

## **Beneficios sociales de la mejora en la calidad del agua: una aproximación a partir de los costes defensivos en los hogares\***

JESÚS BARREIRO HURLÉ (\*) y LUIS PÉREZ Y PÉREZ (\*\*)

(\*) *Área de Economía y Sociología Agrarias (AES), Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera (IFAPA), Junta de Andalucía, Apdo. de Correos 2.027. 18.080 Granada.*

(\*\*) *Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria (CITA). Gobierno de Aragón. Apdo. de Correos 727. 50.080 Zaragoza.*

E-mails: (\*) [jesus.barreiro.ext@juntadeandalucia.es](mailto:jesus.barreiro.ext@juntadeandalucia.es) - (\*\*) [luis.perez@unizar.es](mailto:luis.perez@unizar.es)

### RESUMEN

La calidad del agua es un problema en numerosos núcleos urbanos. Aunque en las ciudades españolas el agua para abastecimiento cumple los requisitos legales mínimos, en algunas ocasiones su negativa percepción social provoca que los ciudadanos adopten comportamientos defensivos. La teoría económica preconiza que los costes defensivos que soportan los ciudadanos pueden considerarse beneficios ligados a la mejora de la calidad. Este es el caso de la ciudad de Zaragoza que utiliza aún infraestructuras de abastecimiento que datan del siglo XVIII. En la actualidad se está llevando a cabo un proyecto de renovación de infraestructuras que mejorará la calidad del agua. De este proyecto se conocen sus costes pero se desconocen los beneficios sociales que puede proporcionar. A partir de los datos de una encuesta a los hogares se ha procedido a estimar el valor de estos beneficios para determinar la rentabilidad social del proyecto. Se han estimado tanto valores puntuales como funciones de valor para tres comportamientos defensivos. Los resultados confirman la alta rentabilidad social de esta actuación pública.

*Palabras clave:* Calidad del agua, abastecimiento urbano, método de costes defensivos

### ABSTRACT

#### **Social benefits of water quality improvement: an evaluation of the averting cost method in households**

Water quality is a problem in many urban centres. Though in Spanish cities water supply fulfils the minimal legal requirements, in some occasions, its negative social perception induces citizens to adopt defensive behaviours. The economic theory advocates that defensive costs supported by citizens can be considered as benefits linked to quality improvement. This is the case of Zaragoza where supply infrastructures dated from the 18th century are still being used. At present, a project is being developed to change infrastructures and improve water quality. The financial costs of this project are already known, however, the corresponding social benefits are unknown. The value of these benefits has been estimated by a survey of households on the social profitability of this project. Precise values as well as value functions have been evaluated for three defensive behaviours. Results confirm the high social profitability of this public intervention.

*KeyWords:* Water quality, urban water supply, averting costs method

\*Los autores agradecen los comentarios y sugerencias de los dos evaluadores que han mejorado notablemente la versión original del trabajo y a FUNDEAR la ayuda a la investigación sobre economía aragonesa recibida en la convocatoria de 2004.

JEL classification: D61, I38, Q25, Q51.

---

Artículo recibido en abril de 2005 y aceptado para su publicación en diciembre de 2005.

Artículo disponible en versión electrónica en la página [www.revista-eea.net](http://www.revista-eea.net), ref.: e-24108.

## 1. INTRODUCCIÓN

La calidad del agua de abastecimiento para consumo humano es un problema ambiental de primer orden, no sólo en países en vías en desarrollo (OMS-UNICEF, 2000), sino también en el contexto de la Unión Europea (EEA, 2003). En la mayoría de los núcleos urbanos españoles la calidad del agua para abastecimiento cumple los requisitos mínimos legales (OCDE, 2004). Sin embargo, en algunas ocasiones, la negativa percepción social sobre su calidad<sup>1</sup> provoca que los ciudadanos adopten comportamientos defensivos para tratar de mejorar su nivel de bienestar. Además, los ciudadanos no pueden elegir el nivel de calidad del agua que consumen, y el precio que pagan por la misma no se determina por la interacción entre la oferta y la demanda, sino que se fija administrativamente. Por tanto, para evaluar y tratar de cuantificar los beneficios sociales derivados de la mejora en la calidad del abastecimiento tampoco se pueden utilizar los precios que actualmente pagan los hogares por el agua que consumen.

La mejora de la calidad del agua supone múltiples beneficios para la sociedad, tanto desde el punto de vista de los consumidores, como para las empresas que usan el agua como *input*, como para el medio ambiente en general (Whitehead y Van Houtven, 1997). Siguiendo la tipología del valor económico total (Turner, 1999, Azqueta, 2002), en este trabajo se valora uno de sus componentes, el valor de uso para los hogares, mediante la aplicación del método de los costes defensivos. Así, los beneficios derivados de la mejora de la calidad del agua pueden asimilarse al ahorro que supondría para las familias la disminución de su consumo de agua embotellada o el tiempo y el capital invertidos en abastecimientos alternativos (instalación de filtros de agua, recogida de agua en manantiales, etc.). Estos gastos se consideran defensivos frente a la baja calidad del agua en los hogares y cuya mejora haría que se redujesen o incluso desaparecieran, incrementando así la renta disponible en los hogares.

En 1998 la Confederación Hidrográfica del Ebro decidió iniciar un proyecto de “Abastecimiento de agua a Zaragoza y corredor del Ebro” con el objetivo de traer directamente agua de alta calidad desde el Pirineo hasta Zaragoza. Su definitiva puesta en marcha supondrá mejorar el agua en los hogares pasando de la clasificación actual de “aceptable” el 35 por cien del tiempo de suministro; de “baja” calidad el 50 por cien y de “muy baja” calidad el 15 por cien restante, a otra donde el 80 por cien del tiempo Zaragoza tendrá agua de “muy buena” calidad y calidad “aceptable” el 20 por cien restante (OPH-CHE, 2004)<sup>2</sup>. El proyecto tiene un coste estimado de 220 millones

---

<sup>1</sup> Por ejemplo, en la ciudad de Zaragoza un 62,2 por cien de los ciudadanos consideran que el sabor del agua del grifo es manifiestamente mejorable (Arbués y Barberán, 2003, Blasco y Baringo, 2005)

<sup>2</sup> Sería faltar a la verdad decir que este proyecto está exento de polémica. Existen posiciones

de €, afecta a más de 700.000 personas y su finalización, inicialmente fijada en 2001, está planeada para finales del 2006. Respecto a los beneficios asociados al proyecto, su cálculo es un proceso más complejo al carecer el agua de un precio que se determine en un mercado competitivo, por lo que se hace necesario la aplicación de otros métodos para cuantificar su valor. Este es precisamente el objetivo de este trabajo: estimar los beneficios sociales de la mejora de la calidad del agua de abastecimiento doméstico. El resto del trabajo se articula como sigue: tras esta introducción, en el apartado segundo se presenta el marco teórico con los fundamentos del método de los costes defensivos que se utiliza para valorar los beneficios sociales. En el apartado tercero se describen las características principales de la aplicación llevada a cabo para y se presentan los principales resultados de la aplicación empírica. El trabajo finaliza con unas conclusiones que consideran la robustez de los resultados y las implicaciones que se pueden derivar de los mismos.

## 2. EL MARCO TEÓRICO

### 2.1. El modelo básico de los costes defensivos

El método de los costes defensivos está basado en las preferencias reveladas de los individuos y se centra en la observación de un mercado relacionado donde se está valorando de manera indirecta un bien sin mercado. En este sentido, este método se enmarca en la misma categoría que otros métodos ampliamente utilizados en la economía ambiental, como el método del coste de viaje o el de los precios hedónicos (Azqueta, 2002). Este método permite estimar una cota inferior del componente del valor de uso de la calidad del agua y una de sus principales ventajas es que “la lógica de la cual deriva el método así como su forma de aplicación es más accesible para los no economistas que otras metodologías” (Abdalla, 1994).

La hipótesis básica del método es que ante bajos niveles de calidad del agua de abastecimiento, los consumidores eligen sus combinaciones de consumo de bienes con el objetivo de maximizar su bienestar (Cropper y Oates, 1992). Estas combinaciones incluyen algunos gastos para mejorar la calidad del agua que se denominan gastos defensivos. Desde el punto de vista teórico y ante un aumento no marginal de la calidad del agua, los gastos defensivos que se evitarían manteniendo el nivel de utilidad constante son la medida correcta de la disposición a pagar por conseguir una mejora de la calidad del agua. Esta medida es difícilmente calculable por tres razones:

---

encontradas en relación con la necesidad de recrecer el embalse de Yesa; sobre la necesidad real de mejorar la fuente de abastecimiento o la de cambiar los tratamientos dados al agua que actualmente se utiliza. Para obtener una visión de la polémica se puede consultar FNCA (2004).

en primer lugar, los cambios en los gastos defensivos no mantienen necesariamente constante el nivel de utilidad. En segundo lugar, es necesario el conocimiento previo de la función de utilidad de los hogares. Por último, el comportamiento defensivo estudiado debe ser el único que varía cuando varía el nivel de calidad del agua.

Sin embargo, Bartik (1988) demostró que, aun no cumpliéndose estos requisitos, la variación en los gastos defensivos permite obtener una cota superior a la medida teóricamente correcta ante mejoras en la calidad. Para que ello sea factible es necesario que se cumplan tres condiciones: las medidas defensivas deben de ser sustitutivos perfectos del aumento de la calidad del agua y no tener más valor que disminuir los efectos de la mala calidad; no deben existir costes de ajuste significativos asociados a cambiar el nivel de gasto defensivo, y el nivel de calidad debe de poder ser modificado de manera exógena por la administración (Bartik, 1988).

El modelo básico de elección del consumidor, siguiendo la exposición que de Bartik (1988) hacen Wu y Huang (2001), asume que la función de utilidad de un hogar tipo tiene como atributos el consumo de cierta cantidad de agua  $C$  con un nivel de calidad  $Q$  y el resto de bienes y servicios  $Z$ .

$$U(C, Z) \quad [1]$$

Así mismo se asume que el precio de  $Z$  está normalizado a 1 y el precio de  $C$  es  $P(Q)$ . Para un nivel de renta dado  $Y$ , la restricción presupuestaria de los hogares viene dada por

$$Y = Z + CP(Q) \quad [2]$$

$CP(Q)$  representa el gasto defensivo para un determinado nivel de calidad y lo denominaremos  $DEFEN$ . El problema de maximización de la utilidad bajo la restricción [2] puede formularse como:

$$\begin{aligned} &\text{Maximizar } U = U(C, Z) \\ &\text{sujeto a } Y = Z + CP(Q) = Z + DEFEN \end{aligned} \quad [3]$$

Las cantidades óptimas de  $C$  y  $Z$ , denominadas  $C^*$  y  $Z^*$ , se obtienen de resolver el problema de optimización como:

$$C^* = C(P(Q), Y) \quad [4]$$

$$Z^* = Z(P(Q), Y) \quad [5]$$

Donde las cantidades óptimas son función de  $P(Q)$  y de  $Y$ . La función indirecta de utilidad es función también de estos dos argumentos y se define como:

$$V(Q, Y) \quad [6]$$

Para mantener constante el nivel de utilidad, el efecto de un cambio en el nivel de calidad del agua puede ser obtenido de la derivada parcial de [6]

$$\frac{dV}{dQ} = \frac{\partial V}{\partial Y} \frac{dY}{dQ} + \frac{\partial V}{\partial P} \frac{dP}{dQ} \quad [7]$$

Reorganizando la expresión [7] y utilizando la identidad de Roy, el efecto del cambio de la calidad del agua sobre la renta es equivalente a la disposición a pagar (DAP) por dicho cambio. El efecto puede ser expresado como:

$$\left. \frac{-dY}{dQ} \right|_{\Delta V=0} = -C^* \frac{dP}{dQ} = DAP \quad [8]$$

Por su parte, el efecto del cambio en la calidad del agua sobre los gastos defensivos se calcula derivando  $DEFEN = CP(Q)$  :

$$\frac{dDEFEN}{dQ} = C \frac{dP}{dQ} + P \frac{dC}{dQ} \quad [9]$$

El primer término de la parte derecha de la ecuación [9] es la DAP por el cambio en la calidad. El segundo término es el gasto debido al cambio en la demanda de cantidad de agua. Por lo tanto, bajo las condiciones de  $dP/dQ < 0$  y  $dC/dQ > 0$  y la no negatividad de  $C$  y  $P(Q)$ , la relación entre el cambio en los gastos defensivos y la DAP por un cambio en la calidad del agua puede expresarse como:

$$\frac{-dDEFEN}{dQ} = DAP - P \frac{dC}{dQ} \quad [10]$$

La ecuación [10] indica que la diferencia entre la DAP y el cambio en los gastos defensivos debidos a un cambio en la calidad del agua es menor que la DAP. Es decir, el valor absoluto del cambio en los gastos defensivos es un límite inferior al valor de la DAP.

## 2.2. La decisión de tomar o no comportamientos defensivos

El primer modelo que se ha estimado es el de la decisión de tomar o no medidas defensivas con respecto a la calidad del agua en los hogares. La variable dependiente es una combinación de las respuestas a las cuatro preguntas sobre comportamientos

defensivos referidas a la instalación de filtros, hervir el agua, tomar agua de manantiales o fuentes y comprar agua mineral. Si en un determinado hogar se lleva a cabo al menos uno de estos comportamientos<sup>3</sup> se considera que la variable *DEFEN* toma el valor uno y cero en el caso contrario.

Para analizar los factores que afectan significativamente la toma de medidas defensivas se asume un modelo de elección binaria, donde recordamos que  $Y_i$  es la decisión de tomar medidas defensivas que toma valores uno y cero en función de un vector de variables independientes  $x_i$  de dimensión  $\kappa$  (Greene, 2003):

$$Y_i = x_i \beta + \varepsilon_i \quad i = 1, 2, \dots, k \quad [11]$$

Assumiendo que la función de probabilidad de escoger la opción  $Y_i = 1$  sigue una función de distribución logística, se modeliza esta probabilidad siguiendo el modelo *logit*, donde recordemos:

$$P_i = P[Y_i = 1] = F(x_i' \beta) = \frac{e^{x_i' \beta}}{1 + e^{x_i' \beta}} \quad [12]$$

La probabilidad de escoger la opción  $Y_i = 1$  es una función de la matriz de características  $X_i$  y de los parámetros a estimar  $\beta_i$

$$E[y|x] = 0 [1 - F(\beta' x)] + 1 [F(\beta' x)] = F(\beta' x) \quad [13]$$

### 2.3. La intensidad del comportamiento defensivo

La decisión de los hogares sobre algunos comportamientos defensivos no consiste únicamente en llevarlos a cabo o no, sino que pueden decidir sobre la intensidad del mismo. Así, entre los comportamientos que se consideran en la aplicación empírica (instalación de filtros, hervir el agua, tomar agua de fuentes seguras y comprar agua embotellada) al menos tres de ellos pueden ser utilizados en mayor o menor cantidad. La encuesta llevada a cabo permite recabar datos de la intensidad del comportamiento defensivo “compra de agua embotellada”. La utilización de modelos que consideran únicamente intensidades positivas implica perder un importante número de observaciones ya que el comportamiento de algunos hogares no puede ser estudiado utilizando

<sup>3</sup> Se ha considerado que las categorías “habitualmente” y “alguna vez” son ambas asimilables como toma de medidas defensivas al menos en la decisión de acometer dichas medidas.

dichos modelos. En otras palabras, la variable analizada presenta un elevado número de valores nulos por lo que se trata de una variable censurada. En el caso de modelos con variables censuradas se supone habitualmente que el consumidor toma dos decisiones antes de que se observe un valor positivo. La primera, en nuestro caso, será consumir o no agua embotellada. La segunda, consistirá en determinar qué cantidad consumir, una vez tomada la decisión de hacerlo<sup>4</sup>.

Las primeras aplicaciones de estos modelos de decisión efectuaban la estimación en dos etapas (Heckman, 1979). Sin embargo, Shonkwiler y Yen (1999) demostraron que los procedimientos de estimación en dos etapas dejaban de ser atractivos en el momento en que fue posible la maximización directa de la función de verosimilitud. Por tanto, siempre que sea factible, y así es cuando se tiene un modelo uniecuacional, es mejor estimar directamente la función de verosimilitud conjunta de ambas decisiones. Este enfoque es el que utilizamos en este trabajo. Por tanto vamos a modelizar la intensidad del consumo de agua embotellada, única variable para la que se dispone de información, y de manera conjunta la decisión previa de consumir o no agua embotellada. Ambas decisiones dependerán de una serie de factores que pueden ser los mismos o diferentes en cada etapa. Finalmente, es necesario señalar, que si la persona entrevistada consume agua embotellada, en la segunda decisión, estará efectivamente consumiendo agua embotellada. Es decir, no hay motivos para pensar que existan soluciones esquina o respuestas protesta, en las que el consumo real sea cero. Bajo estos supuestos, el modelo de decisión del consumidor puede formularse matemáticamente de la siguiente manera:

$$d_i^* = z_i \alpha + v_i \quad \text{donde} \quad \begin{aligned} d_i^* &= 1 & \text{si } d_i^* > 0 \\ d_i^* &= 0 & \text{si } d_i^* < 0 \end{aligned} \quad [14]$$

$$y_i^* = x_i \beta + \varepsilon_i \quad \text{donde} \quad \begin{aligned} y_i &= y_i^* & \text{si } d_i = 1 \\ y_i &= 0 & \text{si } d_i = 0 \end{aligned}$$

Donde  $d_i^*$  es una variable latente que determina si el individuo (hogar) consume o no agua embotellada y que depende de una serie de factores  $z_i$ ;  $y_i^*$  es una variable latente que determina la cantidad de agua embotellada que consume el individuo (hogar) y que depende de una serie de factores  $x_i$ ; y  $v_i$  y  $\varepsilon_i$  son las perturbaciones aleatorias de ambas ecuaciones.

<sup>4</sup> Agradecemos a uno de los evaluadores del artículo la sugerencia de utilizar estos modelos para la decisión conjunta de consumo e intensidad del mismo.

Las reglas de censura establecen que para que se observe un consumo de agua embotellada positivo es necesario que el consumidor decida adquirirla. Los modelos así definidos reciben el nombre de modelos de selección que permiten por una parte, que diferentes variables explicativas determinen la decisión consumir y la decisión sobre la cantidad consumida y, por otra, que la relación entre ambas decisiones pueda ser dependiente o independiente; es decir, que se tomen dichas decisiones bien de manera simultánea o bien de forma secuencial.

Si las dos decisiones se toman de manera conjunta las perturbaciones aleatorias se distribuyen como una normal de media cero y matriz de varianzas y covarianzas:

$$\Sigma = \begin{pmatrix} 1 & \sigma_{\nu} \\ \sigma_{\nu} & \sigma_{\varepsilon}^2 \end{pmatrix} \quad [15]$$

Para construir la función de verosimilitud del modelo se definen  $\varphi(\cdot)$  y  $\Phi(\cdot)$  como las funciones de densidad y de distribución univariantes de una distribución normal y  $\Psi(\cdot, \cdot, \rho)$  la función de distribución bivalente de una normal donde  $\rho = \frac{\sigma_{\nu}}{\sigma_{\varepsilon}}$ .

La función de verosimilitud para las observaciones nulas ( $y_i = 0$ ) viene determinada por la probabilidad  $d_i \leq 0$ , es decir

$$P[v_i \leq -z_i\alpha] = 1 - P[v_i > -z_i\alpha] \quad [16]$$

Por su parte, la función de verosimilitud de las observaciones positivas ( $y_i > 0$ ) viene determinada por la función de densidad conjunta

$$\Psi\left(z_i\alpha, \frac{y_i - x_i\beta}{\sigma_{\varepsilon}}, \rho\right) \quad [17]$$

Aplicando la regla del condicionamiento (Maddala, 1983; Greene, 2003) se obtiene

$$\frac{1}{\sigma_{\varepsilon}} \varphi\left(\frac{y_i - x_i\beta}{\sigma_{\varepsilon}}\right) \Phi\left(\frac{z_i\alpha - \rho\left(\frac{y_i - x_i\beta}{\sigma_{\varepsilon}}\right)}{(1 - \rho^2)^{1/2}}\right) \quad [18]$$

Por tanto, la función de verosimilitud de ambas decisiones se puede expresar como:

$$L = \prod_{i=1}^v (1 - \Phi(z_i\alpha))^{1-I_i} \prod_{l=1}^n \left[ \frac{1}{\sigma_{\varepsilon}} \varphi\left(\frac{y_i - x_i\beta}{\sigma_{\varepsilon}}\right) \Phi\left(\frac{z_i\alpha - \rho\left(\frac{y_i - x_i\beta}{\sigma_{\varepsilon}}\right)}{(1 - \rho^2)^{1/2}}\right) \right]^{I_i} \quad [19]$$



Donde  $I_i$  es una variable dicotómica que toma el valor 1 si  $y_i > 0$  y 0 si  $y_i \leq 0$ . Si por el contrario se supone que ambas decisiones son independientes, entonces  $\rho$  es igual a 0 y la función de verosimilitud se puede expresar de la siguiente manera:

$$L = \prod_{i=1}^n (1 - \Phi(z_i \alpha))^{1-I_i} \prod_{i=1}^n \left[ \frac{1}{\sigma_\varepsilon} \varphi\left(\frac{y_i - x_i \beta}{\sigma_\varepsilon}\right) \Phi(z_i \alpha) \right]^{I_i} \quad [20]$$

Para nuestro modelo, la alternativa que mejor se adapta a los datos desde el punto de vista estadístico es aquel que supone que ambas decisiones son independientes, es decir que ambas decisiones son tomadas de manera secuencial y se ha utilizado la última expresión de la función de verosimilitud a estimar.

### 3. ANÁLISIS EMPÍRICO

#### 3.1. Datos utilizados

En cuanto a los datos utilizados, se utilizó información primaria obtenida mediante una encuesta que se realizó durante los meses de marzo, abril y mayo de 2004 a 550 hogares de Zaragoza capital y algunos de los municipios de su entorno afectados por el nuevo proyecto de abastecimiento. La encuesta fue realizada directamente por los componentes del propio equipo de investigación y también por correo electrónico.

El cuestionario utilizado tenía, entre otros objetivos, el de cuantificar el coste de los comportamientos llevados a cabo por los hogares para paliar la mala calidad del agua en Zaragoza<sup>5</sup>. El cuestionario pretendía situar al entrevistado en el contexto global del problema objeto de estudio. Incluía dos preguntas con el objetivo de conocer la importancia relativa dada a los problemas ambientales en el conjunto de los problemas generales sociales y, en particular, con el objetivo específico de reflejar la importancia que la persona encuestada otorgaba a la calidad del agua. El segundo bloque aglutinaba las preguntas que recogían la opinión, las actitudes y la valoración de la persona entrevistada sobre la calidad del agua en el hogar, su conocimiento del proyecto de mejora del abastecimiento y las condiciones del servicio de abastecimiento que disfrutaba en ese momento. Este bloque se cerraba con una pregunta dirigida a conocer el grado de conocimiento del entrevistado sobre el nuevo proyecto de abastecimiento a Zaragoza. Posteriormente se hacía una descripción somera del proyecto así como de los efectos que éste tendrá sobre la calidad del agua de abastecimiento en la ciudad de Zaragoza.

<sup>5</sup> También se aplicó el método de valoración contingente para calcular el valor total de la mejora de la calidad por lo que el cuestionario incluía más preguntas que las mencionadas en este trabajo.

A continuación se preguntaba por cuatro tipos de comportamiento defensivo: la instalación de filtros; el hervir el agua antes de su consumo; el coger agua de manantiales o fuentes seguras y, por último, la compra de agua embotellada. Para cada tipo de comportamiento se preguntaba sobre si se realizaba o no, así como su intensidad y el motivo de los mismos. En particular, la intensidad se medía de manera más detallada para el caso del agua embotellada por ser el comportamiento más frecuente y se obtenía información sobre la cantidad consumida y el formato de compra. Para poder corregir el comportamiento defensivo y poder estimar qué parte es medida del ahorro que supondría la mejora del mismo, se buscaba conocer el cambio en el comportamiento que se derivaría de la mejora de la calidad propuesta.

Por último se recogían las características socioeconómicas de los hogares. Entre las características más relacionadas con este proyecto se incluía el gasto real en agua que actualmente pagan los hogares así como sus perspectivas de permanencia en Zaragoza durante la vida útil del proyecto.

### 3.2. Resultados sobre la adopción de los comportamientos defensivos

Tal como se puede observar en el Cuadro 1, más de ocho de cada diez hogares de la zona de estudio ven afectado su comportamiento por la calidad del agua de abastecimiento. Casi un 76 por cien de los hogares de Zaragoza compran y consumen al menos de manera esporádica agua embotellada siendo ésta la medida defensiva más común de las cuatro consideradas. A una distancia considerable se encuentra el coger agua de manantiales o fuentes, sustitutivo casi perfecto del agua embotellada, medida en la que el coste de adquisición es cero aunque implica costes de desplazamiento y transporte. La instalación de filtros y hervir el agua antes de su uso son comportamientos marginales que no practican ni el 10 por cien de los hogares encuestados.

**Cuadro 1. Comportamientos defensivos llevados a cabo por los hogares.**

Tipo de medida defensiva*	Porcentaje de hogares que lo practican		
	Habitualmente	Alguna vez	Ambas categorías
Hervir el agua (540)	2,0	3,5	5,5
Instalación de filtros (545)	9,5	-	9,5
Agua de manantiales (541)	7,8	12,4	20,2
Agua embotellada (545)	52,7	23,1	75,8
<b>Al menos una medida (550)</b>			<b>82,5</b>

\*entre paréntesis número de respuestas válidas.

A la hora de identificar los motivos que llevan a los hogares a tomar medidas defensivas, se ha procedido a estimar un modelo *logit* para la variable *DEFEN*, que toma

el valor 1 si el hogar declara llevar a cabo algún comportamiento defensivo y cero en el caso contrario. Las variables incluidas en el modelo se definen como sigue:

- CALIDAD:** Variable discreta con cinco niveles (de 1 a 5) referidos cada uno de ellos a la calidad percibida por los encuestados del agua de abastecimiento en Zaragoza con niveles de calidad crecientes.
- EFSAZAR:** Variable dicotómica que toma el valor 1 si la persona entrevistada declara que el agua de Zaragoza puede tener efectos negativos sobre la salud, y 0 en caso contrario.
- CORTES:** Variable dicotómica que toma el valor 1 si la persona entrevistada sufre molestias en su hogar relacionadas con el abastecimiento de agua, y 0 en caso contrario.
- CONPROY:** Variable dicotómica que toma el valor 1 si la persona entrevistada declara conocer el proyecto de mejora de abastecimiento, y 0 en caso contrario.

Las hipótesis sobre el comportamiento de estas variables son las siguientes: cuanto mayor sea la calidad percibida de los hogares sobre el agua, menor debería ser su esfuerzo en gastos defensivos. Por el contrario, cuanto mayor sea el conocimiento de los efectos negativos de la calidad del agua sobre la salud, mayor debería ser su comportamiento defensivo. El problema de la no exclusividad para paliar la mala calidad de algunos gastos defensivos hace suponer que si existen problemas adicionales a la calidad del abastecimiento, debería haber más presencia de comportamientos defensivos. Por tanto esperamos que la variable CORTES tenga signo positivo. Por último, el conocimiento del proyecto puede tener un efecto dual: por un lado si se conoce, puede disminuir el comportamiento defensivo ya que se considera que la calidad va a ser mejorada en un futuro próximo y no merece la pena tomar medidas defensivas. Sin embargo, también puede ser tomado como una variable *proxy* de la preocupación por la calidad del agua y, por ende, tener un efecto positivo sobre estos gastos.

Como se puede ver en el Cuadro 2, los signos de las distintas variables explicativas corresponden a las hipótesis planteadas, validando teóricamente el modelo explicitado. Así, aquellas personas que consideran baja la calidad del agua (CALIDAD) son más propensas a tomar algún tipo de medida defensiva para aumentar la calidad del agua que consumen. En este mismo sentido, si se considera además que la calidad del agua de Zaragoza puede afectar a la salud (EFSAZAR), también se tomarán medidas para paliar estos posibles efectos con mayor probabilidad que aquellas personas que no temen por su salud. Conocer el proyecto de mejora (CONPROY) que está en fase de ejecución también afecta positivamente a la probabilidad de llevar a cabo comportamientos defensivos. Por último, las personas que han sufrido algún tipo de anomalía

con el abastecimiento de agua en los últimos doce meses (CORTES) también son más propensas a tomar algún tipo de medida defensiva.

**Cuadro 2. Modelo global de comportamiento defensivo (cualquier tipo de medida).**

Variable	Coefficiente	Error Estándar	t-ratio	Valor P=0
Constante	2,8711	0,590872	4,85915	0,0000
CALIDAD	-0,7969	0,18818	-4,23484	0,0000
EFSAZAR	0,6282	0,281846	2,22888	0,0258
CORTES	0,5366	0,250973	2,13807	0,0325
CONPROY	0,4773	0,251002	1,90153	0,0572
Núm observaciones	= 544	Log-Máx. Verosimilitud		= - 217,07
Chi-cuadrado	= 60,33	Predicciones		= 83,82
Significación	= 0,00000	correctas(%)		= 0,17
		R <sup>2</sup> de Nagelkerke		= 0,17

Estos resultados son coherentes con estudios previos respecto a los factores que influyen en la práctica de comportamientos defensivos. Los principales determinantes de este comportamiento tienen que ver con la percepción subjetiva de los individuos sobre la calidad del agua de boca (CALIDAD) y sobre su posible influencia en la salud (bien privado) de los individuos (EFSAZA). Así, Abadalla *et al.* (1992) detectaron que la percepción existente de la relación entre la calidad del agua y el riesgo de contraer cáncer era la variable que mejor explicaba la toma de comportamientos defensivos. Por su parte, tanto Abrahams *et al.* (2000) como Um *et al.* (2002) o Whitehead *et al.* (1998) contrastan que la percepción sobre la calidad del agua del abastecimiento es la que más afecta a la decisión de tomar medidas defensivas.

En cuanto a la variable CORTES y tal como mencionan Abrahams *et al.* (2000), puede interpretarse como que los comportamientos defensivos no sólo están relacionados con la calidad del agua, sino que incluyen también de forma global la calidad del abastecimiento. Por ello, la condición expuesta por Bartik (1988) no se cumple y no todos los gastos defensivos pueden ser considerados como medida del cambio en el bienestar que supondría la mejora de la calidad del agua. Esta hipótesis se ve reforzada por el análisis de las respuestas dadas por los entrevistados respecto a la evolución futura de su consumo de agua embotellada (principal comportamiento defensivo), ya que casi un 20 por cien de los consumidores actuales declaran que seguirán consumiendo la misma o menor cantidad ante una mejora de la calidad del agua de abastecimiento como la descrita en el cuestionario. Así mismo, los motivos para consumir agua embotellada también muestran que un porcentaje similar de hogares consume este tipo de agua por causas ajenas a la calidad (por ejemplo, por tener mejor sabor, por preocupación por su salud, por desconfiar del sistema de abastecimiento, por la presencia de niños en el hogar, etc.). Estas consideraciones serán tomadas en cuenta a la hora de estimar el valor que tiene la mejora de la calidad mediante el método de los gastos defensivos.

Por último, la variable CONPROY parece relacionarse más con la preocupación por la calidad del agua que con la inminente mejora de la calidad del abastecimiento en Zaragoza. En la encuesta a los hogares preguntábamos por la importancia que se otorgaba a una serie de políticas públicas y ambientales. Sin embargo, la importancia del abastecimiento no ha resultado significativo cuando se ha considerado de manera aislada, ni tampoco cuando se ha combinado con la importancia de la calidad del agua. No obstante, podemos asumir que las personas realmente preocupadas por la calidad del agua estarán más informadas que el resto y conocerán, por tanto, el proyecto<sup>6</sup> de mejora, por lo que asimilamos la variable CONPROY a una variable *proxy* de la preocupación existente por el abastecimiento.

### 3.3. Resultados de los modelos individualizados para cada comportamiento defensivo

Los motivos que subyacen en cada comportamiento defensivo pueden no ser idénticos entre los distintos hogares, por lo que puede ser interesante modelizar de manera individualizada cada uno de los comportamientos considerados en la encuesta. Además, en el modelo global, no se han considerado los posibles efectos sustitución o complementariedad entre los distintos comportamientos defensivos. Estos posibles efectos pueden ser analizados incluyendo como variables independientes en cada modelo individual el resto de comportamientos posibles<sup>7</sup>. Al analizar el comportamiento de los hogares respecto a cada posible medida defensiva de manera individual, constatamos que las razones que inducen a su práctica no son homogéneas. Las variables utilizadas en esta modelización se definen de la siguiente manera:

CONCPROY:	Variable dicotómica que toma el valor 1 si la persona entrevistada menciona todos los componentes del proyecto de mejora que realmente se llevaran a cabo, y 0 en el caso contrario.
EFSAZAR:	Variable dicotómica que toma el valor 1 si la persona entrevistada declara que el agua de Zaragoza puede tener efectos negativos sobre la salud, y 0 en caso contrario.
RURAL:	Variable dicotómica que toma el valor 1 si el encuestado reside fuera del casco urbano de Zaragoza, y 0 en el caso contrario.

<sup>6</sup> Sustituyendo el conocimiento declarado por el conocimiento corregido, es decir, considerando sólo aquellas personas que nombran las actuaciones que comprende el proyecto, éste sigue siendo significativo y con signo positivo. Sin embargo, se presenta el modelo con el conocimiento declarado por tener mejores propiedades estadísticas.

<sup>7</sup> Agradecemos a los revisores del artículo haber puesto de manifiesto esta posible relación entre los distintos comportamientos considerados.

ENFCASA:	Variable dicotómica que toma el valor 1 si el entrevistado declara que alguna persona de su hogar ha sufrido alguna enfermedad relacionada con la calidad del agua de abastecimiento en Zaragoza.
RENTA:	Variable dicotómica que toma el valor 1 si la renta del hogar es superior a 3.600 € al mes, y 0 en el caso contrario.
JOVEN:	Variable dicotómica que toma el valor 1 si la persona entrevistada tiene menos de 30 años, y 0 en el caso contrario.
NOIMPCA:	Variable dicotómica que toma el valor 1 si el entrevistado declara que la calidad del agua de abastecimiento le importa poco o muy poco, y 0 en caso con contrario.
CALIDAD:	Variable discreta con cinco niveles (de 1 a 5) referidos cada uno de ellos a la calidad percibida por los encuestados del agua de abastecimiento en Zaragoza con niveles de calidad crecientes.
FILTROS:	Variable dicotómica que toma el valor 1 si la persona entrevistada utiliza filtros de agua para la que bebe en su hogar, y 0 en el caso contrario.
HIERVE:	Variable dicotómica que toma el valor 1 si la persona entrevistada hierve el agua para beber en su hogar, y 0 en el caso contrario.
MANANTIAL:	Variable dicotómica que toma el valor 1 si la persona entrevistada se abastece agua de fuentes o manantiales para beber en su hogar, y 0 en el caso contrario.
MINERAL:	Variable dicotómica que toma el valor 1 si la persona entrevistada consume agua embotellada para beber en su hogar, y 0 en el caso contrario.

Los resultados de los modelos individuales se recogen en el cuadro 3. En primer lugar, podemos ver si los comportamientos de manera individualizada son sustitutivos o complementarios. Para el comportamiento “FILTROS” no se han incluido como variables independientes los otros comportamientos ya que consideramos que se estaría detectando una causalidad inversa. Al ser una decisión de largo plazo, es la instalación de filtros lo que afecta a los otros comportamientos y no al revés<sup>8</sup>. Se puede apreciar que la instalación de filtros es un claro sustitutivo de los otros dos comportamientos modelizados. Así mismo, el tomar agua de manantiales parece ir asociado a hervir el agua. Dada la preeminencia de estos comportamientos en el medio rural, se puede

<sup>8</sup> Es decir, yo no compro agua embotellada por qué tengo un filtro instalado pero no instalo un filtro por qué no compro agua embotellada.

considerar que estos dos comportamientos, son un “paquete tecnológico” de bajo coste financiero aparente para aquellas zonas donde el acceso a los comportamientos defensivos intensivos en renta (agua embotellada y filtros) es más difícil.

**Cuadro 3. Modelización individualizada de los comportamientos defensivos**

Variable	Filtros		Agua Manantiales		Agua embotellada	
	Coeficiente	t-Student	Coeficiente	t-Student	Coeficiente	t-Student
Constante	-2,43	-12,399***	-2,13949	-7,183***	3,11011	7,0672***
CONCPROY	-1,509	-2,469**	0,57833	2,442**	0,372309	1,6412*
RURAL	-	-	1,10315	3,449***	-	-
ENFCASA	1,17	3,233***	-	-	-	-
RENTA	0,82	2,237**	-	-	-	-
JOVEN	-	-	-	-	-0,63817	-2,3723**
NOIMPCA	-	-	-	-	-1,00669	-2,1352**
CALIDAD	-	-	-	-	-0,818093	-5,3329***
FILTROS	-	-	-1,01219	-2,055**	-0,934523	-2,7639***
HIERVE	-	-	1,80796	4,107***	0,59032	1,13102
MANANTIAL	-	-	-	-	0,369982	1,2330
MINERAL	-	-	0,28608	0,965	-	-
N	543		523		527	
$\chi^2$	21,11		40,13		66,87	
Signific.	0,00099		0,0000		0,0000	
Pred. Corr.	90,4		81,26		77,80	

\*\*\*, \*\*, \* Variables significativas al 99, 95 y 90 por cien, respectivamente

La instalación de filtros está relacionada más con la experiencia de efectos negativos sobre la salud que con las creencias sobre los posibles efectos y es el único comportamiento defensivo que depende de la renta. Este último resultado concuerda lo detectado por Abrahams *et al.* (2000) y Um *et al.* (2002), que afirman que la renta parece no afectar al comportamiento defensivo en general ya que incluye aspectos no monetarios (tiempo) que pueden ser importantes, pero sí en el caso particular de los filtros, que tienen un coste financiero significativo. Mención aparte merece en este caso la variable de conocimiento del proyecto. A diferencia del modelo global, en este caso esta variable tiene signo negativo. La explicación se debe, nuevamente, al carácter de inversión de este comportamiento defensivo. Si las personas conocen el proyecto no tiene sentido llevar a cabo esta inversión ya que quedará obsoleta en poco tiempo y, por lo tanto, no se podrá obtener una gran rentabilidad.

Por el contrario, los otros dos comportamientos defensivos están relacionados positivamente con la preocupación que tienen los hogares por el abastecimiento. La percepción subjetiva de la calidad del agua al consumo de agua embotellada de manera positiva y la importancia dada a la calidad del agua de manera negativa. Por su parte, la toma de agua de manantiales está más extendida en el medio rural donde la

accesibilidad de los mismos es mayor. La práctica de estas dos medidas defensivas parece no estar relacionada con las características socioeconómicas de los hogares, salvo el hecho de que los hogares más jóvenes parecen ser más reacios a consumir agua embotellada.

### 3.4. Intensidad del gasto defensivo en consumo de agua embotellada

La información obtenida de aquellos hogares que declaran consumir agua embotellada nos permite explicar también los factores que afectan a la intensidad del consumo. Para ello se ha considerado sólo a aquellas hogares que, además de declarar que consumen agua embotellada, han respondido a las preguntas referidas al consumo semanal en litros y al formato de compra de la misma. Se han considerado únicamente dos formatos relevantes (la botella de 1,5 litros y la garrafa de 5 litros), que suponen el 95 por cien de los consumos declarados<sup>9</sup>. Con esta información se pueden estimar tanto las cantidades medias consumidas (14,4 litros/semana y hogar), como el gasto medio realizado (2,64 €/semana y hogar). Para estimar el gasto se tomaron los precios medios de las distintas marcas de agua existentes en los supermercados de Zaragoza<sup>10</sup> para cada formato, siendo éstos de 0,20 € el litro<sup>11</sup> para el caso del formato de botella de 1,5 litros y de 0,15 € el litro<sup>12</sup> para el caso de garrafa de 5 litros.

El coste de esta medida supone en media un 0,74 por cien de la renta mensual de los hogares. En comparación con el gasto en el recibo del agua cobrado por el ayuntamiento declarado por los entrevistados, esta cantidad supone el 127 por cien, lo que significa que los hogares que compran agua embotellada gastan más en este comportamiento defensivo que en su factura por el suministro general de agua.

Tanto para los datos en cantidades como en precios deberemos utilizar el consumo por hogar, ya que no se tiene información sobre el vector de variables sociodemográficas a nivel individual. Otra opción que podemos tomar es la elección entre consumos absolutos o en términos *per capita*, ya que tenemos información sobre el tamaño del hogar. En resumen, disponemos de cuatro posibles variables dependientes para esta modelización: *i*) consumo en cantidades por hogar; *ii*) consumo en cantidades *per capita*; *iii*) consumo en € por hogar y *iv*) consumo en € *per capita*. Las variables utilizadas para explicar la intensidad de este comportamiento defensivo han sido las siguientes:

---

<sup>9</sup> Un 39,4 por cien de la muestra que declara consumir agua embotellada la consume en el formato de botella de 1,5 litros y un 56,4 por cien en el de garrafa de 5 litros.

<sup>10</sup> Se consultaron en Noviembre de 2004 los supermercados Caprabo, Carrefour, Eroski, Mercadona, y El Corte Inglés. En total se han tomado 42 precios para formato botella de 1,5 litros y 28 para formato garrafa 5 litros.

<sup>11</sup> El precio mínimo fue de 0,12 € y el máximo de 0,37.

<sup>12</sup> El precio mínimo fue de 0,09 € y el máximo de 0,38.



TAMHOGAR:	Variable discreta que refleja el número de personas que viven en el hogar encuestado.
EFSAZAR:	Variable dicotómica que toma el valor 1 si la persona entrevistada declara que el agua de Zaragoza puede tener efectos negativos sobre la salud, y 0 en caso contrario.
GARRAFA:	Variable dicotómica que toma el valor 1 si la persona compra agua embotellada en formato de garrafa de cinco litros, y 0 en el caso contrario.
ENFCASA:	Variable dicotómica que toma el valor 1 si el entrevistado declara que alguien de su hogar ha sufrido alguna enfermedad relacionada con la calidad del agua de abastecimiento en Zaragoza.
ENFCONO:	Variable dicotómica que toma el valor 1 si el entrevistado declara que alguna persona conocida ha sufrido alguna enfermedad relacionada con la calidad del agua de abastecimiento en Zaragoza.
CALIDAD:	Variable discreta con cinco niveles (de 1 a 5) referidos cada uno de ellos a la calidad percibida por los entrevistados del agua de abastecimiento en Zaragoza con niveles de calidad crecientes <sup>13</sup> .

Los resultados de los cuatro posibles modelos quedan recogidos en el cuadro 4.

**Cuadro 4. Modelos MCO de intensidad de gasto defensivo (compra agua embotellada)**

Variable	Modelo 1		Modelo 2		Modelo 3		Modelo 4	
	Coef.	Sig.	Coef.	Sig.	Coef.	Sig.	Coef.	Sig.
Constante	2,142	0,000	9,402	0,000	0,0606	0,204	1,510	0,000
TAMHOGAR	2,740	0,000	-1,162	0,000	0,499	0,000	-0,210	0,000
EFSAZAR	3,547	0,001	0,971	0,053	0,645	0,001	0,165	0,059
GARRAFA	2,635	0,009	-	-	1,079	0,000	0,362	0,000
ENFCASA	3,422	0,025	-	-	0,687	0,016	-	-
ENFCONO	-	-	1,145	0,031	-	-	0,230	0,013
CALIDAD	-	-	-0,670	0,028	-	-	-0,122	0,022
N	377		377		377		377	
R <sup>2</sup> ajustada	0,152		0,141		0,202		0,200	
F	17,834	0,000	16,382	0,000	24,761	0,000	19,784	0,000

*Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la encuesta*

Modelo 1: variable dependiente consumo semanal en cantidades

Modelo 2: variable dependiente consumo semanal per cápita en cantidades

Modelo 3: variable dependiente consumo semanal en €

Modelo 4: variable dependiente consumo semanal per cápita en €

<sup>13</sup> La escala utilizada era la siguiente: 5) muy buena calidad; 4) buena calidad; 3) calidad normal; 2) mala calidad y 1) muy mala calidad.

Considerando el criterio de bondad de ajuste de la  $R^2$ , la variable dependiente que mejor se explica es la del consumo por hogar en €, explicándose siempre mejor la variable dependiente en gasto que en cantidades. Como se puede observar, hay una variable significativa común a todos los modelos que es la de creer que la calidad del agua de Zaragoza tiene efectos negativos sobre la salud. Los hogares donde existe esta creencia consumen mayor cantidad de agua embotellada, tanto en valores absolutos como en términos *per cápita*.

La otra variable que es común a los cuatro modelos es la del tamaño del hogar: en los modelos referidos a variables dependientes absolutas, el tamaño del hogar tiene una relación directa con la intensidad del consumo, lo cual parece entrar dentro de la lógica del comportamiento de los hogares. Algo más sorprendente es el efecto negativo de esta variable sobre el consumo *per cápita* (modelo 4), aunque si consideramos que este comportamiento defensivo no es perfectamente divisible (el consumo se hace en “paquetes” de 1,5 o 5 litros) podemos considerar que hay un efecto umbral mínimo de consumo que hace que los hogares con menos miembros estén forzados a un consumo *per cápita* mínimo debido al formato de compra, supuestamente superior al que se realizaría en caso de que existiera un formato de consumo perfectamente divisible.

Los consumos absolutos se ven afectados por dos variables adicionales. Por un lado, el haber sufrido una enfermedad en casa relacionada con la calidad del agua no solo aumenta la probabilidad de instalar filtros, como se vio antes, sino que hace que el comportamiento defensivo de compra de agua embotellada sea más intenso. Por otro, el formato de compra afecta positivamente al consumo total, siendo éste mayor cuando el consumo se realiza en formatos más grandes.

Por su parte, para los consumos *per capita*, las variables que afectan a la intensidad son la valoración que se hace de la calidad y el conocer personas que hayan sufrido enfermedades relacionadas con la misma. Cuanto mayor es la valoración que se hace de la calidad actual del agua de abastecimiento, menor es el consumo *per capita*; y si se tiene noticia de alguna persona que haya sufrido una enfermedad relacionada con la calidad del agua, el consumo de agua embotellada es mayor.

Tal como se comentaba en el apartado 2, la modelización anterior no considera los consumos nulos. Alternativamente, podemos considerar una decisión en dos etapas respecto a este consumo, primero decidir si se realiza o no este comportamiento defensivo y en segundo lugar decidir la intensidad del mismo. Los resultados de la estimación del modelo de selección se recogen en el cuadro 5. Como se puede observar, de nuevo son los modelos en gasto los que mejor se ajustan y las variables consideradas siguen siendo significativas. Sin embargo, es interesante destacar como la intensidad del gasto se ve afectada por dos variables que no afectan a la decisión de consumir agua embotellada, como son el tamaño del hogar y el haber sufrido enfermedades en casa. Es decir, estas dos variables no implican que un hogar compre o no agua embotellada (ver cuadro 3), pero sí la cantidad que se compra una vez que se ha decidido hacerlo (ver cuadros 4 y 5). Lo mismo ocurre cuando se han sufrido

en el hogar alguna enfermedad relacionada con la mala calidad del agua. Por el contrario, la percepción que se tiene de la calidad del agua en Zaragoza (CALIDAD) y la creencia de que ésta pueda tener efectos perniciosos sobre la salud de los hogares (EFSAZAR) afectan de manera positiva a ambas decisiones, es decir aumentan tanto la probabilidad de llevar a cabo esta medida defensiva como la intensidad con la que se realiza la misma. Por último debemos destacar que en estos modelos no hemos podido incluir la variable “formato de consumo” ya que los no consumidores no proporcionan información al respecto.

**Cuadro 5. Modelos estimados de intensidad de gasto defensivo (compra agua embotellada)**

Variable	Modelo 1		Modelo 2		Modelo 3		Modelo 4	
	Ecuación 1	Ecuación 2	Ecuación 1	Ecuación 2	Ecuación 1	Ecuación 2	Ecuación 1	Ecuación 2
Constante	1,5980*** (6,19)	6,9809*** (3,43)	1,5983*** (6,19)	9,2504*** (9,18)	1,5983*** (6,19)	1,2382*** (3,17)	1,5983*** (6,19)	1,6753*** (9,08)
CALIDAD	-0,4538*** (-4,99)	-1,1962* (-1,93)	-0,4539*** (-4,99)	-0,5971** (-2,54)	-0,4539*** (-4,99)	-0,2087* (-1,75)	-0,4539*** (-4,99)	-0,1058** (-2,36)
TAMHOGAR	---	2,5301*** (5,39)	---	-1,1719*** (-4,93)	---	0,4590*** (5,16)	---	-0,2142*** (-5,21)
EFSAZAR	0,2299* (1,72)	2,84299*** (2,92)	0,2299* (1,71)	1,1645*** (2,78)	0,2298* (1,72)	0,5384*** (2,91)	0,2299* (1,72)	0,2180*** (2,91)
ENFCASA	---	3,8163** (2,20)	-	1,0921* (1,60)	---	0,8360** (2,41)	---	0,2506* (1,87)
N	500		500		500		500	
Log L	- 1.604,5		- 1.305,5		- 997,1		- 673,0	

*Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la encuesta*

Las cifras entre paréntesis corresponden con los t-ratios; \*\*\*, \*\*, \* indica que el parámetro correspondiente es significativo al 1%, al 5% y al 10% respectivamente

Modelo 1: variable dependiente consumo semanal en cantidades

Modelo 2: variable dependiente consumo semanal per cápita en cantidades

Modelo 3: variable dependiente consumo semanal en €

Modelo 4: variable dependiente consumo semanal per cápita en €

### 3.5. El valor de la mejora de la calidad

Una vez analizadas las causas que llevan a la práctica de medidas defensivas en los hogares, el siguiente paso en la valoración de los beneficios de la mejora de la calidad del agua consiste en cuantificar los gastos asociados a cada una de las medidas. El cuadro 6 presenta la definición de costes que debe ser utilizada para poder estimar el valor de la mejora de calidad del agua para abastecimiento.

De estos tres comportamientos sólo se pueden conseguir datos precisos a partir de la encuesta sobre el gasto en agua embotellada y el uso de filtros, ya que no se sabe

exactamente cual es la cantidad de agua hervida en cada hogar, ni la temperatura de salida del agua en las tuberías para calcular el aumento térmico necesario para llevar a cabo esta operación.

**Cuadro 6.- Definición de costes para cada medida defensiva**

Comportamiento	Definición de coste	Coste estimado semanal
Compra de agua embotellada	Precio de adquisición	Precio (por formato de compra) X cantidad (consumo declarado)
Instalación de filtros	Depreciación y coste variable	Coste del filtro / vida útil (en meses) + Coste mantenimiento / vida útil (en meses)
Hervir agua	Gasto energético	Coste de energía X consumo medio familiar al mes

Por lo que respecta a los filtros, se ha contrastado un precio medio de 175 € para un filtro de carbón activado (el más utilizado) con una vida útil de 4 años y un coste anual de mantenimiento de 75 €. Por lo tanto, al mes, el coste de este tipo de instalaciones se estima en alrededor de 3,65 € de depreciación del filtro más 6,25 € de gasto variable, lo que supone un total de 9,90 € por hogar y mes o, lo que es lo mismo, 118,80 € por hogar y año. El coste total de esta medida defensiva rondaría los 2.627.166 € al año.

Tal como veíamos, el gasto medio en agua embotellada en los hogares asciende a 2,64 €/semana. Además, este comportamiento se observa de manera habitual en un 52,7 por cien de la población y de manera ocasional en un 23,1 por cien. Sin embargo, tal como se comentaba anteriormente, el consumo de agua embotellada no puede ser considerado como un comportamiento defensivo puro.

Analizando lo que declaran los entrevistados respecto al cambio de consumo ante la mejora de la calidad del agua, se observa que únicamente el 63,4 por cien de los que consumen agua embotellada lo hacen como comportamiento defensivo puro, es decir, que si mejorara la calidad dejarían totalmente de consumir agua embotellada. El resto de los hogares reducirían algo su consumo (18,9 por cien) o seguirían consumiendo la misma cantidad (10,3 por cien). Dado que no tenemos información respecto al porcentaje de reducción en el consumo de los individuos que seguirían consumiendo agua embotellada, en menor medida debemos hacer algún supuesto al respecto, y por ello consideramos dos escenarios: uno más conservador, que supone una reducción en el consumo del 25 por cien y otro, menos conservador, que supone una reducción del 50 por cien. Con estos supuestos, el cálculo del valor anual de la mejora de la calidad se recoge en el Cuadro 7.

**Cuadro 7. Cálculo del valor anual de la mejora de la calidad del agua de boca**

Gasto medio anual de los hogares en € (consumo semanal x 48 semanas <sup>14</sup> )	126,72 €	
Número de hogares que consumen agua embotellada (75,8 por cien de 232.781)	176.448	
Gasto en agua embotellada (gasto medio x número de hogares)	22.359.490 €	
Gasto defensivo puro (% de hogares que reducirían totalmente su consumo x gasto total)	14.175.917 €	
Gasto defensivo estimado de hogares que reducirían su consumo parcialmente (número de hogares que reducirían su consumo parcialmente x consumo medio anual x reducción estimada)	50 por cien de reducción	2.112.971 €
	25 por cien de reducción	1.056.485 €
Valor de la mejora de la calidad	Más conservador	15.232.402 €
	Menos conservador	16.288.888 €

Sumando ambos conceptos obtenemos que el valor de la mejora de la calidad del agua para el abastecimiento de los hogares que hemos estimado mediante la aplicación del método de los costes defensivos se sitúa en una horquilla comprendida entre los 15,23 y 16,28 millones de €/año.

#### 4. CONCLUSIONES

La baja calidad del abastecimiento de agua percibida por parte de los hogares les supone un coste, tanto en términos de pérdida de bienestar, como en términos de renta disponible, como se ha podido constatar a lo largo del trabajo. Estos costes pueden asociarse a un componente del valor económico total que tiene la calidad ambiental, aunque la calidad del agua tenga otros muchos componentes de valor que no se han considerado aquí, como los beneficios de tipo recreativo (Egan *et al*, 2004); los derivados de incrementos del caudal ecológico y del estado de las riberas (Gobierno de Navarra, 2003) o los incrementos del valor de los recursos inmobiliarios cercanos al agua (Gibbs *et al*, 2002). En cualquier caso, es evidente

<sup>14</sup> Se estima que durante cuatro semanas al año las personas de un hogar medio no residen en Zaragoza.

que las actuaciones dirigidas a la mejora de la calidad del agua de abastecimiento doméstico pueden tener una alta rentabilidad social.

En este trabajo hemos estudiado el comportamiento defensivo de los hogares de Zaragoza y su zona de influencia frente a la negativa percepción sobre la calidad del agua para su abastecimiento, considerando cuatro posibles opciones: la instalación de filtros; hervir el agua antes de su consumo; abastecerse directamente de fuentes o manantiales y la compra de agua embotellada. Ocho de cada diez hogares llevan a cabo algún tipo de estos comportamientos defensivos, lo que refleja la importancia del problema de la calidad del agua para los habitantes de esta zona.

En el proceso de adopción de comportamientos defensivos se ha detectado que la preocupación que tienen los hogares por el abastecimiento; la percepción subjetiva de la calidad del agua; la relación percibida entre calidad y salud y la existencia de problemas adicionales a la calidad en el suministro afectan de manera positiva a la probabilidad de llevar a cabo estos comportamientos. Por otra parte, la adopción de medidas defensivas no parece estar relacionada con las características socio-económicas de los hogares. Sin embargo, al analizar cada uno de los comportamientos defensivos de manera individualizada, podemos ver que existen algunos factores socio-económicos que afectan tanto a la instalación de filtros en los hogares (la renta disponible) como a la compra de agua embotellada (la edad).

La compra de agua embotellada ha sido el comportamiento defensivo estudiado con más detalle, tanto por ser el más frecuente entre los hogares como por disponer de información primaria de los mismos, al haber realizado una encuesta *ad hoc*. La intensidad de este gasto defensivo depende de variables relacionadas con las percepciones sobre la calidad y la información que disponen los hogares sobre el efecto del agua en la salud. También se ha podido detectar un cierto efecto “umbral mínimo de consumo” relacionado con el formato de compra ya que el tamaño del hogar afecta de manera positiva al consumo absoluto, pero de manera negativa al consumo *per capita*. Respecto a la consideración de la decisión de consumir agua embotellada y la intensidad del consumo de manera conjunta, el modelo tiene mejor ajuste, y las variables explicativas son las mismas que para los modelos estimados únicamente con individuos que consumen agua embotellada.

Por último, se ha estimado el valor económico de los comportamientos defensivos puros que están tomando los hogares de Zaragoza y su entorno que interpretamos como los beneficios sociales asociados al proyecto de mejora del abastecimiento ya que dichos comportamientos desaparecerán cuando mejore la calidad del agua. Estos beneficios sociales se estiman entre los 15 y 16 millones de € al año, por lo que frente a una inversión total del proyecto de mejora de 220 millones de €, no haría falta realizar ni siquiera un estricto análisis coste-beneficio financiero de esta inversión pública para poder asegurar su rentabilidad social.

## 5. REFERENCIAS

- ABDALLA, C. (1994). Groundwater values from avoidance cost studies. Implications for policy and future research. *American Journal of Agricultural Economics*, 76(December), pp. 1062-1067.
- ABDALLA, C., ROACH, B., EPP, D. (1992). Valuing environmental quality changes using averting expenditure. an application to groundwater contamination. *Land Economics*, 68(2), pp. 163-169.
- ABRAHAMS, N.A., HUBBELL, B.J., JORDAN, J.L. (2000). Joint production and averting expenditure measures of willingness to pay. Do water expenditures really measure avoidance costs? *American Journal of Agricultural Economics*, 82(May), pp. 427-437.
- ARBUÉS, F.; R. BARBERÁN, (2003). *Análisis de los factores condicionantes del consumo de agua en los hogares de la ciudad de Zaragoza*. Informe para el Ayuntamiento de Zaragoza (Documento inédito).
- AZQUETA, D. (2002). *Introducción a la economía ambiental*. Ed. McGraw-Hill, Madrid, 420 pp.
- BARTIK, T. (1988). Evaluating the benefits of non-marginal reductions in pollution using information on defensive expenditures. *Journal of Environmental Economics and Management*, 15, pp. 111-127.
- BLASCO, J.; BARINGO, D. (2005). *Zaragoza: ciudad sostenible. Estado de la cuestión*. Fundación Ecología y Desarrollo - Prames. Zaragoza
- CROPPER, M., OATES, W. (1992). Environmental economics. A survey. *Journal of Economic Literature*, XXX, pp. 675-740.
- EGAN, K.; HERRIGES, J.; KLING, C.; DOWNING, J. (2004). *Recreation demand using physical measures of water quality*. Selected Paper, American Agricultural Economics Association Annual Meeting, Denver, Colorado, August.
- EUROPEAN ENVIRONMENTAL AGENCY (EEA) (2003). *Europe's environment: the third assessment*. Oficina Oficial de Publicaciones de la Comisión Europea, Luxemburgo.
- FUNDACIÓN NUEVA CULTURA DEL AGUA (FNCA) (2004). Jornadas sobre Abastecimiento de Agua a Zaragoza, Zaragoza, 16 de Junio. (Consultado el 4/02/05 en <http://www.unizar.es/fnca/noticias/cast35.php>)
- GIBBS, J.; HALSTEAD, J.; BOYLE, K.; HUANG, J. (2002). An hedonic analysis of the effects of lake water clarity on New Hampshire lakefront properties. *Agricultural and Resource Economics Review*, Vol. 31(1), pp. 39-46.
- GOBIERNO DE NAVARRA (2003). *¿Agua para qué? Directrices para la gestión y el uso sostenible del agua en Navarra*. Departamento de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio y Vivienda. Pamplona. 173 pp.
- GREENE, W. (2003). *Econometric Analysis. 5<sup>th</sup> Edition*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 791 pp.

- HECKMAN, J. (1979). Sample Selection Bias as a Specification Error. *Econometrica*, 47, pp.153-161.
- MADDALA G.S., 1983. *Limited-dependent and qualitative variables in econometrics*. Cambridge University Press. Cambridge.
- OFICINA DE PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA – Confederación Hidrográfica de Ebro (OPH-CHE) (2004). El proyecto de traída de aguas a Zaragoza. Comunicación a las Jornadas sobre Abastecimiento de Agua a Zaragoza, Zaragoza, 16 de Junio. (Consultado el 4/02/05 en [www.unizar.es/fnca/varios/zgzamay2004/8.pdf](http://www.unizar.es/fnca/varios/zgzamay2004/8.pdf))
- ORGANIZACIÓN PARA LA COOPERACIÓN Y EL DESARROLLO ECONÓMICO (OCDE) (2004). *Análisis de resultados ambientales: España*. OCDE, París, 220 pp.
- ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS-UNICEF) (2000). *Global water supply and sanitation assessment 2000 report*. OMS, Ginebra, Suiza.
- SHONKWILER J.S., YEN S.T., 1999. Two-step estimation of a censored system of equations. *American Journal of Agricultural Economics*, 81, 972-982.
- TURNER, R.K. (1999). The place of economic values in environmental valuation. En Bateman y Willis (Eds.). *Valuing environmental preferences. Theory and practice of the contingent valuation method in the US, EU and developing countries*. Oxford University Press, Oxford, pp. 17-41.
- UM, M., KWAK, S., KIM, T. (2002). Estimating willingness to pay for improved drinking water quality using averting behaviour method with perception measure. *Environmental and Resource Economics*, 21, pp. 287-302.
- WHITEHEAD, J., VAN HOUTVEN, G. (1997). Methods for reviewing the benefits of the Safe Drinking Water Act. review and assessment. East Carolina University Working Paper ECU9705. <http://www.ecu.edu/econ/wp/97/ecu9705>.
- WHITEHEAD, J., HOBAN, T., VAN HOUTVEN, G. (1998). Willingness to pay and drinking water quality. an examination of the averting behaviour approach. Paper presented at the 68<sup>th</sup> annual conference of the Southern Economic Association, Baltimore, MD, November, 1998.
- WU, P., HUANG, C. (2001). Actual averting expenditure versus stated willingness to pay. *Applied Economics*, 33, pp. 277-283.