

**TARIFACIÓN Y TRIBUTOS SOBRE EL AGUA:
APROXIMACIÓN A LA DEMANDA DE AGUA DE USO INDUSTRIAL**

Cristina de Gispert

Departament d'Hisenda Pública
Universitat de Barcelona

Octubre, 1999

Dep.Hisenda Pública
Facultat de CC.Econòmiques
Universitat de Barcelona
Av.Diagonal, 690, Torre 4, Pl. 2^a
08034 Barcelona
e-mail: gispert@eco.ub.es

El precio del agua industrial en Cataluña es la suma de diferentes conceptos tributarios, cada uno de los cuales con una finalidad financiera concreta. Entre estos conceptos, el Tributo de Saneamiento (TS) sobre las aguas residuales es el único con un objetivo ambiental explícito. Esta fragmentación del precio del agua permite plantear la cuestión de si los usuarios industriales reaccionan a un precio marginal global al tomar su decisión de consumo y, al mismo tiempo, qué importancia tiene el TS en la formación del precio. En este trabajo, se estima una función simple de demanda de agua a partir de una muestra de observaciones a nivel de establecimiento industrial referidas a 1997. Los resultados empíricos muestran una cierta sensibilidad de la demanda industrial de agua al factor precio en determinados sectores.

1. INTRODUCCIÓN

El TS es un tributo propio de Cataluña que se creó en el año 1981¹ con la finalidad de destinar su recaudación a la financiación de las infraestructuras de saneamiento, necesarias para adecuar la calidad de las aguas continentales y litorales a unos objetivos establecidos. Su aplicación se hizo efectiva, aunque de forma progresiva, a partir del año 1983.

Aunque el TS nace con un objetivo fundamentalmente recaudador, dado su carácter finalista, ha incorporado en su funcionamiento el principio de *quien contamina paga*. Asimismo, la aplicación del TS sobre los usuarios industriales ha evolucionado en el tiempo de manera que se puede afirmar que el TS se ha ido aproximando a la idea teórica de impuesto ambiental puro, entendido como aquel que grava directamente la contaminación.

En concreto, desde el inicio de su aplicación y hasta 1992, muy pocos establecimientos tributaban por la contaminación realmente generada ya que no existía ningún mecanismo, desde el punto de vista de la gestión del TS, para medir la carga contaminante vertida del sector industrial de una forma generalizada. En consecuencia, la mayoría de los establecimientos tributaban mediante la aplicación de un precio industrial estándar

¹ La definición inicial del tributo se halla en la Ley catalana 5/1981, modificada por la Ley 17/1987 y, posteriormente, en la Ley 19/1991, modificada por la Ley 7/1994.

(pts./m³) sobre el consumo de agua realizado o bien según un concepto de contaminación estimada de forma indirecta (a partir de indicadores como, por ejemplo, el output o las materias primas utilizadas).

A partir de 1992², se introduce la obligación para las industrias de declarar la carga contaminante vertida. Este nuevo instrumento de gestión (*declaración de carga contaminante*) ha permitido generalizar la aplicación del tributo en función de la contaminación generada, así como desarrollar una base de datos a partir de la información solicitada en la declaración.

Actualmente, el TS que se aplica sobre los usuarios industriales³ se concreta en un tipo (en pts./m³) individualizado para cada establecimiento, determinado en función de la carga contaminante vertida, medida o declarada. El valor se obtiene a partir de una función polinómica donde se tienen en cuenta unos determinados parámetros de contaminación (materias en suspensión, materias oxidables, sales solubles y materias inhibidoras), ponderados con los precios unitarios legalmente aprobados para cada parámetro:

$$\text{Tipo individualizado (pts./m}^3\text{)} = \sum C_i * P_i$$

donde:

C_i es la concentración (unidades del parámetro por m³)

P_i es el precio unitario para cada parámetro (pts./unidad) establecido por la legislación

Dada la forma de cálculo del TS, es evidente que se trata de un precio sobre el que la industria puede influir si altera sus pautas de consumo de agua y/o de contaminación. De

² Decreto catalán 286/1992, de 24 de noviembre de 1992.

³ El tributo se exige tanto a los usuarios domésticos del agua como a los industriales. Sin embargo, en el caso doméstico, se aplica mediante un precio (pts./m³) proporcional estándar sobre el consumo de agua realizado. La Junta de Sanejament, organismo encargado de la gestión del tributo, define al usuario industrial como aquel con un consumo de agua superior a los 6.000 m³/año y/o con un vertido no asimilable al doméstico

hecho, como tributo ambiental que es, se espera que genere un cambio de comportamiento de la industria en cuanto a la carga contaminante generada.

En este sentido, las opciones que tienen las industrias para reducir las emisiones contaminantes son resumidamente las siguientes:

- Reducir el output o nivel de actividad productiva
- Modificar el proceso productivo a través de cambiar la tecnología
- Otras posibilidades: controles de final de proceso, relocalización del establecimiento, cambios en la distribución temporal del vertido.

Sin embargo, *a corto plazo* es probable que la empresa sólo tenga la posibilidad de reaccionar reduciendo su nivel de actividad productiva, dada la necesidad de un horizonte temporal suficientemente largo como para asumir una inversión en nueva tecnología. Es decir, a corto plazo se interpreta que la industria no puede alterar el tipo del TS al que se enfrenta sino que lo va a tomar como un valor dado (exógeno).

En este contexto, el TS es un componente más del precio del agua que se añade al precio a pagar a la entidad suministradora del recurso. Por tanto, surgen dos aspectos importantes a estudiar: por un lado, el aumento en el precio del agua debido a la aplicación del TS; por otro lado, la percepción que las industrias tienen del TS.

En cuanto al primer aspecto, es evidente que el TS ha contribuido a aumentar el precio del agua al ser, de hecho, un precio adicional que se añade a la tarifa de suministro. Esta contribución es importante ya que ha podido influir en la sensibilidad de la demanda industrial de agua a los factores económicos y, en particular, al precio. Es decir, cuanto mayor peso tengan los costes de agua sobre el total de costes de la industria, existe una mayor probabilidad de que se reaccione al factor precio.

En cuanto al segundo aspecto, la cuestión es si los consumidores industriales de agua son conscientes del funcionamiento del TS y reaccionan al tipo marginal calculado individualmente o si perciben el tributo como un aumento de *suma fija* de la factura de agua correspondiente.

Ambos aspectos deben matizarse porque se está hablando únicamente de aquellos costes del agua que se determinan a través de un "precio de mercado" explícito, sea en forma de tasa (como es el precio que se paga por el servicio de suministro) o de impuesto (como es el TS que se paga por verter las aguas residuales).

Sin embargo la industria se enfrenta a un conjunto de costes más amplio que éste. Siguiendo el planteamiento de Renzetti (1992), puede suponerse que la estructura de la demanda industrial de agua tiene cuatro componentes: la cantidad inicial de agua adquirida, el tratamiento previo a su utilización, el grado de reciclaje del agua y el tratamiento y vertido de las aguas residuales. Sería necesario considerar el conjunto de costes derivados de estos componentes, para poder hablar de un precio medio global del agua utilizada.

En este sentido, es importante destacar que, en este estudio, la información disponible permite analizar la demanda de agua en respuesta al factor **precio explícito**, es decir, aquél que se concreta en una o varias figuras tributarias.

En el *medio/largo plazo*, sería interesante ver cómo ha influido el TS en las decisiones de las industrias sobre cuánto contaminar. Es adecuado plantear este análisis a partir del momento en que el tributo funciona normalmente como gravamen sobre la contaminación, lo que ocurre, como se ha dicho anteriormente, desde 1992 (por el Decreto 286/1992). Pero debe tenerse en cuenta que el Decreto es de noviembre y que, por tanto, las declaraciones de carga contaminante empiezan a presentarse en 1993. Además, gran parte de estas primeras declaraciones tuvieron que ser revisadas y modificadas por la Junta de Saneamiento. Por tanto, 1994 es el año que puede ser considerado como punto de partida

para preguntarse sobre los efectos incentivadores del tributo cuyo resultado se manifiesta en la situación actual de la contaminación. Este objetivo lo abordamos en otro trabajo de investigación.

En la sección 2 se repasan las aportaciones empíricas relativas a la demanda de agua. En la sección 3 se resume la situación de precio del agua industrial en Cataluña. Posteriormente se presentan los datos que se utilizan para la estimación de la demanda (sección 4), el modelo a estimar (sección 5) y los resultados obtenidos (sección 6). Finalmente se aportan las conclusiones.

2. Investigaciones anteriores

Los estudios econométricos que consideran el agua como un input y que, por tanto, tratan de especificar una función de demanda de agua que se adapte al comportamiento específico del sector industrial son relativamente escasos, en comparación con los que investigan sobre el uso de otros inputs (trabajo, capital y energía) o los que modelizan la demanda residencial de agua.

Como señala Renzetti (1992), una primera generación de estudios está representada por los trabajos de Rees (1969), Turnovsky (1969) y De Rooy (1974). Estos autores estiman una única ecuación de demanda donde la variable más frecuentemente utilizada como proxy del precio es el gasto total dividido por el consumo total, hallando que la demanda de agua es inelástica (Turnovsky obtiene elasticidades situadas entre -0,50 i -0,63).

Estudios posteriores han ampliado el análisis del uso del agua por parte de la industria en varias direcciones. Grebenstein y Field (1979) y Babin, Willis y Allen (1982) estiman funciones de coste *translog* para las industrias americanas a partir de datos *cross section* de los estados. El agua se considera un input al igual que el trabajo, el capital y los materiales

y el precio del agua se define a través de su coste medio. Los valores obtenidos de la elasticidad se encuentran situados entre 0,0 y -0,80 dependiendo del sector industrial que se trate.

Más tarde Ziegler y Bell (1984) realizan un análisis que enlaza la cuestión sobre cual es el concepto de precio a utilizar en la función de demanda de agua⁴, con la necesidad de ajustar esta función al comportamiento del usuario industrial. En concreto, contrastan la hipótesis nula que no hay diferencia significativa en la estimación de la demanda industrial de agua al utilizar el coste medio y el coste marginal respectivamente, a partir de una muestra de empresas que se autoabastecen (es decir, con fuentes propias de suministro de agua). Los conceptos de precio utilizados (coste medio y marginal) incluyen los costes de captación, tratamiento y vertido, es decir, que se tienen en cuenta los efectos de la calidad del agua en la demanda. Los resultados de la estimación indican que ambos conceptos de precio son estadísticamente significativos aunque se observa un mejor ajuste en el modelo que utiliza el precio medio.

Williams y Suh (1986) profundizan en los factores específicos que determinan la demanda de los diferentes tipos de usuarios (residencial, comercial e industrial) y tratan de averiguar cuál es la sensibilidad de la demanda al precio en cada caso. En cuanto al agua de uso industrial, estos autores destacan su carácter de input en el proceso productivo y señalan que las diferencias en la cantidad demandada entre sectores se explican fundamentalmente por las diferencias en la tecnología y en el proceso para reciclar el agua. En concreto, la cantidad de agua consumida en el sector industrial se supone que es una función del valor añadido, del número de usuarios del servicio (ya que se utilizan datos agregados por

⁴Hay una literatura muy extensa de estudios empíricos sobre demanda residencial de agua que intentan probar cuál es el precio relevante, es decir, el concepto de precio al que reaccionan los consumidores en la función de demanda de agua (o de otros bienes como la electricidad que se caracterizan por ser *public utilities*). La cuestión fundamental es que la aplicación de tarifas no lineales o tarifas de dos partes en este tipo de bienes plantea una situación en la que el consumidor no se enfrenta a un precio único. En consecuencia, se cuestiona cuál es el precio que percibe el consumidor y en el que basa su comportamiento. Los estudios de Taylor (1975), Nordin (1976), Billings y Agthe (1980), Foster y Beattie (1981), Opaluch (1982), Shin (1985) y Nieswiadomy y Molina (1991) son algunos de los trabajos que avanzan en esta línea.

compañía) y de los precios (diferentes especificaciones). Los resultados muestran una mayor sensibilidad de la demanda de agua industrial al precio si se compara con la demanda de los usuarios residenciales y comerciales (para el caso industrial, se hallan valores entre -0,437 y -0,974).

Un planteamiento más innovador es el que realiza Renzetti (1992) para industrias del Canadá. Renzetti considera cuatro subinputs del agua: la obtención de agua inicial, el tratamiento previo a su utilización en el proceso productivo, el grado de reciclaje y el tratamiento y vertido de las aguas residuales. El precio de cada subinput, excepto el primero, se aproxima a partir del coste medio de cada actividad y el precio del agua obtenida inicialmente se recoge a través de una variable instrumental que tiene en cuenta las características del sistema de tarifas al que se enfrenta la industria. Las elasticidades-precio para el agua obtenida inicialmente toman valores desde -0,15 a -0,59 dependiendo del sector. También se observa que la elasticidad en la fase de obtención del agua es menor en valor absoluto que la elasticidad para el resto de usos.

Posteriormente Renzetti (1999) amplía el modelo considerando una función de costes que tiene en cuenta los inputs tradicionales (capital, trabajo, energía y materiales) y dos de los subinputs de agua, la obtención y el reciclaje de la misma. Los resultados muestran que la obtención de agua es sustitutivo del capital, del trabajo y de la energía, y complementario de los materiales. El reciclaje es sustitutivo únicamente del trabajo.

3. Panorámica del precio global del agua industrial en Cataluña

Los costes asociados al uso del agua en el sector industrial de Cataluña son muy heterogéneos dependiendo de las circunstancias de cada empresa industrial. Las industrias soportan fundamentalmente unos costes de abastecimiento o de obtención del agua, unos costes de utilización interna de la misma y unos costes de saneamiento. Pero sólo una parte de estos costes se canaliza mediante la exacción de tributos.

Costes de abastecimiento

Son los costes relacionados con la obtención del agua, ya sea por medio de una compañía o de captaciones propias (pozos). El pago por la obtención de agua de compañía depende de la política de tarifas que se aplique. Debe tenerse en cuenta que el servicio de abastecimiento urbano de agua es una competencia obligatoria a nivel municipal. Sin embargo, los ayuntamientos pueden prestar el servicio mediante fórmulas de gestión directa o indirecta, siendo la concesión administrativa la fórmula predominante en los municipios de más de 5.000 habitantes.

En general, se aplican sistemas de *tarifas de dos partes*, donde una parte viene determinada por una cuota fija de servicio o bien un mínimo de consumo establecido, y la segunda parte de la tarifa depende del volumen de agua utilizado, siendo un precio (pts./m³) uniforme o creciente según bloques de consumo.

Otro concepto tributario que se incluye en los costes de abastecimiento es el *Canon de Infraestructura Hidráulica*⁵ (CIH), impuesto propio de la Generalitat de Cataluña que sirve para financiar las grandes obras hidráulicas como pantanos, canales, etc. El pago se realiza a partir del consumo de agua, sobre el que se aplican unos coeficientes reductores que varían por segmentos de consumo. Estos coeficientes son distintos si el agua es suministrada por una compañía o si es agua de captaciones propias.

⁵ Creado por la Ley catalana 5/1990, de 9 de marzo, de infraestructura hidráulica de Cataluña.

En el caso de las empresas industriales localizadas en el área metropolitana de Barcelona, en concreto, en los municipios que integran la *Entidad Metropolitana del Medio Ambiente*⁶, existen dos tributos adicionales: la *Tarifa Complementaria de Garantía y Suministro* (TCGS) y la *Tasa Ambiental de Gestión de Residuos Municipales* (TAMGREM).

La TCGS tiene como objetivo la financiación de obras hidráulicas de ámbito metropolitano que garanticen el suministro y la calidad del agua a los usuarios. Se concreta en un precio (pts./m³) uniforme sobre el volumen de agua consumido. Por otro lado, la TAMGREM sirve para financiar la eliminación de los residuos sólidos urbanos. Aunque se trata de un concepto ajeno al ciclo del agua, su pago se determina a partir del consumo de la misma (tanto si es de compañía como de pozos) y de un tipo de gravamen expresado en pts./m³. Sin embargo, los consumos industriales que exceden de 1.500 m³/año (375 m³/trimestre o 125 m³/mes) no son computables en la base imponible. Como resultado de esta exención, una parte importante de los establecimientos industriales pagan habitualmente una cantidad fija en concepto de TAMGREM (el producto del tipo de gravamen por los 1.500 m³).

Costes de utilización interna

Entre estos costes se pueden incluir los relacionados con algún tipo de tratamiento del agua (descalcificación, desmineralización, potabilización, etc.), previo a su utilización en el proceso productivo. Son costes muy variables ya que dependen de las características del agua y de las condiciones que sea necesario alcanzar. En cualquier caso, no hay un precio de mercado explícito para este concepto de coste.

Costes de saneamiento

Engloban los costes generados por los procesos de depuración interna que realiza el establecimiento industrial y también el *Tributo de Saneamiento* (TS) asociado a la contaminación de los vertidos. Los costes de depuración son los relativos a la amortización

⁶ La Entidad Metropolitana del Medio Ambiente se crea con la Ley catalana 7/1987. La competencia que los ayuntamientos tienen respecto a las redes secundarias de abastecimiento de agua corresponde a l'EMMA dentro de su ámbito territorial.

de la inversión inicial, los dedicados a personal, energía y reactivos y, finalmente, los de evacuación y tratamiento de fangos.

La legislación diferencia el control de la contaminación de los vertidos, en función de que éstos se liberen al alcantarillado o al cauce público. Los límites de contaminación de los vertidos al alcantarillado son mucho más tolerantes que los correspondientes al cauce público, porque se supone que los primeros experimentan una depuración final conjunta. Por tanto, la magnitud de los costes de depuración depende también de esta circunstancia, el tipo de vertido, así como del nivel de la tecnología del establecimiento industrial.

Finalmente, el Tributo de Saneamiento es el otro concepto de coste que aparece en la fase de vertido de las aguas residuales y que es objeto de análisis en este trabajo.

La Tabla 1 recoge el valor en pesetas por metro cúbico de cada uno de los conceptos de precio (explícito) mencionados para 1997.

Tabla 1

Conceptos de precio (año 1997)	Pts./m³
Tarifa de la compañía suministradora	Variable
Tarifa Complementaria de Garantía y Suministro	11,9
Tasa Ambiental de Gestión de Residuos municipales	23,42
Canon de Infraestructura Hidráulica	17,21
Tributo de Saneamiento	Variable
Otros conceptos (tasa alcantarillado)	Variable

4. Los datos

Hay dos fuentes de datos utilizadas en esta investigación. Por un lado, la información procedente de las declaraciones de carga contaminante vertida (DCCV) que las industrias presentan a la Junta de Sanejament y, por otro lado, las tarifas del agua de las diferentes entidades suministradoras publicadas en el Diario Oficial de la Generalitat de Catalunya. El año de referencia es 1997.

La base de datos formada a partir de las DCCV proporciona información a nivel de establecimiento industrial teniendo en cuenta que la declaración no es recurrente, es decir, no debe cumplimentarse cada año sino únicamente cuando la empresa adopta algún cambio en su proceso productivo que pueda alterar las características de contaminación de su vertido. La información declarada hace referencia a las características del proceso productivo (output e inputs), a los datos de consumo y utilización del agua, a las características del vertido y al régimen de trabajo del establecimiento. Sin embargo, sólo se ha podido disponer de una parte de esta información, en concreto, de los siguientes campos:

- Municipio donde se localiza el establecimiento
- Sector industrial al que pertenece (CNAE-74 a nivel de 4 dígitos)
- Número de trabajadores
- Tipo de declaración cumplimentada (simplificada u ordinaria)
- Disponibilidad de fuentes propias de suministro de agua:
No: el establecimiento sólo utiliza agua de compañía
Sí: el establecimiento tiene fuentes propias de suministro de forma exclusiva o combinada con agua de compañía
- Caudal de agua utilizado ($\text{m}^3/\text{año}$)
- Tipo de vertido: si el establecimiento vierte a cauce o a sistema público de saneamiento
- Parámetros de contaminación: MES, MO, SOL, MI
- Tipo del TS ($\text{pts.}/\text{m}^3$)

La información publicada en el DOGC relativa a las tarifas del agua recoge los esquemas de precio aplicados por las diferentes compañías de suministro que han verificado el trámite de ser aprobados por la Comisión de Precios de Cataluña siguiendo el régimen de precios autorizados⁷.

Es preciso recurrir a esta fuente para asignar un precio marginal del agua a cada establecimiento industrial, en función del municipio donde se localiza y, por tanto, según cual sea la entidad suministradora y del nivel de consumo realizado, puesto que en la mayoría de los casos se aplican tarifas crecientes según bloques de consumo (ver anexo).

La muestra disponible está formada por los establecimientos industriales que han presentado la DCCV y que están ubicados en el ámbito territorial de los municipios abastecidos *en alta* (desde los pantanos hasta los depósitos municipales) actualmente por la red de Aigües Ter-Llobregat⁸. Se trata de unos 80 municipios (Barcelona y su entorno) que suponen una población de 4.435.000 habitantes y una demanda anual de 500 hm³. La red ATLL distribuye entre 325 y 350 hm³/año mientras que el resto, 175-150 hm³/año, proviene de pozos locales.

5. Modelo planteado

Para formular una ecuación representativa de la demanda de agua que realiza la industria se parte del concepto de demanda derivada. Es decir, se supone que una empresa decide la cantidad de cada input (incluyendo el agua) intentando minimizar el coste de producir un determinado nivel de output. De manera que la cantidad óptima (de mínimo coste) de agua demandada por la empresa puede expresarse de la siguiente forma:

⁷ A través del Decreto 24/1981 se atribuyen facultades a la Comisión de Precios de Cataluña en materia de servicios públicos de competencia local sujetos al régimen de precios autorizados.

⁸ Aigües Ter-Llobregat es la empresa pública de la Generalitat que asume el servicio público de producción y suministro de agua potable para abastecimiento de poblaciones en el área de Barcelona.

$$X^* = f(Y, P_w, P_i)$$

Donde:

Y es el nivel de output determinado exógenamente

P_w es el precio del agua

P_i es el precio del resto de factores productivos

No se dispone de información sobre el resto de inputs pero, a corto plazo, puede suponerse que éstos son constantes (Renzetti, 1992). Por otro lado, se utiliza el número de trabajadores como variable proxy del output o escala de producción de la empresa.

Suponiendo una función de producción Cobb-Douglas, el punto de partida es la siguiente ecuación de demanda de agua:

$$X^* = A.L^\alpha .P^\beta$$

siendo L el número de trabajadores y P el precio marginal del agua abastecida.

En cuanto al concepto de precio a utilizar, existe el problema de que las observaciones de consumo de agua disponibles son anuales y los esquemas de tarifas de las compañías suministradoras se basan habitualmente en niveles de consumo mensuales. Como señala Renzetti (1992), si no se conoce la distribución del uso industrial del agua a lo largo del año, es preciso realizar alguna hipótesis para poder determinar cuál es el precio marginal del agua de entrada.

La solución adoptada aquí ha consistido en dividir el consumo anual por 260, ya que la media de vertido industrial en Cataluña es de 260 días/año. Es decir, se considera que si se vierte durante 260 días/año también se consume agua durante 260 días/año. De esta forma se obtiene una cifra de consumo/día que se multiplica por 21,7 (la media de días hábiles de un mes *típico*) para obtener el consumo mensual.

En otras palabras, se considera una distribución regular del consumo a lo largo del año que evidentemente no tiene porqué ser cierta en todos los casos. Si el consumo fuese muy irregular, dado un esquema de tarifas crecientes en bloques, podría ocurrir que la empresa saltara de bloque y de precio marginal del agua según el mes. Por tanto, el supuesto implícito que se realiza es que la decisión de consumo anual de agua que toma cada empresa depende del precio marginal al que se enfrenta en un mes *típico*, definido en los términos anteriores.

Cabe señalar, sin embargo, que la mayoría de empresas se sitúan por nivel de consumo mensual en el último bloque considerado en el sistema de tarifas, dado que el tramo de metros cúbicos sujeto al precio intramarginal (el llamado subsidio implícito) es relativamente bajo, es decir, fácilmente alcanzable por éstas.

El concepto de precio así obtenido hace referencia exclusivamente a la tarifa de suministro. Sin embargo, como ya se ha señalado anteriormente, el precio marginal global (y explícito) que paga una industria por el agua obtenida no es sólo el precio de la compañía sino también el resultado de añadir ciertos tributos relacionados con el ciclo del agua. Por tanto, para los establecimientos ubicados en el ámbito de la EMMA se añade la TCGS y en todos los casos el CIH, siendo ambos precios estrictamente proporcionales al consumo realizado. No se considera la TAMGREM cuando los consumos anuales superan los 1.500 m³, dado que la exención que se aplica en estos casos hace que ésta se convierta en una cantidad fija a pagar. Sí que se tiene en cuenta cuando se trata de consumos inferiores a 1.500 m³/año porque entonces la TAMGREM consiste en un precio proporcional aplicado al volumen de agua.

Las estimaciones se realizan para las empresas con un consumo de más de 6.000 m³/año y que declaran obtener el agua exclusivamente mediante el contrato con una compañía suministradora, con el objetivo de trabajar con una muestra lo más homogénea posible (tamaño muestral: N=230).

La Tabla 2 recoge la información estadística básica de las variables utilizadas en la estimación, donde también se han introducido cuatro variables *dummies* correspondientes a los sectores alimentario (d1), papel (d2), químico (d3) y textil (d4) que configuran la muestra.

Tabla 2. Resumen estadístico de las variables del modelo

Variable	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Q: Consumo (m ³ /año)	39.993	67.714,78	6.144	590.591
L: Trabajadores	91	102,16	1	646
P: Precio global (ptes./m3)	187,71	67,19	62,77	530,32
Tributo saneamiento	53,91	51,37	1,62	381,79

La ecuación que se estima es la siguiente:

$$\ln Q = d_i + a \ln L + \sum_{i=1}^4 b_i d_i \ln P$$

a través del sistema de mínimo cuadrados ordinarios y con la corrección de los estadísticos debido a la presencia de heteroscedasticidad.

6.Resultados

Los resultados deben interpretarse teniendo en cuenta que, aunque se trabaja con una muestra de establecimientos industriales con un consumo anual superior a los 6.000 m³, es un subconjunto que consume relativamente poca agua en relación con el conjunto de establecimientos que también obtienen el agua de fuentes propias de suministro⁹. Por tanto, son empresas que por un lado se enfrentan a un precio del agua relativamente alto debido a la zona donde están ubicadas (área de Barcelona) pero que por otro lado no han tenido, hasta este momento, el incentivo de recurrir a fuentes propias de suministro dado su nivel de consumo. Esta última posibilidad es para estos establecimientos un bien sustitutivo del agua de compañía, siempre que sea técnicamente posible acceder al agua de pozo.

Los resultados muestran (Tabla 3), en primer lugar, la significación del coeficiente relativo al número de trabajadores, variable utilizada como *proxy* del output de la empresa. La significación de los términos independientes correspondientes a cada sector indica que hay efectos sectoriales relevantes que no vienen explicados a través de las variables de precio o número de trabajadores, como podría ser, por ejemplo, el nivel de la tecnología disponible.

En cuanto a la reacción del consumo a la variable precio considerada debe tenerse en cuenta que se supone que el consumidor reacciona al precio marginal **total** del agua, es decir, aquel concepto de precio que engloba tanto la tarifa de la compañía suministradora como los diferentes tributos que inciden en la fase de consumo. Es posible que se trate de un supuesto fuerte, puesto que la factura de agua es compleja y además el precio marginal total no es percibido de forma inmediata, por parte del usuario.

⁹ En el ámbito ATLL considerado, las empresas que obtienen el agua exclusivamente de compañía representan un 73% del total de empresas (con pozos y sin pozos) pero sólo un 33 % en términos de caudal de agua.

Tabla 3

Variable	Estimadores MCO	Std.error	Std.error Robusto	T Robusta	Sig.
L	0.20	0.056	0.065	3.11	0.0021
D1 (n= 56) alim.	8.79	1.909	2.133	4.13	0.0001
D2 (n= 13) papel	9.12	4.437	3.681	2.48	0.0140
D3 (n= 105) químico	12.30	1.446	1.487	8.27	0.0000
D4 (n= 56) textil	16.57	3.168	3.666	4.52	0.0000
P d1	0.082	0.365	0.410	0.199	0.8425
P d2	-0.064	0.860	0.721	-0.088	0.9293
P d3	-0.645	0.276	0.282	-2.284	0.0233
P d4	-1.396	0.626	0.719	-1.942	0.0534
<i>F</i>	4.312				
<i>Prueba Breusch-Pagan</i>	3.875 (χ^2_1 al 5% = 3.841)				

Los resultados muestran que el sector textil y el sector químico son sensibles al factor precio al tomar su decisión de consumo de agua. En las industrias del papel y alimentaria el agua forma parte intrínseca del proceso de producción, es decir, la incorporación del agua al producto (en las industrias de bebidas o en la formación de la pasta de papel) es una característica importante en estos sectores. Además, en el caso del sector alimentario, la necesidad de cumplir con unos requisitos sanitarios que obligan a realizar continuas limpiezas de las instalaciones, de la maquinaria y del personal, implica un consumo de agua de muy difícil reducción.

Tabla 4

Sector	Q/L (m3/trabajador)	Fra.agua /L (pts./trab.)	Fra.TS/L (pts./trab)	TS/P (%)
Alimentario	585,87	115.646	36.430	31,5
Papel	217,13	38.655	9.119	23,6
Químico	251,11	49.948	13.141	26,3
Textil	900,87	143.499	46.269	32,2

La información de la Tabla 4 ayuda a interpretar los resultados. El sector textil que es el que presenta un valor de la elasticidad precio más elevado (-1,39), también es el que presenta unos ratios más altos, tanto de consumo de agua por trabajador (Q/L), como del gasto en agua por trabajador (Fra.agua/L). Además, es donde el tributo de saneamiento alcanza una proporción mayor del precio del agua (TS/P=32,2%).

Aunque la muestra está formada por empresas no altamente consumidoras (sólo se abastecen de agua de compañía), es lógico pensar que las empresas que tienen un gasto en agua relativamente elevado sean las que reaccionen más significativamente al factor precio.

7. Conclusiones

La aplicación de tributos ambientales sobre la contaminación de las aguas residuales está muy vinculada a la política de precios del agua que se esté llevando a cabo desde la Administración (en su caso, junto al sector privado). En el caso de Cataluña, el precio final del agua al que se enfrenta la industria es un concepto que engloba, además de la propia tarifa por el servicio de suministro, diversos tributos relacionados con el ciclo completo del agua, siendo el Tributo de Saneamiento la única figura con un carácter ambiental explícito.

Aunque el diseño eficiente de tributos ambientales sigue sus propias pautas y que se espera que causen unos determinados efectos sobre el comportamiento de las industrias en cuanto a la reducción de la contaminación, no está claro cuáles pueden ser los efectos de estos tributos (que a menudo se concretan en un precio/m³) cuando se combinan con el resto de conceptos que forman el precio final del agua que probablemente percibe la industria.

En concreto, es muy interesante profundizar en el estudio de cómo interacciona el Tributo de Saneamiento (precio calculado para cada establecimiento industrial en función de su contaminación) con los esquemas de tarifas que aplican las compañías de suministro y con el resto de tributos, cuál es la percepción de precio que tiene el usuario industrial del agua y cómo reacciona este usuario al tomar su decisión de consumo.

En este trabajo se presenta un ejercicio empírico que consiste en la estimación de una función de demanda industrial de agua y la obtención de las correspondientes elasticidades precio por sectores, a partir de la información contenida en la base de datos del Tributo de Saneamiento así como la relativa a los esquemas de tarifas aplicados por las diferentes compañías de suministro.

Los resultados deben interpretarse teniendo en cuenta que se trabaja con una muestra muy concreta: establecimientos industriales ubicados en los municipios abastecidos en alta por la empresa Aigües Ter Llobregat, que declaran obtener el agua exclusivamente mediante el contrato con una compañía (no tienen fuentes propias de suministro) y que realizan un consumo de agua superior a los 6.000 m³.

Los resultados indican que la utilización industrial del agua es sensible al factor precio en dos de los cuatro sectores considerados, el químico y el textil. Éste es un primer paso para predecir que si se aumenta el precio del agua (desde cualquiera de los conceptos que la integran) la industria puede reaccionar buscando alternativas para reducir el gasto asociado: substituyendo parcialmente agua de compañía por agua de pozos que es más barata;

haciendo uso de la posibilidad de reciclar parte del agua obtenida inicialmente; realizando actuaciones para reducir la contaminación y, por tanto, reducir el valor del Tributo de Saneamiento al que está sujeto, etc. En cualquier caso, el grado con el que puedan aprovecharse estas opciones variará mucho dependiendo del sector industrial al que pertenezca el establecimiento, de su localización geográfica, del nivel de la tecnología, etc.

ANEXO

Municipios abastecidos en alta por la empresa pública Aigües Ter Llobregat

Sistemas tarifarios:

A11: sin mínimo de consumo; tarifas crecientes en bloques

A2: sin mínimo de consumo; tarifa proporcional

B1: con mínimo de consumo; tarifas crecientes en bloques

Fuente: tarifas publicadas en el DOGC y elaboración propia

Tabla I

<i>Red Aigües Ter-Llobregat</i>		
MUNICIPIOS CON SISTEMA TARIFARIO A11	POBLACIÓN	TARIFA INDUSTRIAL DIFERENC.
Abrera	6.629	No
Alella	7.540	No
Barberà del Vallès	24.623	Sí
Cardedeu	10.467	No
Esparreguera	14.188	Sí
Lliçà de Vall	4.312	Sí
Mollet del Vallès	43.502	Sí
Montornès del Vallès	11.573	No
Parets del Vallès	12.292	Sí
Premià de Mar	25.300	No
Sabadell	188.386	Sí
Sta.Perpètua de Mogoda	17.603	Sí
Terrassa	162.327	Sí
Tiana	5.168	No
Vilassar de Dalt	7.224	No
Vilassar de Mar	14.631	No
Municipios ámbito AGBAR	2.718.154	Sí
Badalona	217.983	
Barcelona	1.614.571	
Begues	2.799	
Castelldefels	36.647	
Cerdanyola del Vallès	50.235	
Cornellà de Llobregat	83.287	
Esplugues de Llobregat	48.244	
Gavà	37.953	
Hospitalet de Llobregat, l'	262.501	
Montgat	7.809	
Pallejà	6.994	
Papiol, el	3.478	
Sant Adrià de Besòs	34.361	
Sant Boi de Llobregat	79.737	
Sant Climent de Llobregat	2.443	
Sant Joan Despí	27.013	
Sant Just Desvern	13.553	
Sta.Coloma de Cervelló	3.242	
Sta.Coloma de Gramanet	129.751	
Torrelles de Llobregat	3.043	
Viladecans	52.510	

Tabla II
Red Aigües Ter-Llobregat. Sistema tarifario: parte fija

MUNICIPIOS CON SISTEMA TARIFARIO A11	CUOTA FIJA SERVICIO			Conservación Contadores PTA/mes
	Número (1)	Importe (PTA/mes) Mínimo Máximo		
Abrera	4	591	3.847	No
Alella	1	215	215	52-510 (2)
Barberà del Vallès	7	2.198	28.797	No
Cardedeu	1	437	437	no
Esparreguera	2	353	696	35
Lliçà de Vall	1	500	500	no
Mollet del Vallès	10	230	10.745	no
Montornès del Vallès	1	317	317	no
Parets del Vallès	1	360	360	no
Premià de Mar	1	386	386	45
Sabadell	9	2.032	81.290	no
Sta.Perpètua de Mogoda	9	1.842	73.663	no
Terrassa	9	2.419	53.501	no
Tiana	1	239	239	60-187 (2)
Vilassar de Dalt	1	168	168	30-373 (2)
Vilassar de Mar	6	175	3.176	60
Municipios ámbito AGBAR	18	617	2.311.389	No

(1) Cuando hay más de una CFS, ésta varía según el diámetro de contador

(2) Valores mínimo y máximo

Tabla III

Red Aigües Ter-Llobregat. Sistema tarifario: parte variable

MUNICIPIOS CON SISTEMA TARIFARIO A11	Nº Bloques	Precio 1 Pta/m3	Límite bloq.1 m3/mes	Precio 2 Pta/m3	Límite bloq.2 m3/mes	Precio 3 Pta/m3	Límite bloq.3 m3/mes	P
Abdera	2	32,79	45(1)	59,03				
Alella	3	36,20	15	61,30	30	107,70		
Barberà del Vallès	3	45,36	100(2)	66,80	1000(2)	85,00		
Cardedeu	2	35,00	6	67,60				
Esparreguera	2	44,00	15	82,50				
Lliçà de Vall	3	80,00	10	130,00	20	180,00		
Mollet del Vallès	3	42,37	50(1)	53,41	1000(1)	71,79		
Montornès del Vallès	3	36,00	26(1)	85,60	54(1)	175,00		
Parets del Vallès	3	35,00	10	70,00	30	88,00		
Premià de Mar	3	16,00	10	28,60	20	100,30		
Sabadell	2	48,75	variable	71,31				
Sta.Perpètua de Mogoda	2	52,73	variable	79,21				
Terrassa	2	82,45	variable	85,57				
Tiana	2	56,10	10	69,70				
Vilassar de Dalt	4	40,00	10	61,80	20	84,80		30
Vilassar de Mar	3	27,83	10	65,00	20	137,39		
Municipis àmbit AGBAR	2	82,64	variable	119,05				

(1) m3 referidos a periodo trimestral

(2) m3 referidos a período bimestral

(3) Pub = precio del último bloque

Tabla IV

<i>Red Aigües Ter-Llobregat</i>		
MUNICIPIOS CON SISTEMA TARIFARIO A2	POBLACIÓN	TARIFA INDUSTRIAL
Argentona	8.627	sí
Cabrera	3.277	sí
Canovelles	13.506	sí
Castellbisbal	5.864	sí
Dosrius	2.203	sí
Garriga, la	10.287	sí
Granollers	53.225	sí
Martorell	17.493	sí
Mataró	102.137	sí*
Premià de Dalt	7.555	sí
Ripollet	28.622	sí
Sant Cugat del Vallès	44.956	sí
Sant Esteve Sesrovires	3.422	sí
Sant Quirze del Vallès	10.262	sí

* Tarifa para suministros "no domésticos"

Tabla V

Red Aigües Ter-Llobregat. Sistema tarifario: parte fija

MUNICIPIOS CON SISTEMA TARIFARIO A2	CUOTA FIJA SERVICIO			Conservación Contadores PTA/mes
	Número (1)	Importe (PTA/mes)		
		Mínimo	Máximo	
Argentona	1	2.900	2.900	No
Cabrera	1	268	268	31-373
Canovelles	1	272	272	30
Castellbisbal	1	802	802	no
Dosrius	1	739	739	39-74
Garriga, la	1	544	544	97
Granollers	1	214	214	51-320
Martorell	20	724	1.456.895	56-5.867
Mataró	11	770	55.832	no
Premià de Dalt	1	186	186	40-391
Ripollet	10	231	286.803	58-939
Sant Cugat del Vallès	11	666	68.056	71-3.000
Sant Esteve Sesrovires	4	709	13.047	no
Sant Quirze del Vallès	0	0	0	51

(1) Cuando hay más de una CFS, ésta varía según el diámetro de contador

Tabla VI

Red Aigües Ter-Llobregat.
Sistema tarifario: Parte variable

MUNICIPIOS CON SISTEMA TARIFARIO A2	Precio Pta/m3 A	Precio con Inversión B
Argentona	55,00	55,00
Cabrera	69,10	69,10
Canovelles (1)	104,50	117,68
Castellbisbal (2)	71,69	73,76
Dosrius	71,00	71,00
Garriga, la (3)	142,20	156,93
Granollers (4)	81,10	82,86
Martorell	40,73	40,73
Mataró	61,40	61,40
Premià de Dalt	73,00	73,00
Ripollet (5)	36,68	47,68
Sant Cugat del Vallès (6)	91,42	101,12
Sant Esteve Sesrovires	103,90	103,90
Sant Quirze del Vallès	74,10	74,10
Mitjana	76,84	80,59

Notas referidas a la columna A:

- (1) No incluye recargo para financiación de mejoras en alta realizadas por ATLL de 13,18 pts./m3
- (2) No incluye el complemento de tarifa de red básica de 2,07 pts./m3
- (3) No incluye recargo para financiación de mejoras en alta realizadas por ATLL de 14,73 pts./m3
- (4) No incluye recargo para financiación compra de pozos de 1,76 pts./m3
- (5) No incluye el complemento de tarifa de red básica de 11,00 pts./m3
- (6) No incluye el complemento de tarifa de red básica de 9,70 ptes./m3

Tabla VII

<i>Red Aigües Ter-Llobregat</i>		
MUNICIPIOS CON SISTEMA TARIFARIO B1	POBLACIÓN	TARIFA INDUSTRIAL DIFERENC.
Caldes d'Estrac	1.652	no
Franqueses del Vallès, les	10.768	no
Llagosta, la	11.662	sí
Martorelles (1)	5.041	sí
Palau de Plegamans (I)	9.539	no
Polinyà	3.904	sí
Roca del Vallès, la	6.502	sí
Rubí	53.100	sí
Sant Fost de Campsentelles	5.612	sí
Sant Vicenç de Montalt	2.091	no

Tabla VIII

MUNICIPIOS CON SISTEMA TARIFARIO B1	Mínimo Consumo m3/mes	Número bloques	Precio 1 Pta/m3	Límite bloq.1 m3/mes	Precio 2 Pta/m3	Límite bloq.2 m3/mes	Precio 3 pta/m3	Pub/Precio 1 (3)
Caldes d'Estrac	15	3	51,4	15	77,8	30	113,9	2,22
Franqueses del Vallès, les	10	3	27,00	10	67,90	30	185,60	6,87
Llagosta, la	20	2	136,20	20	195,60			1,44
Martorelles (1)	Variable	2	64,70	Variable	108,60			1,68
Palau de Plegamans (I)	15	3	48,20	15	132,80	30	226,30	4,70
Palau de Plegamans (II)	15	3	54,80	15	142,50	30	264,10	4,82
Polinyà	50(2)	2	71,20	50(2)	128,80			1,81
Roca del Vallès, la	10	2	50,00	20	100,00			2,00
Rubí	Variable	2	84,50	Variable	86,50			1,02
Sant Fost de Campsentelles	Variable	2	97,80	Variable	151,90			1,55
Sant Vicenç de Montalt	7	3	61,60	7	72,50	14	97,90	1,59

(1) Hay una tarifa para grandes consumidores igual a 49,6 pts./m3

(2) m3 referidos a período trimestral

Bibliografia

Babin, F., Willis, C. y Allen, P. (1982), "Estimation of Substitution Possibilities between Water and Other Production Inputs", *American Journal of Agricultural Economics*, 64 (1), 148-51.

Billings, R.B. y Agthe, D.E. (1980), "Price Elasticities for Water: A Case of Increasing Block Rates", *Land Economics*, 56, 73-84.

De Rooy, J. (1974), "Price Responsiveness of the Industrial Demand for Water", *Water Resources Research*, vol.10 n° 3, 403-406.

Foster, H.S. y Beattie, B.(1979), "Urban Residential Demand for Water in the U.S.", *Land Economics*, 55, 43-58.

Grebenstein, C. y Field, B. (1979), "Substituting for Water Inputs in U.S. Manufacturing", *Water Resources Research*, 15 (2), 228-32.

Junta de Sanejament (1996), *Programa de Sanejament d'aigües residuals industrials de Catalunya*, Generalitat de Catalunya, Departament de Medi Ambient.

Nieswiadomy, M.L. y Molina, D.J. (1991), "A Note on Price Perception in Water Demand Models", *Land Economics*, 67(3), 352-59.

Nordin, J.A. (1976), "A Proposed Modification on Taylor's Demand Analysis: Comment", *The Bell Journal of Economics*, 7, 719-21.

Opaluch, J.J. (1982), "Urban Residential Demand for Water in the United States: Further Discussion", *Land Economics*, 58, 224-27.

Rees, J. (1969), "Industrial Demand of Water: A Study of South East England", London: Weidenfeld and Nicolson.

Renzetti, S. (1992), "Estimating the Structure of Industrial Water Demands: The Case of Canadian Manufacturing", *Land Economics*, 68(4), 396-404.

Renzetti, S. (1993), "Examining the Differences between Self and Publicly Supplied Firms Water Demands", *Land Economics*, 69(2), 181-188.

Renzetti, S. (1998), "Municipal Water Supply and Sewage Treatment: Costs, Prices and Distortions", mimeo, Department of Economics, Brock University.

Renzetti, S. (1999), "The Role of Water in the Canadian Manufacturing Sector", mimeo, Department of Economics, Brock University.

Renzetti, S. y Dupont, D. (1997), "The Impact of a Provincial Water Use Charge", report prepared for the Ontario Ministry of Natural Resources, Toronto.

Shin, J. (1985), "Perception of price when price information is costly: Evidence from residential electricity demand", *Review of Economics and Statistics*, 67(nov.), 591-98.

Sigman, H. (1996), "The Effects of Hazardous Waste Taxes on Waste Generation and Disposal", *Journal of Environmental Economics and Management*, 30, 199-217.

Taylor, L.D. (1975), "The Demand for Electricity: A Survey", *The Bell Journal of Economics*, 6, 74-110.

Terza, H. y Welch (1982), "Estimating demand under block rates: Electricity and water", *Land Economics*, 58, 181-186.

Trujillo, L. (1994), "Fijación de precios óptimos en el suministro urbano de agua", *Revista de Economía Aplicada*, 5 (vol.II), 111-135.

Turnovsky, S. (1969), "The Demand for Water: Some Empirical Evidence on Consumers", *Water Resources Research*, 5(2), 350-61.

Williams, M. y Suh, B. (1986), "The demand for urban water by customer class", *Applied Economics*, 18, 1275-1289.

Ziegler, J.A. y Bell, S.E. (1984), "Estimating Demand for Intake Water by Self-Supplied Firms", *Water Resources Research*, vol.20 n°1, 4-8.