conjuntamente con las alternativas propuestas en las encuestas, fue posible comparar el consumo de agua (dato extraído de la lectura del medidor) efectuado bajo el sistema de canilla libre, con el consumo que correspondería si rigiera la tarifa medida. Esta comparación permitió estimar dos puntos de la función de demanda: uno determinando a través de la cantidad consumida cuando el precio es cero (situación vigente con tarifa catastral) y otro derivado de los cambios en las conductas de consumo cuando se enfrenta una tarifa volumétrica tal como la que proponía OSMSE. Finalmente, interpolando estos datos, los autores del trabajo del INA-CELA estimaron una relación funcional entre consumo y precio por  $m^3$  de agua. En síntesis, de la comparación entre el pago vigente a canilla libre y el consumo actual (dato obtenido de la lectura del medidor), resultó posible determinar un punto tal como A – representado en la Figura 2– donde la cantidad consumida ascendía a  $X_1^{CP}$  cuando la tarifa volumétrica era 0, y otro punto tal como B, en el cual se asumía un pago volumétrico de 40,59 Australes por  $m^3$  (si se pusiera en vigencia la tarifa medida, de acuerdo a lo estipulado por la empresa proveedora del servicio) y la cantidad que se consumiría (surgida por elección del usuario sobre el consumo),  $X_0^M$ , si tuviera que enfrentar ese precio por  $m^3$ . De esta manera en el estudio realizado, fue posible conocer dos puntos de la curva de demanda e inferir la función que relaciona los precios con las cantidades consumidas para cada encuestado.



**Figura 2.** Representación de la estimación de la función de demanda de agua potable

El estudio realizado por el INA-CELA contempló la estratificación de la población sobre la base de los ingresos, ocupaciones y educación de los encuestados, así como también, de las características edilicias de sus inmuebles. A través de estas cuatro dimensiones, se infirió la pertenencia de los usuarios encuestados a un determinado nivel socioeconómico, lo cual permitió estimar la demanda para usuarios del estrato alto, medio y bajo de la población y, desde éstas, calcular una función de demanda promedio para todos los usuarios. A través de técnicas de muestro con rigurosidad estadística, se realizaron 2217 encuestas, de las cuales 765 (34,5%) correspondían al estrato alto de la población, 1161 (52,5%) al estrato medio y 291 (13%) al estrato bajo. Las encuestas fueron efectuadas por medio de barridos paulatinos en zonas de los departamentos de Godoy Cruz, Guaymallén y la 5° y 6° zona del departamento Capital de la provincia de Mendoza. Luego, y partiendo de los resultados derivados de estos grupos muestrales, se infirió estadísticamente el análisis para todo el grupo poblacional.

Teniendo en cuenta el precio relevante de ese momento –40,59 Australes por m<sup>3</sup>– (julio de 1989), se estimaron mediante técnicas econométricas, funciones de demanda de agua potable para cada estrato poblacional y una para el promedio de todos los usuarios de agua potable para el Gran Mendoza. Los resultados obtenidos se muestran a continuación.

1. Usuarios de nivel socioeconómico alto:

Consumo mensual a precio cero (CM<sub>0</sub>): 52,53 m<sup>3</sup>/mes

Consumo mensual a 40,59 Australes / m<sup>3</sup> (CM<sub>1</sub>): 40,89 m<sup>3</sup>/mes

Función de demanda:  $P_{1989} = 183,17 - 3,48q$  (2)

2. Usuarios de nivel socioeconómico medio:

Consumo mensual a precio cero (CM<sub>0</sub>): 35,1 m<sup>3</sup>/mes

Consumo mensual a A 40,59 / m<sup>3</sup> (CM<sub>1</sub>): 27,35 m<sup>3</sup>/mes

$$\text{Función de demanda: } P_{1989} = 184,07 - 5,24q \quad (3)$$

3. Usuarios de nivel socioeconómico bajo:

Consumo mensual a precio cero ( $CM_0$ ): 29,67 m<sup>3</sup>/mes

Consumo mensual a A 40,59 / m<sup>3</sup> ( $CM_1$ ): 13,19 m<sup>3</sup>/mes

$$\text{Función de demanda: } P_{1989} = 185,84 - 6,26q \quad (4)$$

4. Usuario promedio de toda la muestra:

Consumo mensual a precio cero ( $CM_0$ ): 35,52 m<sup>3</sup>/mes

Consumo mensual a A 40,59 / m<sup>3</sup> ( $CM_1$ ): 27,69 m<sup>3</sup>/mes

$$\text{Función de demanda: } P_{1989} = 184,13 - 5,18q \quad (5)$$

Siendo las Ecuaciones (2, 3, 4 y 5) las funciones que relacionan los precios por m<sup>3</sup> vigentes en julio de 1989 ( $P_{1989}$ ) –expresados en Australes– con las cantidades de agua potable expresadas en m<sup>3</sup> (q) que los usuarios de cada estrato (y el usuario promedio) desean consumir.

### *Zona de estudio*

El área de estudio comprende las zonas del Gran Mendoza donde la empresa AySaM –Agua y Saneamiento Mendoza– (ex Obras Sanitarias Mendoza SA) se encarga de la cobertura del servicio de agua potable. El estudio se desarrolla analizando datos estadísticos del año 1989.

### *Objetivo*

El objetivo general es el actualizar las funciones de demanda por el servicio de agua potable para la población de Gran Mendoza partiendo desde estimaciones realizadas en el año 1989, expresadas en Australes, y ajustarlas a Pesos del año 2012. Constituyen objetivos específicos el (i) proponer un instrumento económico capaz de enviar a la sociedad, señales relativas a la verdadera escasez del agua, al tiempo que se constituya en una herramienta para el uso racional del recurso, el direccionamiento de la expansión territorial y los adecuados usos del suelo; (ii) brindar una herramienta para facilitar la toma de decisiones de los organismos de gestión en áreas de desarrollo humano y ordenamiento territorial; y (iii) contribuir con la generación de políticas públicas de carácter estratégico.

### *Hipótesis*

Desde la metodología sugerida por el Banco Central de la República Argentina, utilizando la serie histórica del Índice de Precios al Consumidor (IPC) publicada periódicamente por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC), es posible ajustar funciones de demanda expresadas en signos monetarios diferentes y

actualizarlas, sin que ello implique perder la nobleza de su ajuste, su calidad explicativa y la posibilidad de utilizarla en análisis económicos rigurosos y objetivos.

## METODOLOGÍA

El presente trabajo se apoya en información captada por entrevistas realizadas en el año 1989 a través de los resultados de la Encuesta de Hogares para el Mejoramiento del Servicio de Agua Potable (INA-CELA, 1989), y utiliza la estimación de la función de demanda allí presentada. Por ello, resulta necesario ajustar y actualizar los datos para captar los efectos de los procesos inflacionarios y del cambio de signo monetario ocurrido en ese lapso de tiempo (Austral por Peso, en 1991).

Estos ajustes fueron realizados a través de la metodología sugerida por el Banco Central de la República Argentina, utilizando la serie histórica del Índice de Precios al Consumidor (IPC) publicada periódicamente por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC). Está compuesto por bienes y servicios clasificados en capítulos: (1) Alimentos y Bebidas, (2) Indumentaria, (3) Vivienda, (4) Equipamiento y Servicios del Hogar, (5) Salud, (6) Transporte y Comunicaciones, (7) Esparcimiento, (8) Educación, y (9) Bienes y Servicios Varios.

Un Índice de Precios es un indicador que tiene por objeto medir las variaciones, a través del tiempo, en los precios de un conjunto definido de bienes y servicios. En todos los casos, se refiere a un período base, generalmente el año en que se determina la estructura de ponderaciones del índice teniendo en cuenta la importancia relativa de cada uno de los bienes y/o servicios que incluye esa estructura. Para dar cuenta de las variaciones de los precios, se le asigna al índice del año base el número 100. Esto significa que cada índice mensual expresará la relación entre los precios relevados ese mes y los promedios vigentes en el año base.

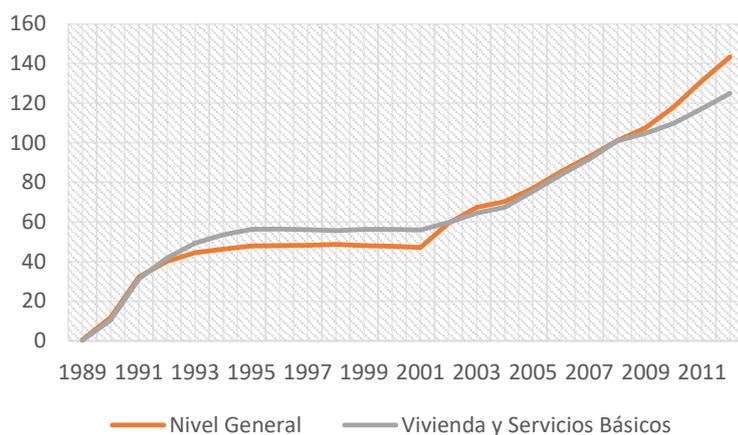
Para el correcto uso del IPC para actualizar valores, debe tenerse presente que, al modificar la base de un índice se produce una ruptura en la continuidad de la serie, que desde el punto de vista teórico no admite solución cuando la modificación responde a alguno de los niveles citados. La ruptura significa que el nuevo índice de precios posee una representatividad cualitativamente diferente del anterior. No obstante, el INDEC aplica un procedimiento que se denomina “empalme” y que permite unir ambas series. Los empalmes se desarrollan, habitualmente, para el máximo nivel de agregación de los índices, es decir para el Nivel General y sus principales aperturas. No obstante, según INDEC (2002), para algunas aplicaciones es importante recordar que, al utilizar un número índice empalmado, existirán diferencias de representatividad en las series que lo componen. Por este motivo, en el presente trabajo se actualizarán valores al año 2012, para permitir utilizar la misma canasta de bienes que rigió durante el período bajo estudio y evitar estas problemáticas.

La Tabla 1 y la Figura 3, muestran la serie histórica del Índice de Precios al Consumidor (IPC), tanto para el Nivel General como para el capítulo correspondiente al Índice de Vivienda y Servicios Básicos. Éste último

índice será el utilizado para efectuar el proceso de actualización de las funciones de demanda de agua potable, en virtud a su afinidad con las variables bajo análisis. Se muestran los datos publicados por el INDEC, en términos anuales, para el período 1989 a 2012.

**Tabla 1.** Serie histórica del Índice de Precios al Consumidor (IPC), Nivel General y Capítulo Vivienda y Servicios Básicos publicados por el INDEC. Serie 1989 – 2012.

Año	Nivel General	Vivienda y Servicios Básicos
1989	0,4912498124	0,3634859137
1990	11,8585876750	10,4662649417
1991	32,2164266667	31,2636150000
1992	40,2383008333	41,7820925000
1993	44,5081933333	49,3912508333
1994	46,3674508333	53,5570150000
1995	47,9328616667	56,2298133333
1996	48,0074825000	56,3896266667
1997	48,2612441667	56,0610483333
1998	48,7074991667	55,6004375000
1999	48,1392400000	56,3147000000
2000	47,6871608333	56,2535833333
2001	47,1790525000	55,9710591667
2002	59,3835875000	59,6690000000
2003	67,3666083333	64,4768416667
2004	70,3415083333	67,3430416667
2005	77,1241166667	75,4204083333
2006	85,5279000000	83,8055166667
2007	93,0830666667	91,6964416667
2008	101,0736666667	100,9828833333
2009	107,5327272727	104,8116666667
2010	117,9600000000	109,7450000000
2011	131,2460000000	117,1070000000
2012	143,3275000000	124,8988166667



**Figura 3.** Serie histórica del Índice de Precios al Consumidor (IPC), Nivel General y Capítulo Vivienda y Servicios Básicos publicados por el INDEC. Serie 1989 – 2012.

Para el logro del objetivo de este trabajo, se toma el capítulo del IPC referido al índice de variación de los precios en Vivienda y Servicios Básicos – $IPC^{VySB}$ –, ya que refleja de modo más específico las variaciones del servicio de provisión de agua potable. Esta información se sintetiza para los años de interés, en la Tabla 2. Se aprecia que  $IPC^{EySB}_{1989}$  es igual a 0,3634, mientras que el  $IPC^{VySB}_{2012}$  es igual a 124,8988.

**Tabla 2.** Índice de Precios al Consumidor para los años 1989 y 2012. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos

Índice de Precios al Consumidor Rubro Vivienda y Servicios Básicos – $IPC^{VySB}$ –	
Año	Índice
1989	0,3634
2012	124,8988

Metodológicamente, para actualizar “hacia adelante” un determinado valor hay que multiplicar la cifra que se desea actualizar por el número índice del año (o período) al que se quiere llevar ese monto. El producto se divide por el número índice del año (o período) en el que se encuentra expresado originalmente el monto. Además, dado que en el año 1991 fue sancionada la Ley de Convertibilidad que, además de fijar el tipo de cambio a la moneda estadounidense, produjo una modificación en el signo monetario. El Austral, moneda de curso legal en la Argentina vigente desde 1985, fue reemplazado por el Peso en el año 1992, luego de un agudo proceso hiperinflacionario que deterioró significativamente el valor de la moneda. La paridad para efectuar el cambio monetario fue fijada en ese momento por las Autoridades Monetarias del Banco Central de la República Argentina en  $A10.000 = \$1 = USD1$ . Por ello, es necesario al actualizar, dividir las cifras expresadas en Australes por 10.000 para transformarlas a Pesos.

Tomando en cuenta los anteriores comentarios, las funciones de demanda por el servicio de agua potable estratificada y expresada en términos de Australes del año 1989, pueden actualizarse a pesos del 2012. La actualización se efectúa al año 2012, por ser el año previo al cambio metodológico para el cálculo del IPC. El mecanismo de ajuste se explicita en la Ecuación (6), la cual se abastece con los datos de la Tabla 2 y, además, tiene en cuenta el cambio de signo monetario anteriormente explicitado.

$$\frac{(D_{1989})}{10.000} \cdot \frac{IPC^{VySB}_{2012}}{IPC^{VySB}_{1989}} \quad (6)$$

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con este ajuste es posible actualizar las funciones de demanda del año 1989 y expresarlas en precios del año 2012, siendo estas expresiones las que relacionan los precios por m<sup>3</sup> con las cantidades de agua potable en m<sup>3</sup> (q) que los usuarios de cada estrato (y el usuario promedio) desean consumir. El supuesto que se realiza al reconstruir las demandas luego de un largo período de tiempo, es que los gustos, las preferencias y los demás factores que inciden en las decisiones de consumo se han mantenido invariantes desde ese momento. En caso de pretender ajustar la rigurosidad de los resultados, verificar la existencia de posibles cambios en la estructura de preferencias de los consumidores y contar con los recursos suficientes, sería recomendable efectuar estudios que minimicen la limitante comentada.

En la Tabla 3, se resumen los datos de las funciones de demanda de agua potable, estratificadas y promedio, calculadas en el trabajo del INA-CELA para el año 1989 y extraídas desde las Ecuaciones (2, 3, 4 y 5), mientras que la Tabla 4 muestra estos resultados ajustados por IPC<sup>VySB</sup> para el año 2012. Estos últimos datos, fueron estimados a través de la metodología propuesta por el Banco Central de la República Argentina, a través del Índice de Precios al Consumidor elaborado por el Instituto Nacional de Estadística y Censo, demostrando que es posible actualizar las funciones de demanda de agua potable, estratificadas y promedio, para los usuarios del Gran Mendoza.

**Tabla 3.** Datos de la función de demanda de agua potable, estratificada y promedio, para el año 1989

Año 1989	Estratos			Promedio
	Alto	Medio	Bajo	
Ordenada	183,17	184,07	185,84	184,13
Pendiente	-3,48	-5,241	-6,234	-5,18

Abscisa	52,63	35,12	29,65	35,54
---------	-------	-------	-------	-------

**Tabla 4.** Datos de la función de demanda de agua potable, estratificada y promedio, para el año 2012

Año 2012	Estratos			Promedio
	Alto	Medio	Bajo	
Ordenada	6,294	6,325	6,385	6,327
Pendiente	-0,120	-0,180	-0,215	-0,178
Abscisa	52,63	35,12	29,65	35,54

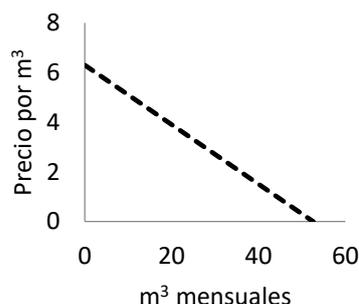
Desde estos datos ajustados, contenidos en la tabla anterior, es posible reconstruir las funciones de demanda de agua potable poblacional y promedio, tal como muestran las Ecuaciones (7, 8, 9 y 10), expresadas en pesos del año 2012.

1. Usuarios de nivel socioeconómico alto:

$$\text{Función de demanda: } P_{1989} = 183,17 - 3,48q$$

$$\text{Ajuste de la función de demanda: } P_{2012} = 6,294 - 0,120q \quad (7)$$

La forma funcional lineal de la demanda por el servicio de agua potable para el estrato socioeconómico alto de la población del Gran Mendoza, ajustada según la metodología propuesta y expresada en pesos del año 2012, es representada en la Figura 3. Siendo esta expresión la función que relaciona los precios por m<sup>3</sup> con las cantidades de agua potable en m<sup>3</sup> (q) que los usuarios promedio desean consumir.



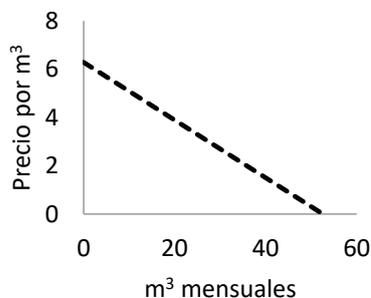
**Figura 3.** Función de demanda por el servicio de agua potable del estrato socioeconómico alto de la población del Gran Mendoza, en precios del año 2012

2. Usuarios de nivel socioeconómico medio:

$$\text{Función de demanda: } P_{1989} = 184,07 - 5,24q$$

$$\text{Ajuste de la función de demanda: } P_{2012} = 6,325 - 0,180q \quad (8)$$

La forma funcional lineal de la demanda por el servicio de agua potable para el estrato socioeconómico medio de la población del Gran Mendoza, ajustada según la metodología propuesta y expresada en pesos del año 2012, es representada en la Figura 4. Siendo esta expresión la función que relaciona los precios por m<sup>3</sup> con las cantidades de agua potable en m<sup>3</sup> (q) que los usuarios promedio desean consumir.



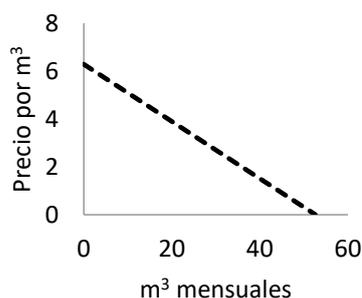
**Figura 4.** Función de demanda por el servicio de agua potable del estrato socioeconómico medio de la población del Gran Mendoza, en precios del año 2012

3. Usuarios de nivel socioeconómico bajo:

Función de demanda:  $P_{1989} = 185,84 - 6,26q$

Ajuste de la función de demanda:  $P_{2012} = 6,385 - 0,215q$  (9)

La forma funcional lineal de la demanda por el servicio de agua potable para el estrato socioeconómico bajo de la población del Gran Mendoza, ajustada según la metodología propuesta y expresada en pesos del año 2012, es representada en la Figura 5. Siendo esta expresión la función que relaciona los precios por m<sup>3</sup> expresados en precios del año 2012, con las cantidades de agua potable en m<sup>3</sup> (q) que los usuarios promedio desean consumir.



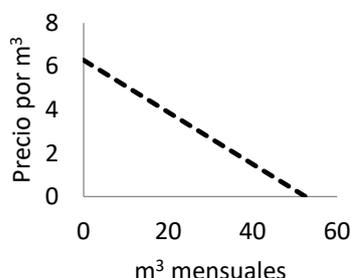
**Figura 5.** Función de demanda por el servicio de agua potable del estrato socioeconómico bajo de la población del Gran Mendoza, en precios del año 2012

4. Usuario promedio de toda la muestra:

Función de demanda:  $P_{1989} = 184,13 - 5,18q$

Ajuste de la función de demanda:  $P_{2012} = 6,327 - 0,178q$  (10)

La forma funcional lineal de la demanda por el servicio de agua potable para el promedio de la población del Gran Mendoza, ajustada según la metodología propuesta y expresada en pesos del año 2012, es representada en la Figura 6. Siendo esta expresión la función que relaciona los precios por m<sup>3</sup> expresados en precios del año 2012, con las cantidades de agua potable en m<sup>3</sup> (q) que los usuarios promedio desean consumir.



**Figura 6.** Función de demanda por el servicio de agua potable del promedio de la población del Gran Mendoza, en precios del año 2012

## CONCLUSIONES

Las demandas de agua potable estratificada y promedio, expresada en Australes del año 1989, se actualizó a valores del año 2012 (año previo a un cambio metodológico en la construcción del Índice de Precios al Consumidor (General y Vivienda y Servicios Básicos). La bondad del ajuste efectuado para las funciones de demanda puede ser verificada calculando el valor del área por debajo de las funciones estratificadas y promedio de ambos años, y luego actualizar el valor obtenido en el año 1989 y compararlo con el que se obtuvo para 2012. Si el ajuste es preciso, la comparación debe arrojar resultados idénticos. Para ello, en primer lugar se debe efectuar el producto entre la ordenada y la abscisa al origen y dividir el resultado obtenido en dos. Estos cálculos son mostrados en la Tabla 5.

**Tabla 5.** Área por debajo de la función de demanda, para cada estrato y promedio, año 1989 y 2012

Estrato Alto		Estrato Medio		Estrato Bajo		Promedio	
1989	2012	1989	2012	1989	2012	1989	2012
4820,12	165,63	3232,27	111,07	2755,08	94,66	3271,99	112,43

En segunda instancia, se debe verificar si los valores obtenidos para el año 1989, al ser ajustados mediante la metodología de  $IPC^{VysB}$  -Ecuación (6)- arrojan los mismos resultados que los evidenciados en la tabla anterior, para el año 2012. Estos cálculos se efectúan en las Ecuaciones (11, 12, 13 y 14) para el estrato alto, medio, bajo y promedio, respectivamente.

$$\text{Estrato Alto} \quad \frac{3,4803}{10.000} \cdot \frac{124,89}{0,3434} = 0,11958 \quad (11)$$

$$\text{Estrato Medio} \quad \frac{5,2411}{10.000} \cdot \frac{124,89}{0,3434} = 0,18009 \quad (12)$$

$$\text{Estrato Bajo} \quad \frac{6,2677}{10.000} \cdot \frac{124,89}{0,3434} = 0,21534 \quad (13)$$

$$\text{Promedio} \quad \frac{5,1809}{10.000} \cdot \frac{124,89}{0,3434} = 0,17802 \quad (14)$$

Los resultados obtenidos en las Ecuaciones anteriores, derivados de actualizar el área por debajo de las funciones de demanda del año 1989, resultan ser idénticos a los valores calculados en la Tabla 5 para la función de demanda estratificada y promedio del año 2012. Lo anterior demuestra que el proceso de actualización realizado es adecuado y, por lo tanto, las funciones de demanda calculadas en el artículo, expresadas en pesos del año 2012, resultan adecuadas para ser utilizadas en el análisis económico del sector vinculado con el consumo de agua potable.

## REFERENCIAS

Asociación de Entes Reguladores de Agua Potable y Saneamiento de las Américas –ADERASA– (2010). Grupo Regional de Trabajo de Benchmarking (GRTB). Informe Anual 2010.

Agthe, D., Billings B., Dobra J. y Raffiee L. (1986). A Simultaneous Equation Demand Model for Block Rates. *Water Resources Research*, 22 (1), 11-28.

Comellas, E. (2014). Sistemas tarifarios alternativos para el cobro del agua potable. (Tesis de Maestría en Gestión Integrada de los Recursos Hídricos, inédita). Facultad de Ciencias Económicas. Universidad Nacional de Cuyo.

Comellas E. y Duek, A. (2012). La naturaleza del agua y el diseño de instrumentos económicos para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos. En el I° Encuentro de Profesional en Formación en Recursos Hídricos. Fecha de consulta: 14 de mayo de 2013. Disponible en [http://www.ina.gov.ar/pdf/ifrrhh/01\\_005\\_Duek.pdf](http://www.ina.gov.ar/pdf/ifrrhh/01_005_Duek.pdf).

Cosgrove, W. y Rijsberman F. (2000). Making Water Everybody's Business. En World Water Council. Trabajos presentados (p. 7-15)

Danielson, L.E., (1979), An analysis of Residential Demand for Water Using Micro Time-Series Data. *Water Resources Researches*, v.15, n.4, pp. 763-767.

Ferrés, C. (1989). Estudio del efecto de la percolación de los líquidos residuales domiciliarios sobre la calidad del agua subterránea en el área del acuífero libre de Mendoza. En Centro Regional de Agua Subterránea, Secretaría de Ciencia y Técnica.

Frank, Robert (1999). *Microeconomía y Conducta*. McGraw-Hill, 2° Edición. Madrid, España.

Gibbs, K., (1978) Price Variable in Residential Water Demand Models. *Water Resources Research*, v.14, n.1, pp, 15-18.

Howe, C. y Lineweaver, F. (1967). The impact of price on residential water demand and its relation to system design and price structure. *Water Resources Research*, 3 (1), 13-32.

Instituto Nacional del Agua, Centro de Economía, Legislación y Administración, (1992). Determinación de las demandas por el servicio de agua potable en el Gran Mendoza. Documento de trabajo interno no publicado. Mendoza, Argentina.

Instituto Nacional de Estadística y Censos. Serie histórica del Índice de Precios al Consumidor (IPC). Nivel general y capítulos de la canasta. En [www.indec.gov.ar](http://www.indec.gov.ar)

Instituto Nacional de Estadística y Censos (2002). ¿Cómo usar un índice de precios? En [www.indec.mecon.gov.ar](http://www.indec.mecon.gov.ar)

Leiva, J.C., Espizúa, L. E., Iturraspe, R., Masiokas, M., Norte, F. A. y Villalva, R. (2006). Los glaciares argentinos y el clima de los siglos XX y XXI. Informe Nacional presentado a la Asociación Internacional de Hidrología Científica – IAHS– para la XXIV Asamblea General de la Unión Geodésica y Geofísica Internacional –UGGI– Perugia, Italia.

Llop, A. (2000). Demanda y Tarifas en el Sector Agua Potable y Saneamiento. En Regulación de los Servicios de Agua y Saneamiento, Fundación Prebisch, Universidad Nacional de San Martín.

Renwick, M. y Archibald, S. (1998). Demand Side Management Policies for Residential Water Use: Who Bears the Conservation Burden? *Land Economics*, 74 (3), 343-359.

Universidad Nacional de Cuyo (2003). Diagnóstico físico-ambiental para el Marco Estratégico de la Provincia de Mendoza. Argentina: Editorial Universidad Nacional de Cuyo.

Villalba R. Y Boninsegna, J. (2010). La oferta hídrica en los oasis de riego de Mendoza y San Juan en escenarios de Cambio Climático. En Plan Estratégico para Mendoza 2030: Los escenarios de Cambio Climático y el impacto en los caudales.