

XX ENCUENTRO DE ECONOMÍA PÚBLICA

Sevilla, 31 de enero y 1 de febrero de 2013

**Valoración de las posibilidades de la política de gestión de la demanda de agua en el sector de hostelería
(*VERSIÓN PROVISIONAL*)****Angulo, Ana
Atwi, Majed
Barberán, Ramón^b
Mur, Jesús***Facultad de Economía y Empresa
Universidad de Zaragoza***Resumen:**

A pesar de la creciente importancia económica del turismo y de su elevado impacto sobre la escasez relativa de agua, se sabe poco sobre el papel del agua en el proceso productivo de los establecimientos del sector de hostelería y, por tanto, sobre las posibilidades de influencia que tiene en este sector la política de gestión de la demanda de agua. Este trabajo busca determinar las características de la demanda de agua en el sector de la hostelería y evaluar las citadas posibilidades. Se basa en los microdatos de 676 empresas del sector, radicadas en la ciudad de Zaragoza (España), para un periodo de 12 años. A partir de una función de costes translog, se estima el precio sombra del agua en el corto plazo y, desde una perspectiva de largo plazo, la elasticidad precio y las elasticidades de sustitución con respecto al trabajo, el capital y los otros costes de explotación. Los resultados obtenidos muestran que el agua proporciona a las empresas del sector una rentabilidad muy elevada, claramente superior al precio que pagan por ella, lo que proporciona un considerable margen de maniobra a los reguladores para aplicar incrementos de precios sin hacer peligrar la viabilidad del sector. Además, con un valor de la elasticidad de precio de -0.64 de media, existe un considerable potencial para influir en los patrones de uso del agua, lo cual permite favorecer la conservación del recurso a través de la política tarifaria.

Palabras clave: demanda de agua en hostelería; precio sobra del agua; elasticidad precio del agua; función translog; micro-datos.

Clasificación JEL: Q25, L83

^b Autor para correspondencia: Departamento de Estructura e Historia Económica y Economía Pública, Universidad de Zaragoza, Gran Vía 2, 50005 Zaragoza, España. E-mail: barberan@unizar.es

1. Introducción

La toma de conciencia sobre los problemas ambientales y económicos derivados de la sobreexplotación de los recursos hídricos han propiciado un creciente interés social por el uso eficiente y sostenible del agua, en particular del agua potable (United Nations, 2000; WWAP, 2012). Numerosos estudios económicos se han ocupado del consumo de agua de los hogares (una amplia revisión de la literatura puede verse en Arbués *et al.*, 2003; Dalhuisen *et al.*, 2003; Nauges y Whittington, 2010), en tanto que son menos abundantes los referidos a la industria y/o a los servicios (entre otros, Renzetti, 1988 y 1992; Schneider y Whitlatch, 1991; Dupont y Renzetti, 1998 y 2001; Reynaud, 2003; Féres y Reynaud, 2005; Linz y Tsegai, 2009; Arbués *et al.*, 2010), principalmente debido las dificultades para la obtención de datos (Olmstead, 2010).

Sin embargo, el sector servicios, en particular los servicios personales como, por ejemplo, educación, sanidad y hostelería, tiene características muy semejantes a los hogares en cuanto a las exigencias de calidad del agua, a los usos del recurso y a su relevancia para la calidad de vida de las personas. Así, aunque los servicios personales no tengan un peso elevado en la demanda total de agua, presentan la peculiaridad de que requieren de agua potable y contribuyen a acentuar la escasez relativa en las áreas urbanas. Dentro de este sector, la hostelería (hoteles y similares y servicios de comidas y bebidas) tiene un protagonismo especial en relación con el uso de agua, singularmente en países turísticos.

En el caso de España, el interés por el uso del agua en el sector de hostelería se ve reforzado por la importancia económica de las actividades turísticas, que aportan el 10,2% del PIB del país (Instituto Nacional de Estadística, 2011a), así como por el hecho de que las regiones con mayores problemas de escasez de agua coinciden en gran medida con las zonas de mayor afluencia turística y porque la mayor concentración de la demanda coincide con la estación en que esa escasez es más acusada. Según los últimos datos disponibles, en 2006 las actividades turísticas emplearon el 11,8% del abastecimiento final de agua para consumo humano en el conjunto de España, llegando hasta el 42,9% en las Islas Baleares. En concreto, el consumo de agua en los establecimientos hoteleros es especialmente elevado en relación al consumo de los hogares, ya que llega a superar hasta en tres veces el consumo per cápita de estos últimos (Ministerio de Medio Ambiente, 2007). Por tanto, la mejora de la eficiencia en el uso del agua en estos establecimientos puede tener efectos positivos muy significativos en la mitigación de los problemas de escasez del recurso y en la

sostenibilidad de la actividad turística. Sin embargo, sólo conocemos un estudio que se haya ocupado de los determinantes del consumo de agua en este sector específico con un enfoque que puede considerarse económico, ya que incluye el precio como factor explicativo (Gopalakrishnan y cox, 2003).

El estudio de las características y determinantes del consumo de agua en este, como en cualquier otro sector, proporciona información que resulta necesaria para el diseño de las políticas de gestión del recurso, en especial las dirigidas a la gestión de la demanda en pro de su conservación. En esta línea, los precios del agua constituyen el principal instrumento de intervención (OECD, 1987), cuya viabilidad a corto está condicionada por la capacidad de cada sector para absorber los incrementos de precios, que puede establecerse a través del cálculo del precio sombra, y cuya eficacia a largo plazo depende de su respuesta reflejada en la elasticidad precio de la demanda. Además, ambas informaciones son útiles también para diseñar una política de precios que tenga como objetivo la recuperación plena de los costes de prestación del servicio de suministro de agua, bien a través de incrementos generalizados de precios o bien a través de la discriminación de precios entre los distintos tipos de usuarios.

El objetivo de este trabajo es obtener evidencia empírica sobre las características del uso del agua en el sector de hostelería, con la finalidad última de establecer las posibilidades de la política de gestión de la demanda. A estos efectos, se procede al cálculo del precio sombra, la elasticidad precio y las elasticidades de sustitución del agua en el sector de hostelería en su conjunto y en sus tres subsectores principales (hoteles y alojamientos similares, restaurantes y establecimientos de bebidas). Para ello, se opera en dos escenarios, uno de corto plazo, en el que el agua se toma como factor cuasi-fijo – previa discusión del tratamiento que corresponde dar al agua en el análisis de la función de costes de corto plazo-, y otro de largo plazo, en el que todos los factores son variables. Las estimaciones se basan en los datos de una muestra de empresas localizadas en la ciudad de Zaragoza (España), conectadas todas ellas a la red municipal de suministro. Frente a estudios precedentes, presenta la singularidad de que aporta resultados sobre precios sombra y elasticidades para este sector específico y que todos los cálculos están basados en microdatos, en lugar de en datos agregados como es habitual.

El trabajo se organiza de la siguiente manera. En la sección 2, se presenta el caso de estudio, atendiendo especialmente a las características de la muestra analizada. La sección 3 se dedica a la especificación del modelo, en particular las funciones de costes.

En la sección 4, se acomete la estimación de las funciones de costes; en tanto que en la sección 5, se presentan los resultados sobre los precios sombra y las elasticidades. Finalmente, la sección 6 cierra el trabajo con las conclusiones que se desprenden de los resultados obtenidos.

2. Caso de estudio

El objeto de estudio de este trabajo son los establecimientos hosteleros (hoteles, restaurantes y bares) de la ciudad de Zaragoza, capital de la Comunidad Autónoma de Aragón, en España. La ciudad se sitúa en el centro del cuadrante nororiental de la Península Ibérica, equidistante en aproximadamente 300 Km de las principales ciudades del norte de España (Madrid, Barcelona, Valencia y Bilbao). Cuenta con aproximadamente 675.000 habitantes y su renta disponible bruta per cápita en el año 2008 era de 17.838 €, lo que la posiciona en el 115,6% de la media española. En la estructura sectorial de su economía destaca la fuerte especialización en el sector servicios, que aportaba el 68,9% de su VAB en 2007; siguiendo, en orden de importancia, la industria (19,6%), la construcción (11,1%) y la agricultura (0,4%)¹.

La oferta hotelera de la ciudad se compone de 57 hoteles que ofertan 10.480 plazas (Zaragoza Convention Bureau, 2009 y 2011). Además, esta oferta se complementa con la realizada por los hostales y pensiones, hasta alcanzar un total de 111 establecimientos y 10.982 plazas ofertadas (Instituto Aragonés de Estadística, 2010). En 2010, la ciudad recibió 799.938 visitantes, que dieron lugar a 1.340.193 pernoctaciones, el 76,5% de las cuales correspondieron a visitantes españoles.

Aunque no disponemos de datos directos de la oferta de restaurantes y bares en la ciudad, podemos obtener una aproximación a partir de los datos de Aragón (Fundación Hostelería de España, 2011), atendiendo a la renta bruta disponible y a la población relativas –la primera para estimar los restaurantes y, la segunda, para los bares-, resultando una cifra orientativa de 1.300 restaurantes y 3.700 establecimientos de bebidas.

La oferta está muy atomizada, con un claro predominio de las pequeñas empresas, tal y como se desprende del cociente entre establecimientos y empresas para

¹ Datos referidos a la ciudad de Zaragoza más los municipios de su entorno, conjunto que conforma la denominada Demarcación Comarcal de Zaragoza, y han sido elaborados por el Instituto Aragonés de Estadística. No obstante, tales datos representan bastante fielmente la realidad económica de la ciudad, ya que ésta aporta el 91,1% de la población y el 91,7% de la renta bruta disponible de la citada Demarcación Comarcal, según datos del Instituto Aragonés de Estadística para 2008.

el conjunto de Aragón: 1,24 en hoteles y similares, 1,12 en restaurantes y 1,06 en establecimientos de bebidas (Fundación Hostelería de España, 2011).

Los datos utilizados en este trabajo para realizar todas las estimaciones que siguen combinan dos fuentes estadísticas:

- i) La información contable de las empresas se ha extraído de la base de datos Sistema de Análisis de Balances Ibéricos (SABI, en adelante)². La investigación se ha centrado en las empresas con razón social en la ciudad de Zaragoza pertenecientes a los siguientes subsectores de la Clasificación Nacional de Actividades Económicas-2009 (CNAE-2009, en adelante):
 - Subsector 5510 “Hoteles y alojamientos similares”, que denominaremos genéricamente como HOTELES.
 - Subsector 5610 “Restaurantes y puestos de comidas”, que denominaremos genéricamente como RESTAURANTES.
 - Subsector 5630 “Establecimientos de bebidas”, que denominaremos genéricamente como BARES.
- ii) La cantidad de agua consumida, y el gasto que ello supone para las empresas, son datos suministrados por el Ayuntamiento de Zaragoza como responsable del servicio de suministro de agua potable en la ciudad.

Tras depurar la muestra para asegurar la necesaria coherencia y regularidad de los datos, hemos constituido una muestra de 676 empresas, 83 pertenecientes al sector de HOTELES, 241 al de RESTAURANTES y 352 al de BARES. A todas ellas nos referiremos genéricamente como sector de HOSTELERÍA. En esta muestra no se incluyen las empresas con establecimientos abiertos en la ciudad de Zaragoza y razón social fuera de la misma ya que, para estos casos, no es posible asegurar la correspondencia entre los datos de consumo de agua de los establecimientos ubicados en la ciudad y los contables procedentes de SABI (los cuales se refieren al conjunto de los establecimientos de la empresa, ubicados tanto en la ciudad como fuera de ella). Aunque esto implica que la muestra utilizada ofrece una visión parcial de las actividades de la hostelería y restauración en la ciudad de Zaragoza, sesgada hacia el componente local del sector, las ratios de establecimientos/empresa de este sector en

² SABI es una herramienta en formato DVD o web elaborada por INFORMA D&B en colaboración con Bureau Van Dijk, que proporciona información general y cuentas anuales de más de 1,2 millones de empresas españolas y más de 350. 000 portuguesas. La base de datos de INFORMA D&B se nutre de múltiples fuentes de información, públicas y privadas, como el BORME (Boletín Oficial del Registro Mercantil), Depósitos de Cuentas Oficiales, BOE (Boletín Oficial del Estado), Boletines Oficiales Provinciales y de CC.AA., Prensa nacional y regional, Investigaciones ad hoc y Publicaciones Diversas.

España, semejantes a los expuestos para Aragón, indican que tal sesgo puede ser asumible.

La información disponible abarca el período 1995-2006. Las magnitudes monetarias se han convertido a términos reales utilizando el índice de precios del subsector de hoteles, cafés y restaurantes elaborado por el Instituto Nacional de Estadística, con base 100 en el año 2006.

Para cada empresa medimos el valor de su producción con los ingresos de explotación, en términos de SABI, como suma de las ventas del ejercicio y de la partida de otros ingresos de explotación. El coste de producción se obtiene acumulando los gastos ocasionados por los diferentes factores productivos: capital, trabajo, agua y otros consumos de explotación (que, obviamente, no incluye el agua). En concreto, identificamos las cantidades dedicadas a la amortización con el coste del capital, los gastos de personal con el coste del trabajo y los “otros consumos de explotación” con los gastos en bienes corrientes y servicios. El gasto facturado por el Ayuntamiento a cada establecimiento permite valorar directamente el coste del agua consumida.

El precio unitario de cada factor de producción se estima de forma individual, para cada empresa, como el cociente entre el gasto y la cantidad correspondiente. Así, el precio del capital se calcula como el tanto por uno que la partida de amortización supone con respecto al capital inmovilizado declarado por la empresa. El precio del trabajo es el cociente entre el gasto de personal y el número de empleados que figura en SABI. De la misma forma, el precio medio del agua consumida por cada empresa es el cociente entre el gasto facturado por el Ayuntamiento y la cantidad de agua consumida. Obviamente, el precio medio de los otros consumos de explotación no es observable al tratarse de un conjunto de factores de producción tremendamente heterogéneo.

En el Cuadro 1 se resumen las principales magnitudes correspondientes al proceso productivo del sector de HOSTELERÍA de la muestra en el periodo examinado.

(ver Cuadro 1)

Las magnitudes del Cuadro 1 subrayan las diferencias existentes entre los tres subsectores que hemos seleccionado. El tamaño de las empresas pertenecientes al subsector de HOTELES prácticamente dobla la media correspondiente al conjunto de empresas de la muestra (14.3 empleados frente a 8.0). El nivel de capitalización de este subsector es también sustancialmente mayor: el capital inmovilizado medio multiplica por cuatro la media del conjunto. Estas diferencias se extienden al consumo de

explotación y al valor de la producción, donde la media de los HOTELES supera ampliamente las medias del resto. Los HOTELES son también las empresas que más cantidad de agua consumen, 1853.3 m³ en cómputo anual frente a los 646.6 m³ de la media agregada. Asumen el coste medio por trabajador más elevado de la muestra (28178.3€ por empleo, un 40% por encima de la media), aunque el coste por unidad de capital es el más bajo (46 céntimos de euro por euro invertido en capital inmovilizado, frente a los 69 de la media agregada). Igualmente, el precio medio que pagan por m³ de agua consumida es ligeramente inferior al de la media del conjunto (1.74€ frente a los 1.95€ del agregado).

El subsector de RESTAURANTES aparece en segundo lugar en términos de tamaño y consumo de factores. Emplea a 9.6 trabajadores por empresa, representa una inversión moderada de capital, 140176.9 € de media, aunque son las empresas que más pagan por el agua consumida (2.43€ por m³, un 25% por encima de la media). Los BARES son las empresas más pequeñas en todos los conceptos: empleo, 4.9 trabajadores, capital invertido, 117807.8€, y consumo de explotación, 152245.8€. También en términos de cifra de negocios sus datos medios son bajos: el volumen de facturación es un 60% inferior a la media del subsector de RESTAURANTES y es casi la cuarta parte del correspondiente a los HOTELES. Además, las empresas de este subsector son las que asumen un mayor coste por unidad de capital (87 céntimos por euro de inmovilizado) aunque remuneran al factor trabajo un 10% por debajo de la media (17838.1€ por trabajador) y pagan 32 céntimos menos por m³ de agua consumida.

Estas diferencias se mantienen atendiendo a la participación de los factores productivos en el coste de producción. El capital y el trabajo tienen un peso significativamente mayor en las empresas del subsector de HOTELES, donde suponen algo más del 40% en la estructura de gasto, frente al 35% que estas partidas representan para los RESTAURANTES y los BARES. Como contrapartida, el gasto corriente de estos últimos es mayor, con la importante excepción del correspondiente al consumo agua. En los HOTELES esta partida representa el 0.65% de la estructura de gasto agregado mientras que en los RESTAURANTES y BARES el porcentaje baja hasta el 0.31% y 0.35% respectivamente. En el conjunto de las 676 empresas analizadas, esta partida representa el 0.36% del gasto total.

Un rasgo común a los tres subsectores es la progresiva reducción de su tamaño durante el periodo que contemplamos. La cifra media de negocio para las empresas

incluidas en la muestra se contrae, en términos reales, un -25%, entre los años 1995 y 2006, pasando de 700.000€ a comienzos del periodo hasta los poco más de 500.000€ del año 2006. La caída más acusada se produce en el subsector de BARES, con un recorte superior al -30%, mientras que en el caso de los HOTELES es de un -15%.

El ajuste es más significativo en relación al empleo que pasa de una media agregada de 16.5 puestos de trabajo, a comienzos del periodo, a los 7.5 correspondientes a 2006. El subsector que resiste mejor es el de los RESTAURANTES, que pasa de 13.6 a 9.6 empleos de promedio. Por el contrario, la media correspondiente al subsector de HOTELES pierde casi 20 puestos de trabajo, pasando de 30.9 a 11.3. En el caso del capital invertido se observa una tendencia similar, consolidando entidades cada vez más pequeñas.³

El Gráfico 1 apunta varios aspectos de interés relativos al consumo de agua. En primer lugar, parece claro que durante todo el periodo se mantiene una tendencia a aumentar el uso de este recurso en los tres subsectores. El dato medio del año 1995 es 205.1 m³ consumidos por empresa; diez años más tarde, en el año 2006, la cifra se ha triplicado con un dato de consumo medio de 754.2 m³ anuales. Los datos correspondientes al subsector de HOTELES superan holgadamente la media del agregado (es 2,9 veces superior); el subsector de RESTAURANTES se encuentra ligeramente por debajo (la media de consumos es, aproximadamente, un 10% inferior a la media) mientras que el de los BARES se encuentra en el 60% del dato medio.

El precio del agua, una vez deflactado con el índice de precios del sector, ha tenido un comportamiento poco sistemático en el periodo que analizamos. El coste medio real se ha movido entre los 1.5 y los 2 € por m³ para los tres grupos de empresas, aunque sufriendo fuertes oscilaciones de un año para otro. En cualquier caso, los precios reales más elevados se produjeron a comienzos del periodo, en los años 1995 y 1996.

(ver Gráfico 1)

El aumento en el consumo es el motivo principal que explica la mayor importancia que ha ido adquiriendo el agua en la estructura de costes de este tipo de empresas. En el año 1995, este gasto suponía el 0.18% del coste de explotación total para una empresa promedio, mientras que en 2006 su peso asciende al 0.32%. El alza

³No creemos que este resultado responda a una tendencia general del sector de la hostelería y la restauración hacia la compresión de sus unidades. Por el contrario, creemos que es un resultado específico de la muestra que estamos manejando en la que el componente local de la hostelería y la restauración zaragozanas posiblemente ha perdido tamaño y cuota de mercado a favor de componente foráneo.

más importante ha tenido lugar en los BARES donde el consumo del agua ha pasado del 0.13% inicial al 0.29% de 2006. Por el contrario, el ajuste ha sido más moderado en el caso de los HOTELES (del 0.40% inicial aumenta hasta el 0.60%, con un máximo del 0.80% en el año 2004).

El consumo por unidad de producción (facturación) muestra la progresiva y acusada pérdida de eficiencia en el uso del agua en el sector, a pesar de la inflexión del último año analizado. En 1995 se consumían 0.23 m³ de agua por cada euro facturado, en tanto que en 2006 ascendía a 1.72, con un máximo de 3.53 en 2004. El valor más elevado de la ratio de consumo se obtiene en los BARES, con 2.06 m³/€ en 2006, y el más reducido en restaurantes, con 1.36 m³/€.

3. Especificación del modelo de análisis

En lo que sigue, asumimos que existe una función de producción agregada común para el que denominamos sector de HOSTELERÍA, integrado por los subsectores de HOTELES, BARES y RESTAURANTES. Si los precios de los cuatro factores de producción (capital, trabajo, agua y otros consumos de explotación) y los niveles de producción se determinan de forma exógena, la teoría de la dualidad entre coste y producción implica que la función de producción puede ser representada por una función de costes. Entre las especificaciones alternativas para la función de costes, [Cobb-Douglas, función de elasticidad de sustitución constante (CES) o translog (*transcendental logarithmic*)], seleccionamos, por su flexibilidad, esta última. La función translog fue introducida por Christensen et al. (1971, 1973) y, desde entonces, ha sido ampliamente utilizada en numerosos análisis de la estructura de costes de diferentes sectores económicos, en general⁴, y del sector del agua en particular (Grebenstein y Field 1979; Babin et al., 1982; Renzetti, 1992; Dupont y Renzetti, 1998, 2001; Reynaud, 2003; Garcia y Reynaud, 2004; Feres y Reynaud, 2005; y Bottasso y Conti, 2009). La especificación de dicha función de costes a largo plazo viene dada por la siguiente expresión:

$$\ln G = \alpha + \alpha_Y \ln Y + \sum_{i=1}^4 \alpha_i \ln p_i + \frac{1}{2} \alpha_{YY} \ln Y^2 + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^4 \alpha_{ij} \ln p_i \ln p_j + \sum_{i=1}^4 \alpha_{Yi} \ln Y \ln p_i \quad (i,j = K, L, A \text{ y CE}) \quad (1)$$

⁴ Al respecto, pueden citarse, entre otros, a Harper y Field (1983), Hunt (1984), Wang (1995), Burney y Al-Matrouk (1996), Truett y Truett (1998), Yuhn y Kwon (2000) y Al-Mutairi y Burney (2002).

donde $i, j =$ capital (K), trabajo (L), agua (A) y otros consumos de explotación (CE); G representa el coste total de la producción o coste generado por los anteriores factores de producción; Y es el valor de su producción; p representa los precios de los distintos factores productivos.

En la función de costes de largo plazo definida en (1) todos los factores de producción son variables. En consecuencia, como se argumenta en Al-Mutairi y Burney (2002), está implícito el supuesto de que las empresas en cuestión se encuentran en una posición de equilibrio estático, lo que asegura una combinación óptima de factores, en el sentido de que minimiza el coste de producción. Además, en el equilibrio, los precios relativos de los factores son iguales a sus productividades marginales.

Sin embargo, en el corto plazo es cuestionable el carácter variable de todos los factores de producción. En consecuencia, parece conveniente definir una función de costes alternativa para el análisis del comportamiento a corto plazo. En este sentido, Al-Mutairi y Burney (2002) cuestionan la naturaleza variable del capital en algunos sectores. En tales casos, el stock de capital existente se determina de acuerdo a la predicción de demanda de largo plazo. En consecuencia, Al-Mutairi y Burney (2002) proponen la consideración del capital como un factor productivo de tipo cuasi-fijo. En esta misma línea, aunque ahora para el caso del agua, Dupont y Renzetti (2001) contrastan en el caso de la industria manufacturera canadiense si este factor agua mantiene un carácter, efectivamente, variable o cuasi-fijo en la función de producción. La evidencia para el caso de Canadá, les lleva a concluir que el agua se comporta como un factor cuasi-fijo.

Como ya ha sido señalado previamente, uno de los principales objetivos de este trabajo es discutir el tratamiento que corresponde darle al factor agua en los subsectores de HOTELES, BARES y RESTAURANTES en el análisis de la función de costes de corto plazo.

La interpretación más inmediata es que el agua es un factor de naturaleza variable en la función de producción. Sin embargo y en el corto plazo, su consumo escapa, en gran medida, al control de la empresa. De hecho depende fundamentalmente de las características de las instalaciones, modificables a largo plazo, y del comportamiento de los usuarios, que la empresa puede difícilmente controlar. Por estas razones, entendemos que el agua, en el corto plazo, es un factor cuasi-fijo en la tecnología productiva del sector de HOSTELERÍA. Esta misma argumentación nos

lleva a cuestionar la naturaleza variable del factor capital, difícilmente ajustable en el corto plazo.

Si otorgamos un tratamiento como factor cuasi-fijo sólo al capital (y el factor agua lo mantenemos variable), la función de costes de corto plazo vendría definida mediante la siguiente expresión:

$$\begin{aligned} \ln GV = & \alpha + \alpha_Y \ln Y + \alpha_K \ln Q_K + \sum_{i=1}^3 \alpha_i \ln p_i \\ & + \frac{1}{2} \alpha_{YY} \ln Y^2 + \frac{1}{2} \alpha_{KK} \ln Q_K^2 + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 \alpha_{ij} \ln p_i \ln p_j \quad (i,j = A, L, \text{ y CE}) \quad (2) \\ & + \alpha_{YK} \ln Y \ln Q_K + \sum_{i=1}^3 \alpha_{Yi} \ln Y \ln p_i + \sum_{i=1}^3 \alpha_{Ki} \ln Q_K \ln p_i \end{aligned}$$

donde GV se refiere a la suma de todos los gastos considerados como variables: trabajo (L), agua (A) y consumo de explotación (CE); Q_K representa la cantidad del factor capital.

Si otorgamos un tratamiento como factor cuasi-fijo sólo al agua (y el factor capital lo mantenemos variable), la función de costes de corto plazo vendría definida mediante la siguiente expresión:

$$\begin{aligned} \ln GV' = & \alpha + \alpha_Y \ln Y + \alpha_A \ln Q_A + \sum_{i=1}^3 \alpha_i \ln p_i \\ & + \frac{1}{2} \alpha_{YY} \ln Y^2 + \frac{1}{2} \alpha_{AA} \ln Q_A^2 + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 \alpha_{ij} \ln p_i \ln p_j \quad (i,j = K, L \text{ y CE}) \quad (3) \\ & + \alpha_{YA} \ln Y \ln Q_A + \sum_{i=1}^3 \alpha_{Yi} \ln Y \ln p_i + \sum_{i=1}^3 \alpha_{Ai} \ln Q_A \ln p_i \end{aligned}$$

donde GV' se refiere a la suma de todos los gastos considerados como variables: trabajo (L), capital (K) y consumo de explotación (CE); Q_A representa la cantidad consumida de agua.

Finalmente, en el caso de que ambos inputs (agua y capital) debieran ser considerados como cuasi-fijos, la función de costes de corto plazo quedaría definida a partir de la siguiente expresión:

$$\begin{aligned}
\ln GV'' &= \alpha + \alpha_Y \ln Y + \alpha_K \ln Q_K + \alpha_A \ln Q_A + \sum_{i=1}^2 \alpha_i \ln p_i + \frac{1}{2} \alpha_{YY} \ln Y^2 \\
&+ \frac{1}{2} \alpha_{KK} \ln Q_K^2 + \frac{1}{2} \alpha_{AA} \ln Q_A^2 + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 \alpha_{ij} \ln p_i \ln p_j + \alpha_{YK} \ln Y \ln Q_K \\
&+ \alpha_{YA} \ln Y \ln Q_A + \sum_{i=1}^2 \alpha_{Yi} \ln Y \ln p_i + \alpha_{KA} \ln Q_K \ln Q_A + \sum_{i=1}^2 \alpha_{Ki} \ln Q_K \ln p_i + \sum_{i=1}^2 \alpha_{Ai} \ln Q_A \ln p_i \\
&\quad (i,j = L \text{ y CE}) \tag{4}
\end{aligned}$$

donde GV'' se refiere a la suma de los gastos variables: trabajo (L) y consumo de explotación (CE).

Las ecuaciones de coste (1), (2), (3) y (4) pueden estimarse directamente porque disponemos de toda la información necesaria. Sin embargo, es posible ganar en eficiencia estimando ecuaciones de demanda de factores minimizadoras de costes. Así, derivando logarítmicamente las anteriores funciones de producción con respecto a los precios, y utilizando el lemma de Shepard, se obtienen, para las funciones (1), (2), (3) y (4), las siguientes ecuaciones de participación de coste de factores, minimizadoras de coste:

$$\frac{\partial \ln G}{\partial \ln p_i} = w_i = \alpha_i + \alpha_{Yi} \ln Y + \sum_{j=1}^4 \alpha_{ij} \ln p_j \quad (i,j = K, L, A \text{ y CE}) \tag{5}$$

$$\frac{\partial \ln GV}{\partial \ln p_i} = w_i = \alpha_i + \alpha_{Yi} \ln Y + \alpha_{Ki} \ln Q_K + \sum_{j=1}^3 \alpha_{ij} \ln p_j \quad (i,j = A, L \text{ y CE}) \tag{6}$$

$$\frac{\partial \ln GV'}{\partial \ln p_i} = w_i = \alpha_i + \alpha_{Yi} \ln Y + \alpha_{Ai} \ln Q_A + \sum_{j=1}^3 \alpha_{ij} \ln p_j \quad (i,j = K, L \text{ y CE}) \tag{7}$$

$$\frac{\partial \ln GV''}{\partial \ln p_i} = w_i = \alpha_i + \alpha_{Yi} \ln Y + \alpha_{Ki} \ln Q_K + \alpha_{Ai} \ln Q_A + \sum_{j=1}^2 \alpha_{ij} \ln p_j \quad (i,j = L \text{ y CE}) \tag{8}$$

donde w_i representa la participación del coste del factor i en el gasto variable total de producción.

Las funciones de costes de (1) a (4) estarán bien especificadas si aseguran simetría en precios y, en el caso de (1), son homogéneas de grado uno en precios y producción; en el caso de la función de (2), deben ser homogéneas en precios, producción y capital; en precios, producción y agua para la función 3, y en precios, producción, agua y capital en (4). Todo ello resulta en las siguientes restricciones sobre los parámetros estimados:

i) Para el caso de las ecuaciones de largo plazo (1) y (5):

$$\alpha_{ij} = \alpha_{ji} \quad i \neq j$$

$$\sum_{i=1}^4 \alpha_i = 1; \sum_{i=1}^4 \alpha_{Yi} = 0; \sum_{j=1}^4 \alpha_{ij} = 0; \sum_{i=1}^4 \alpha_{ij} = 0 \quad (i,j = K, L, A \text{ y CE}) \quad (9)$$

ii) Para el caso de las ecuaciones de corto plazo (2) y (6):

$$\alpha_{ij} = \alpha_{ji} \quad i \neq j$$

$$\sum_{i=1}^3 \alpha_i = 1; \sum_{i=1}^3 \alpha_{Yi} = 0; \sum_{i=1}^3 \alpha_{Ki} = 0; \sum_{j=1}^3 \alpha_{ij} = 0; \sum_{i=1}^3 \alpha_{ij} = 0 \quad (i,j = A, L \text{ y CE}) \quad (10)$$

iii) Para el caso de las ecuaciones de corto plazo (3) y (7):

$$\alpha_{ij} = \alpha_{ji} \quad i \neq j$$

$$\sum_{i=1}^3 \alpha_i = 1; \sum_{i=1}^3 \alpha_{Yi} = 0; \sum_{i=1}^3 \alpha_{Ai} = 0; \sum_{j=1}^3 \alpha_{ij} = 0; \sum_{i=1}^3 \alpha_{ij} = 0 \quad (i,j = K, L \text{ y CE}) \quad (11)$$

iv) Para el caso de las ecuaciones de corto plazo (4) y (8):

$$\alpha_{ij} = \alpha_{ji} \quad i \neq j$$

$$\sum_{i=1}^2 \alpha_i = 1; \sum_{i=1}^2 \alpha_{Yi} = 0; \sum_{i=1}^2 \alpha_{Ki} = 0; \sum_{i=1}^2 \alpha_{Ai} = 0; \sum_{j=1}^2 \alpha_{ij} = 0; \sum_{i=1}^2 \alpha_{ij} = 0 \quad (i,j = L \text{ y CE}) \quad (12)$$

Sea cual sea el caso contemplado (largo o corto plazo), no existe consenso acerca de si se debe estimar individualmente la función de costes y/o las ecuaciones de participación de gasto; otra opción es estimar conjuntamente ambas funciones (Guilkey y Lovell, 1980).

De cualquier forma, a partir de los parámetros estimados puede obtenerse información valiosa acerca de la estructura de costes del sector objeto de análisis. En particular, resulta de interés calcular el precio sombra⁵ de los factores productivos de naturaleza fija o cuasi-fija, así como las elasticidades directas al precio propio y las cruzadas para los precios de los otros factores de naturaleza variable.

El precio sombra del capital puede derivarse a partir de las funciones (2) y (4), respectivamente como $\frac{\partial GV}{\partial Q_K} = z_K$; $\frac{\partial GV''}{\partial Q_K} = z_K$. Análogamente, el precio sombra del

agua puede derivarse a partir de las funciones (3) y (4) como $\frac{\partial GV'}{\partial Q_A} = z_A$; $\frac{\partial GV''}{\partial Q_A} = z_A$.

Por último, la elasticidad precio directa de cada factor variable, así como la relación de

⁵ El precio sombra de un factor representa la cantidad marginal que el productor estaría dispuesto a pagar por un incremento unitario en el consumo de dicho factor. Desde otra perspectiva, z representa el coste de oportunidad en que se incurriría si se impusiera una disminución unitaria de la cantidad del correspondiente factor.

complementariedad/sustitutibilidad entre los mismos, puede derivarse a partir de las elasticidades parciales Allen de sustitución (σ) o las elasticidades precio de la demanda de factores (η). En definitiva, deben resolverse las expresiones siguientes:

$$\begin{aligned}\sigma_{ii} &= (\alpha_{ii} + w_i^2 - w_i) / w_i^2 \\ \sigma_{ij} &= (\alpha_{ij} + w_i w_j) / w_i w_j \\ \eta_{ii} &= \sigma_{ii} w_i \\ \eta_{ij} &= \sigma_{ij} w_j\end{aligned}\tag{13}$$

En el caso de que un determinado factor productivo deba considerarse de naturaleza cuasi-fija, su respectiva elasticidad de sustitución puede calcularse con respecto al resto de factores productivos. Por ejemplo, a partir de la función de producción (4), podemos obtener las elasticidades de sustitución entre el consumo de agua (A) y el resto de inputs variables ($s = L, CE$), por un lado, y entre el consumo de capital y dichos inputs variables, por el otro, utilizando las expresiones correspondientes:

$$\sigma_{A,s} = \frac{\partial \ln GV''}{\partial \ln Q_A} + \frac{\frac{\partial^2 \ln GV''}{\partial \ln Q_A \partial \ln p_s}}{\frac{\partial \ln GV''}{\partial \ln p_s}}; \quad \sigma_{K,s} = \frac{\partial \ln GV''}{\partial \ln Q_K} + \frac{\frac{\partial^2 \ln GV''}{\partial \ln Q_K \partial \ln p_s}}{\frac{\partial \ln GV''}{\partial \ln p_s}}\tag{14}$$

4. Estimación econométrica de las funciones de costes

Como se ha indicado con anterioridad, asumiremos que en el largo plazo todos los factores de producción son variables. Sin embargo, dicho supuesto es más cuestionable en el corto plazo. En este sentido, el primer objetivo que nos planteamos consiste en determinar la naturaleza variable o fija de los inputs agua y capital en la función de producción de corto plazo de los subsectores de HOTELES, BARES y RESTAURANTES en Zaragoza. Es decir, debemos elegir entre las distintas funciones de coste planteadas. No obstante, teniendo en cuenta la naturaleza panel de los datos disponibles hemos de decidir, en primer lugar, el tipo de especificación panel que corresponde a las distintas funciones de costes.

El primer paso consiste en contrastar la conveniencia o no del tratamiento panel de los datos y, en caso afirmativo, procederemos a determinar la naturaleza fija o aleatoria de la heterogeneidad inobservable de los datos (Wooldridge, 2002; Arellano, 2003; Hsiao, 2003; Baltagi, 2005).

Si denotamos por i las unidades de corte transversal (los diferentes HOTELES, BARES y RESTAURANTES, $i=1,2,\dots,N$) y por t los diferentes periodos de tiempo ($t=1995, 1996,\dots, 2006$), podemos expresar las funciones de producción (1) a (4), utilizando notación matricial, en un modelo tipo *pool*, como:

$$\left. \begin{aligned} y_t &= x_t \beta + \eta_t \\ \eta_t &\sim N[0, \sigma_\eta^2 I_N] \end{aligned} \right\} \quad (15)$$

con $y_t = \begin{bmatrix} y_{1t} \\ y_{2t} \\ y_{3t} \\ \vdots \\ y_{Nt} \end{bmatrix}; x_t = \begin{bmatrix} 1 & x_{21t} & \cdots & x_{k1t} \\ 1 & x_{22t} & \cdots & x_{k2t} \\ 1 & x_{23t} & \cdots & x_{k3t} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ 1 & x_{2Nt} & \cdots & x_{kNt} \end{bmatrix}; \beta = \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \beta_3 \\ \vdots \\ \beta_k \end{bmatrix}$

Como es evidente en (15), el modelo *pool* impone la restricción de homogeneidad sobre todos los parámetros de posición lo que supone ignorar la naturaleza panel de los datos. La consideración explícita de la heterogeneidad individual puede resolverse mediante un modelo de efectos fijos:

$$\left. \begin{aligned} y_t &= x_t \beta + \eta_t \\ \eta_t &\sim N[0, \sigma_\eta^2 I_N] \end{aligned} \right\} \quad (16)$$

con $\beta = [\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_N, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \dots, \beta_k]'$

o con un modelo de efectos aleatorios:

$$\left. \begin{aligned} y_t &= x_t \beta + \mu + \eta_t \\ \eta_t &\sim N[0, \sigma_\eta^2 I_N]; \mu \sim N[0, \sigma_\mu^2 I_N] \end{aligned} \right\} \quad (17)$$

con $\mu = [\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_N]'; \beta = [\beta_1, \beta_2, \beta_3, \dots, \beta_k]'$

El objetivo del vector $\mu = [\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_N]'$ es poder controlar los efectos de las variables relevantes omitidas que generan diferencias entre las unidades de sección cruzada⁶. El tratamiento de estos términos no observables como aleatorios o no es la diferencia fundamental entre los modelos (16) y (17). El test de Hausman (1978), junto con la correlación existente entre los términos de heterogeneidad, captados en μ , y los regresores del modelo serán determinantes para seleccionar entre ambos. En concreto, el rechazo de la hipótesis nula del test de Hausman nos aporta evidencia acerca de la

⁶ En nuestro caso, dada la carencia de información acerca de los precios de otros consumos de explotación diferentes del agua, consideramos que uno de los efectos captados por el vector μ es el efecto de esos precios. En otras palabras, consideramos que la disponibilidad de datos de panel mitiga el problema ocasionado por la falta de información sobre el precio de los otros consumos de explotación.

correlación entre las variables indicadas; la consecuencia debería ser rechazar el modelo de efectos aleatorios frente al modelo de efectos fijos.

Los resultados de los respectivos contrastes de especificación aplicados a las funciones de producción (1), (2), (3) y (4), y referidos al agregado de los datos, aparecen en el Cuadro 2. Parece claro que las cuatro funciones de costes deberían tratarse con un modelo de efectos fijos en el corte transversal (expresión 16).

(ver Cuadro 2)

Estos efectos fijos pueden extenderse también a la vertiente temporal, en un modelo de efectos fijos en ambas dimensiones, transversal y temporal:

$$\left. \begin{aligned} y_t &= x_t \beta + \eta_t \\ \eta_t &\sim N[0, \sigma_\eta^2 I_N] \end{aligned} \right\} \quad (18)$$

con $\beta = [\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_N, \lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_T, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \dots, \beta_k]'$

donde con λ_t se incorpora el efecto de aquellas variables inobservadas que varían en el tiempo y son comunes para todas las empresas de la muestra. Los resultados obtenidos se resumen en los contrastes de homogeneidad, tipo F, del Cuadro 3. Parece claro que los efectos fijos temporales, λ_t , sólo son significativos en el caso de las funciones de costes de corto plazo (3) y (4).

(ver Cuadro 3)

El siguiente paso debe ser seleccionar cuál de las cuatro funciones de costes se ajusta mejor al comportamiento de los subsectores en el corto plazo. En otras palabras, determinar la naturaleza variable o cuasi-fija de los inputs capital y/o agua. Siguiendo a Dupont y Renzetti (2001), utilizaremos el contraste J. La discusión se plantea para pares de modelos no anidados. Por ejemplo, para decidir acerca de la naturaleza fija o variable del factor capital, debemos elegir entre las funciones de costes (1) y (2). Para ello, necesitamos estimar ambos modelos incorporando como variable explicativa adicional en cada uno de ellos el valor estimado de la variable dependiente del otro modelo. Es decir, la función de producción (1) se amplía utilizando como regresor adicional el valor estimado $\ln GV$; a continuación, la función de producción (2) se amplía utilizando como regresor adicional el valor estimado $\ln G$. El contraste es concluyente cuando sólo uno de los regresores ‘artificiales’ incorporados es significativo. Esto es, si $\ln GV$ es

significativo en la ecuación (1) ampliada, pero no en la correspondiente ecuación de (2), puede concluirse acerca de la naturaleza fija del factor capital. Si, por el contrario, sólo $\ln G$ es significativo en la ecuación (2) ampliada se obtendría evidencia acerca de la naturaleza variable del factor.

El Cuadro 4 muestra el estadístico t (t -ratio) obtenido en las respectivas ecuaciones ampliadas para el conjunto de empresas. Examinando estos resultados, la evidencia es clara a favor de la naturaleza cuasi-fija del factor capital. El contraste no es concluyente para el caso del factor agua. Si tomamos conjuntamente ambos factores de producción, el contraste J ratifica la naturaleza cuasi fija del capital y del agua.

(ver Cuadro 4)

De acuerdo a estos resultados, procedemos al análisis del comportamiento a corto plazo de los subsectores analizados a partir de la estimación conjunta de las expresiones (4) y (8), utilizando un modelo de panel de efectos fijos en la dimensión transversal y temporal de los datos. Los principales resultados aparecen en el Cuadro 5. En general, todos los parámetros tienen el signo esperado y son estadísticamente significativos.

(ver Cuadro 5)

Por otra parte, el comportamiento a largo plazo se derivará de los resultados de la estimación conjunta de las expresiones (1) y (5) utilizando, de acuerdo con los resultados reflejados en el Cuadro 3, un modelo de panel de efectos fijos en la dimensión transversal de los datos. Los principales resultados aparecen en el Cuadro 6. De forma análoga, los parámetros tienen el signo esperado y, casi con carácter general, son estadísticamente significativos.

(ver Cuadro 6)

5. Resultados: precios sombra y elasticidades

A partir de los parámetros estimados para el modelo que recoge el comportamiento de los subsectores objeto de estudio en el corto plazo (ya presentados en el Cuadro 5), podemos calcular los precios sombra de los factores cuasi-fijos agua y capital, las elasticidades de sustitución a corto plazo en ambos factores con respecto al trabajo, así como la elasticidad de sustitución a corto plazo entre los dos factores productivos que hemos tratado como variables, junto con sus elasticidades precio

directas. Los resultados del Cuadro 7 corresponden al agregado de la muestra e incluimos también el detalle para los tres subsectores analizados.

(ver Cuadro 7)

Los resultados obtenidos para el precio sombra del agua en los tres subsectores productivos, parecen especialmente interesantes sobre todo por las diferencias existentes con los observados (Cuadro 1), que resultan muy inferiores. Como puede observarse, el precio sombra del agua para el subsector de los RESTAURANTES es similar al relativo a los BARES, situándose en 11.54 €/m³ y 11.87 €/m³, respectivamente. Por su parte, el precio sombra del agua para el subsector de los HOTELES se sitúa en niveles muy inferiores, 4.59 €/m³ (en torno a un 60% menos). Estas diferencias pueden atribuirse al diferente grado de control sobre el consumo de agua que pueden ejercer los empresarios en los distintos subsectores. En este sentido, parece que hay una clara relación entre un menor control asociado a una rentabilidad más baja y un precio sombra más bajo; el caso del subsector de HOTELES es bastante claro. Por su parte, los resultados relativos al precio sombra del factor capital son siempre inferiores a los presentados a nivel real, recogidos en el Cuadro 1. Estos resultados sugieren una situación común a los tres subsectores que apunta a una excesiva dotación de capital que, a su vez, resulta en un exceso de capacidad instalada en el corto plazo.

El análisis de las elasticidades a corto plazo también ofrece lecturas interesantes. Como era previsible, el grado de sustituibilidad entre los factores agua-trabajo y capital-trabajo es muy reducido, aunque varía entre los tres subsectores, y es ligeramente inferior en el caso del agua. La demanda de todos los factores variables es normal e inelástica en el corto plazo, si bien la respuesta más intensa, ante cambios en el nivel de precios, corresponde al factor trabajo. Es decir, los factores de producción variables (trabajo y “otros consumos de explotación” –CE-) son sustitutivos en el corto plazo, no apreciándose diferencias significativas entre los tres subsectores.

Por otra parte, las estimaciones del modelo formulado para analizar el comportamiento a largo plazo de los subsectores de HOTELES, BARES y RESTAURANTES nos permite calcular las elasticidades de la demanda de factores así como las elasticidades de sustitución entre ellos a largo plazo. Los resultados del Cuadro 8 corresponden al agregado de la muestra e incluimos también el detalle para los tres subsectores analizados.

(ver Cuadro 8)

A largo plazo, la demanda de todos los factores es normal e inelástica. El capital es el factor productivo que responde con mayor intensidad ante cambios en su propio precio (en el agregado, presenta una elasticidad de -0.875), seguido de cerca por el factor agua (-0.641, en el agregado). En el otro extremo se sitúan los factores trabajo y “otros consumos de explotación” (-0.422 y -0.258, respectivamente, en el agregado). En relación a las elasticidades de la demanda calculadas para los distintos subsectores, destaca la mayor respuesta de los factores agua y consumo de explotación, para el caso de los HOTELES.

Finalmente, a partir de las elasticidades de sustitución entre factores se obtiene información muy relevante. A largo plazo, todos los factores productivos son sustitutivos, con la única excepción de capital y agua en el caso de RESTURANTES Y BARES. Los mayores niveles de sustituibilidad tienen lugar con el factor “otros consumos de explotación”. Así, en relación a dicho factor y para el agregado de empresas, el capital presenta la mayor elasticidad (1.14), seguida por el factor agua (1.01) y el factor trabajo (0.61). Además, las respuestas son muy similares para los tres subsectores analizados. Las siguientes relaciones de sustituibilidad en importancia tienen lugar entre los factores capital y trabajo (0.49), por un lado, y entre los factores agua y trabajo (0.20), por el otro. No obstante, en ambos casos, existe una mayor diferencia sectorial, siendo los HOTELES los que presentan el mayor grado de sustituibilidad frente los RESTAURANTES que se sitúan, en ambos casos, en la mínima posición.

6. Conclusiones

El análisis del tratamiento que debe darse al factor agua en la función de costes de corto plazo del sector de HOSTELERÍA no ha resultado concluyente cuando el factor se ha tomado de forma aislada. Sin embargo, cuando se toman conjuntamente los factores capital y agua se ha obtenido evidencia clara a favor de la naturaleza cuasi-fija de ambos. Ello resulta coherente con nuestra intuición sobre que el consumo de agua escapa, en gran medida, al control de la empresa en el corto plazo.

Los valores obtenidos para el precio sombra del agua, en el escenario de corto plazo, permiten concluir que este recurso proporciona a las empresas del sector de HOSTELERÍA una rentabilidad muy elevada y claramente superior al precio medio pagado (9,93 €/m³ frente a 1,95 €/m³) en el conjunto del sector. Por subsectores, destaca

el subsector de BARES por lo elevado del precio sombra y del diferencial con el precio pagado (11,87 €/m³ frente a 1,63 €/m³), seguido a corta distancia por el subsector de RESTAURANTES. El precio sombra del subsector de HOTELES es bastante más bajo y el diferencial más reducido con respecto al precio pagado (4,59 frente a 1,74), aunque también importante. Por tanto, los tres subsectores están en condiciones de afrontar incrementos sustanciales de los vigentes precios del agua sin que se vea comprometida su viabilidad económica. Ello proporciona un considerable margen de maniobra a los reguladores para aplicar políticas de precios dirigidas a favorecer la conservación del recurso o, en su caso, la recuperación plena de los costes de prestación del servicio de suministro de agua.

En el escenario de largo plazo, suponiendo todos los factores variables, se obtiene una elasticidad de la demanda de agua en el sector de HOSTELERÍA de -0,64. Por subsectores, el valor máximo se alcanza en HOTELES (-0,80) y el mínimo en RESTAURANTES (-0,60). Por tanto, como es habitual en la literatura referida a la industria y los servicios, las demandas son inelásticas pero presentan una sensibilidad nada despreciable a los precios, lo que permite a los reguladores el uso de la política de precios como instrumento de gestión de la demanda para favorecer la conservación del recurso, sin que ello resulte incompatible con el objetivo de incremento de los ingresos para financiar el servicio de suministro. Así, el incremento de precios habría de permitir invertir la tendencia, observada en el periodo de estudio, a un uso más intensivo del agua en el sector de HOSTELERÍA, claramente inconveniente desde la perspectiva de la sostenibilidad de su desarrollo.

Las elasticidades de sustitución a largo plazo permiten entender los mecanismos a través de los cuales se hace posible el incremento o la disminución en la intensidad en el uso del agua en el sector hostelero. La sustitución en el sector de HOSTELERÍA se produce especialmente con el factor “otros consumos de explotación”, además, el valor de la elasticidad es casi idéntico en los tres subsectores (1,01). Esto se corresponde con las posibilidades de sustitución del consumo directo de agua por la contratación de servicios, como los de lavandería en los HOTELES, o reducción del consumo mediante el uso de equipamientos que incrementan la demanda de otros suministros, como la energía eléctrica asociada al uso del lavavajillas. La elasticidad de sustitución con el factor trabajo es mucho más reducida (0,20), aunque presenta variaciones sustanciales entre subsectores, con un máximo de 0,60 en el subsector de HOTELES y un mínimo de

0,07 en el de RESTAURANTES, sin que dispongamos de una explicación de esas variaciones ni de los valores elevados.

La elasticidad de sustitución con el capital (-1,22) caracteriza a estos factores como complementarios, aunque nuevamente varía muy sustancialmente entre subsectores, siendo más acusada la complementariedad en RESTAURANTES (-2,43) y obteniéndose una ligera sustituibilidad en HOTELES (0,08). En principio, estos resultados parecen contradecir la intuición y los resultados de los estudios que han medido directamente el impacto de la introducción de innovaciones técnicas en los equipamientos consumidores de agua, los cuales establecen una relación directa entre nuevas inversiones en este ámbito y reducción del consumo de agua (*Environmental Agency*, 2004; Hamele y Eckardt, 2006; Oduro-Kwarteng *et al.*, 2009). Sin embargo, pueden encontrar justificación en el hecho, que constatan algunos de esos estudios (Meade y González-Morel, 1999; Kats, 2006; Barberán *et al.*, 2012), de que el diferencial de coste de los equipamientos relacionados con el uso del agua, para distintos grados de eficiencia en el uso de este recurso, es muy reducido. En tal caso, la introducción de tecnologías ahorradoras de agua no tendría su reflejo en un incremento significativo de los gastos de capital y, por tanto, la información suministrada por la elasticidad de sustitución resultaría equívoca, con lo que estaríamos ante una especie de trampa de la tecnología de bajo coste.

En cualquier caso, este trabajo no es sino una aportación más al conocimiento del comportamiento de un sector productivo tan relevante en cuanto al uso del agua como el de HOSTELERÍA, que consideramos de considerable utilidad para ampliar las posibilidades de una intervención más eficaz por parte de los reguladores en aras a la sostenibilidad del desarrollo del sector, de la preservación del recurso agua y de la suficiencia financiera de los servicios urbanos de suministro.

Referencias

- Al-Mutairi y Burney, 2002. Factor substitution, and economies of scale and utilisation in Kuwait's crude oil industry. *Energy Economics* 24, 337-354.
- Apostolakis, B.E., 1990. Energy-capital substitutability/complementarity. *Energy Economics* 12(1), 48-58.
- Arbués, F., García-Valiñas, M.A., Martínez-Espiñeira, R., 2003. Estimation of residential water demand: A state-of-the-art review. *Journal of Socio-Economics* 32, 81-102.
- Arbués, F., García-Valiñas, M.A., Villanúa, I., 2010. Urban Water Demand for Service and Industrial Use: The Case of Zaragoza. *Water Resour Manage.* 24, 4033-4048.

- Arellano M., 2003. Panel data econometrics. Oxford University Press, Oxford
- Babin, F., Willis, C., Allen, P., 1982. Estimation of substitution possibilities between water and other production inputs. *American journal of agricultural economics*. 64 (1), 148-151.
- Baltagi, B.H., 2005. *Econometric Analysis of Panel Data* (3rd Edition). Wiley, Chichester
- Barberán, R., Egea, P., Gracia, P., Salvador, M., 2012. Evaluation of water saving measures in hotels: a Spanish case study. *International Journal of Hospitality Management*.
- Berndt, E.R., Christensen, L.R., 1973. The translog function and the substitution of equipment, structures, and labor in US manufacturing 1929-68. *J. Econ.* 1, 81-114.
- Burney, N.A., Al-Matrouk, F.T., 1996. Energy conservation in electricity generation: a case study of the electricity and water industry in Kuwait. *Energy Econ.* 18(1/2), 67-79.
- Dalhuisen, J.M, Florax, R.J.G.M., de Groot, H.L.F., Nijkamp, P., 2003. Price and Income Elasticities of Residential Water Demand: A Meta-Analysis. *Land Economics* 79/2, 292-308.
- Dupont D.P., Renzetti S., 1998. Water use in the canadian food processing industry. *Canadian journal of agricultural economics* 46, 83-92.
- Dupont D.P., Renzetti S., 2001. The role of water in manufacturing. *Environmental Resource Economics* 18, 411-432.
- Environment Agency, 2004. *Savewater: The hotels water efficiency project*, London: Environment Agency.
- Féres, J., Reynaud, A., 2005. Assessing the impact of environmental regulation on industrial water use: evidence from Brazil. *Land Econ.* 81,396-411.
- Fundación Hostelería de España, 2011. Los sectores de hostelería en 2010. <http://www.fundacionhosteleriadeespana.es/documentos/publicaciones/descargas/des-61.pdf>
- Gopalakrishnan, C., Cox, L., 2003. Water Consumption by the Visitor Industry: The Case of Hawaii, *Water Resources Development* 19 (1), 29-35.
- Grebenstein, C., Field, B., 1979. Substituting for water inputs in U.S. Manufacturing. *Water Resources Research* 15 (2), 228-232.
- Guilkey D.K., Lovell, K., 1980. On the flexibility of the translog approximation. *International Economic Review* 21(1), 137-147.
- Halvorsen, R., 1977. Energy substitution in US manufacturing. *Rev. Econ. Stat.* 59 (4), 381-388.
- Hamele, H., Eckardt, S., 2006. Environmental initiatives by European tourism businesses. Instruments, indicators and practical examples. A contribution to the development of sustainable tourism in Europe. ECOTRANS, IER. Saarbrücken, Germany.
- Harper, C., Field, B.C., 1983. Energy substitution in US manufacturing: a regional approach. *South. Econ. J.* 50 (2), 385-395.
- Hausman, J.A., 1978. "Specification Tests in Econometrics". *Econometrica*, 46: 1251-1272.
- Hsiao, C., 2003. *Analysis of panel data* (2nd Edition). Cambridge University Press, Cambridge
- Hunt, L.C., 1984. Energy and capital: substitutes or complements? Some results for UK industrial sector. *Appl. Econ.* 16 (10), 783-789.
- Iqbal, M., 1986. Substitution of capital, labour and energy in the manufacturing sector of Pakistan. *Emp. Econ.* 11 (1), 81-95.
- Instituto Aragonés de Estadística, 2010. *Estadística local: Zaragoza*. http://bonansa.aragon.es:81/iaest/fic_mun/pdf/50297.pdf

- Instituto de Estudios Turísticos, 2011a. Movimientos Turísticos en Fronteras (Frontur) y Encuesta de Gasto Turístico (Egatur) 2010. [http://www.iet.tourspain.es/es-ES/estadisticas/frontur/Anuales/Movimientos%20Tur%3%ADsticos%20en%20Fronteras%20\(Frontur\)%20y%20Encuesta%20de%20Gasto%20Tur%3%ADstico%20\(Egatur\)%202010.pdf](http://www.iet.tourspain.es/es-ES/estadisticas/frontur/Anuales/Movimientos%20Tur%3%ADsticos%20en%20Fronteras%20(Frontur)%20y%20Encuesta%20de%20Gasto%20Tur%3%ADstico%20(Egatur)%202010.pdf)
- Instituto de Estudios Turísticos, 2011b. Balance del turismo, año 2010. Resultados de la actividad turística en España. <http://www.iet.tourspain.es/es-ES/estadisticas/analisisturistico/balantur/anuales/Balance%20turismo%20en%20Espa%C3%B1a%20en%202010.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística, 2011a. Cuenta satélite del turismo de España. Base 2008. Serie contable 2008-2010. <http://www.ine.es/jaxi/menu.do?type=pcaxis&path=/t35/p011/2010/&file=pcaxis>
- Instituto Nacional de Estadística, 2011b. Encuesta de ocupación hotelera. <http://www.ine.es/jaxi/menu.do?L=0&type=pcaxis&path=%2Ft11/e162eoh&file=inebase>
- Kats, G., 2006. Greening America's schools: cost and benefits. Capital E. <http://www.lead.us/ShowFile.aspx?DocumentID=2908>.
- Linz, T., Tsegai, D.W., 2009. Industrial Water Demand analysis in the Middle Olifants sub-basin of South Africa: The case of Mining. ZEF Bonn, Discussion Papers on Development Policy.
- Lynne, G., Luppold, W., Kiker, C., 1978. Water price responsiveness of commercial establishments. *Water resources bull.*, 14 (3), 719-729.
- Malla, P.B., Gopalakrishnan, C., 1999. The economics of urban water demand: the case of industrial and commercial water use in Hawaii. *Water Resour Dev* 15, 367-374.
- Meade, B., González-Morel, P., 1999. Improving water use efficiency in Jamaican hotels and resorts through the implementation of environmental management systems. <http://www.linkbc.ca/torc/downloads1/jaimaca%20water.pdf>
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2012. El consumo alimentario en España, año 2011. http://www.magrama.gob.es/es/alimentacion/temas/consumo-y-comercializacion-y-distribucion-alimentaria/EL_CONSUMO_ALIMENTARIO_EN_ESPA%C3%91A_2011_tcm7-197862.pdf
- Murthy, M.N., 1986. Inter-fuel substitution and derived demand for inputs in the manufacturing sector of India. *J. Quant. Econ.* 2 (1), 272-285.
- Nauges, C., Whittington, D., 2010. Estimation of Water Demand in Developing Countries: An Overview. *World Bank Res Obs.* 25(2), 263-294.
- Nelson, R.A., 1985. Return to scale from variable and total cost functions. *Econ. Lett.* 18, 271-276.
- Oduro-Kwarteng, S., Nyarko, K.B., Odai, S.N., Aboagye-Sarfo, P., 2009. Water conservation potential in educational institutions in developing countries: Case study of a university campus in Ghana. *Urban Water Journal*, 6(6), 449-455.
- OECD, 1987. Pricing of water services. OECD, Paris
- Olmstead, S.M., 2010. The Economics of Managing Scarce Water Resources. *Rev Environ Econ Policy.* 4(2), 179-198.
- Renzetti, S., 1988. An econometric study of industrial water demands in British Columbia, Canada. *Water resources research* 24 (10), 1569-1573.
- Renzetti, S., 1992. Estimating the structure of industrial water demands: the case of Canadian manufacturing. *Land economics* 68 (4), 396-404.

- Reynaud, A., 2003. An econometric estimation of industrial water demand in France. *Environmental & resource economics* 25 (2), 213-232.
- Rushdi, A.A., 1991. Economies of scale and factor substitution in electricity supply industry: a case of South Australia. *Energy Econ.* 13 (3), 219-229.
- Schneider, M., Whitlatch, E., 1991. User specific water demand elasticities. *Journal of water resources planning and management* 117 (1), 52-73.
- Supavud, S., 1987. Input substitution in Thailand's manufacturing sector: implications for energy policy. *Energy Econ.* 9(1), 55-63.
- Truett, D.B., Truett, L.J., 1998. A cost function analysis of the Mexican non-electrical machinery industry. *Appl. Econ.* 30 (8), 1027-1035.
- Turnovsky, M., Folie, M., Ulph, A., 1982. Factor substitutability in Australian manufacturing with emphasis on energy inputs. *Econ. Record* 58, 61-72.
- United Nations, 2000. Millennium Declaration, Resolution 55/2 adopted by the General Assembly, 8th plenary meeting, 8 September.
- Wang, E.C., 1995. Factor substitution approach to testing the time variation in production: the case of Taiwan's manufacturing. *Appl. Econ.* 27 (1), 107-116.
- Westoby, R., Guire, G., 1984. Factor substitution and complementarity in energy: a case study of UK electricity industry. *Appl. Econ.* 16 (2), 111-118.
- Williams, M., Laumas, P., 1981. The relation between energy and non-energy inputs in India's manufacturing sector. *J. Ind. Econ.* 30 (4), 113-122.
- Williams, M., Suh, B., 1986. The demand for urban water by customer class. *Applied economics* 18, 1275-1289.
- Wooldridge, J., 2002. *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*. The MIT Press, Cambridge
- WWAP (World Water Assessment Programme), 2012. *The United Nations World Water Development Report 4: Managing Water under Uncertainty and Risk*. UNESCO, Paris.
- Yuhn, K.H., Kwon, J.K., 2000. Economic growth and productivity: a case study of South Korea. *Appl. Econ.* 32 (1), 13-23.
- Zaragoza Convention Bureau, 2009. *Zaragoza Turismo Informe Anual 2008*, <http://www.zaragoza.es/cont/paginas/turismo/pdf/datos08.pdf>
- Zaragoza Convention Bureau, 2011. *Zaragoza. Dossier 2011*, <http://www.zaragozaturismo.es>

Cuadro 1. Magnitudes fundamentales de la muestra de empresas del sector de hostelería de la ciudad de Zaragoza (medias del periodo 1995-2006)

	Agregado	Hoteles y similares	Restaurantes	Bares y similares
Número de empresas	676	83	241	352
Participación de los distintos factores en el gasto total (w_i)				
Participación del agua	0.36	0.65	0.31	0.35
Participación del capital	6.42	8.31	4.88	6.81
Participación del trabajo	30.16	32.85	31.23	28.58
Participación del consumo de explotación	63.06	58.19	63.58	64.26
Cantidades consumidas (media por empresa)				
Agua (m ³)	646.6	1853.3	604.5	387.4
Capital (€)	216130.1	864179	140176.9	117807.8
Trabajo (nº de empleados)	8.0	14.3	9.6	4.9
Consumo explotación (€)	316448.5	909773.4	328209.6	152245.8
Precios de los factores (media por empresa)				
Precio del agua (€/m ³)	1.95	1.74	2.43	1.63
Precio del capital (€/unidad de capital)	0.69	0.46	0.54	0.87
Precio del trabajo (€/empleado)	19912.8	28178.3	19787.0	17838.1
Valor de la producción (media por empresa)				
Producto (€)	466859.6	897971.4	577349.6	258192.4

FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos originales de SABI y del Ayuntamiento de Zaragoza

Cuadro 2. Análisis de especificación de las funciones de producción para el sector de HOSTELERÍA^{(a), (b)}

	Función de costes (1): Todos factores variables	Función de costes (2): Factor capital cuasi-fijo	Función de costes (3): Factor agua cuasi-fijo	Función de costes (4): Factores agua y capital cuasi-fijos
Contraste de Breusch-Pagan H ₀ : Modelo Pool H ₁ : Efectos Aleatorios	342.98* (0.00)	332.29* (0.00)	284.05* (0.00)	305.69* (0.00)
Contraste de homogeneidad: H ₀ : Modelo Pool H ₁ : Efectos Fijos	6.23* (0.00)	4.77* (0.00)	5.84* (0.00)	4.92* (0.00)
Contraste de Hausman: H ₀ : Efectos Aleatorios H ₁ : Efectos Fijos	809.76* (0.00)	269.32* (0.00)	353.78* (0.00)	255.83* (0.00)

(a) Entre paréntesis se recogen los respectivos p-valores

(b) Un asterisco denota el rechazo de la hipótesis nula al nivel de significación del 5%

Cuadro 3. Modelo de componente de efectos fijos en la sección transversal versus efectos fijos en ambas secciones, transversal y temporal, para el sector de HOSTELERÍA ^(a)

Contraste F de significatividad de los efectos temporales	Función de costes (1): Todos factores variables	Función de costes (2): Factor capital cuasi-fijo	Función de costes (3): Factor agua cuasi-fijo	Función de costes (4): Factores agua y capital cuasi-fijo
H₀ : Sólo efectos inobservables en sección cruzada H₁ : Efectos inobservables en sección cruzada y en temporal	1.53 (0.116)	1.63 (0.085)	2.21* (0.012)	2.21* (0.012)

(a) Entre paréntesis se recogen los respectivos p-valores

(b) Un asterisco denota el rechazo de la hipótesis nula al nivel de significación del 5%.

Cuadro 4. Selección de la naturaleza fija o cuasi fija de los inputs capital y agua para el sector de HOSTELERÍA ^{(a), (b)}

Contraste J	Ecuación 1 ampliada	Ecuación 2, 3 o 4 ampliadas	CONCLUSION
	t-ratio (p-valor)	t-ratio (p-valor)	
Capital: input cuasi fijo vs variable	3.52* (0.00)	1.05 (0.292)	Capital cuasi fijo
Agua: input cuasi fijo vs variable	4.92* (0.000)	3.09* (0.002)	No Conclusivo
Capital y agua: input cuasi fijo vs variable	5.93* (0.00)	1.85 (0.065)	Capital y agua cuasi fijos

(a) Entre paréntesis se recogen los respectivos p-valores

(b) Un asterisco indica que el parámetro es significativo al nivel de significación del 5%

Cuadro 5. Parámetros estimados para el análisis del comportamiento a corto plazo del sector de HOSTELERÍA ^{(a), (b)}

	Función de costes (4): Agua y capital factores cuasi-fijos	Ecuación de participación del trabajo, atendiendo a (8)
Variable endógena	$\ln GV''$	w_L
Variables explicativas		
$\ln Y$	-0.792* (0.001)	-0.009* (0.000)
$\ln Y^2$	0.156* (0.000)	
$\ln Q_K$	0.115 (0.197)	-0.000* (0.003)
$\ln Q_K^2$	0.013 (0.154)	
$\ln Q_A$	0.075* (0.005)	-0.000 (0.893)
$\ln Q_A^2$	-0.003 (0.55)	
$\ln p_L$	-0.282* (0.000)	0.073* (0.000)
$\ln p_L \ln p_L$	0.073* (0.000)	
$\ln Y \ln p_L$	-0.009* (0.000)	
$\ln Q_A \ln p_L$	-0.000 (0.893)	
$\ln Q_K \ln p_L$	-0.000* (0.003)	
$\ln Y \ln Q_A$	- 0.006* (0.007)	
$\ln Y \ln Q_K$	-0.0199* (0.000)	
$\ln Q_A \ln Q_K$	0.0032 (0.269)	
α	0.156 (0.099)	-0.282* (0.000)

(a) Entre paréntesis se recogen los respectivos p-valores

(b) Un asterisco indica que el parámetro es significativo al nivel de significación del 5%

Cuadro 6. Parámetros estimados para el análisis del comportamiento a largo plazo del sector de HOSTELERÍA ^{(a), (b)}

	Función de costes (1): todos inputs variables	Ecuación de participación del capital, según (5)	Ecuación de participación del trabajo, según (5)	Ecuación de participación del agua, según (5)
V. endógena:	$\ln G$	w_K	w_L	w_A
Variables explicativas:				
$\ln Y$	-1.0069* (0.000)	-0.0060* (0.000)	0.0015 (0.489)	-0.0003 (0.084)
$\ln Y^2$	0.1406* (0.000)			
$\ln p_K$	0.2134* (0.000)	0.0039* (0.001)	-0.0083* (0.000)	-0.0004* (0.006)
$\ln p_L$	-0.5176* (0.000)	-0.0083* (0.000)	0.0833* (0.000)	-0.0008* (0.039)
$\ln p_A$	0.0161* (0.000)	-0.0004* (0.006)	-0.0008* (0.039)	0.0012* (0.000)
$\ln p_K \ln p_K$	0.0039* (0.001)			
$\ln p_K \ln p_L$	-0.0083* (0.000)			
$\ln p_K \ln p_A$	-0.0004* (0.006)			
$\ln p_L \ln p_L$	0.0833* (0.000)			
$\ln p_L \ln p_A$	-0.0008* (0.039)			
$\ln p_A \ln p_A$	0.0012* (0.000)			
$\ln Y \ln p_K$	-0.0060* (0.000)			
$\ln Y \ln p_L$	0.0015 (0.489)			
$\ln Y \ln p_A$	-0.0003 (0.084)			
α	0.0596* (0.000)	0.2134* (0.000)	-0.5176* (0.000)	0.0161* (0.000)

(a) Entre paréntesis se recogen los respectivos p-valores

(b) Un asterisco indica que el parámetro es significativo al nivel de significación del 5%

Cuadro 7. Precios sombra de los factores cuasi-fijos, elasticidades de sustitución y elasticidades de la demanda de los factores variables a corto plazo (c/p)

	Agregado	Hoteles	Restaurantes	Bares
Precio sombra del agua (€/m ³)	9.925	4.589	11.536	11.870
Precio sombra del capital (€/unidad de capital)	0.062	0.030	0.088	0.072
Elast. sustitución c/p entre agua y trabajo	0.017	0.014	0.014	0.020
Elast. sustitución c/p entre capital y trabajo	0.035	0.043	0.025	0.037
Elasticidad demanda c/p trabajo (η_{LL})	-0.413	-0.400	-0.412	-0.415
Elasticidad demanda c/p CE ($\eta_{CE,CE}$)	-0.196	-0.231	-0.201	-0.182
Elast. sustitución c/p entre trabajo y CE	0.609	0.632	0.613	0.598

Cuadro 8. Elasticidades de la demanda y elasticidades de sustitución a largo plazo (l/p)

	Agregado	Hoteles	Restaurantes	Bares
Elasticidad demanda l/p del capital (η_{KK})	-0.875	-0.875	-0.866	-0.876
Elasticidad demanda l/p del trabajo (η_{LL})	-0.422	-0.417	-0.421	-0.423
Elasticidad demanda l/p del agua (η_{AA})	-0.641	-0.796	-0.569	-0.623
Elasticidad demanda l/p de CE($\eta_{CE,CE}$)	-0.258	-0.304	-0.255	-0.249
Elast. sustitución l/p entre capital y trabajo	0.492	0.655	0.369	0.515
Elast. sustitución l/p entre capital y agua	-1.215	0.080	-2.428	-1.103
Elast. sustitución l/p entre capital y CE	1.141	1.116	1.181	1.126
Elast. sustitución l/p entre trabajo y agua	0.199	0.596	0.066	0.110
Elast. sustitución l/p entre trabajo y CE	0.612	0.613	0.627	0.596
Elast. sustitución l/p entre agua y CE	1.009	1.005	1.011	1.009

Gráfico 1. Diversas medidas relativas al factor agua

Gráfico 1a: Consumo medio de agua (m³)

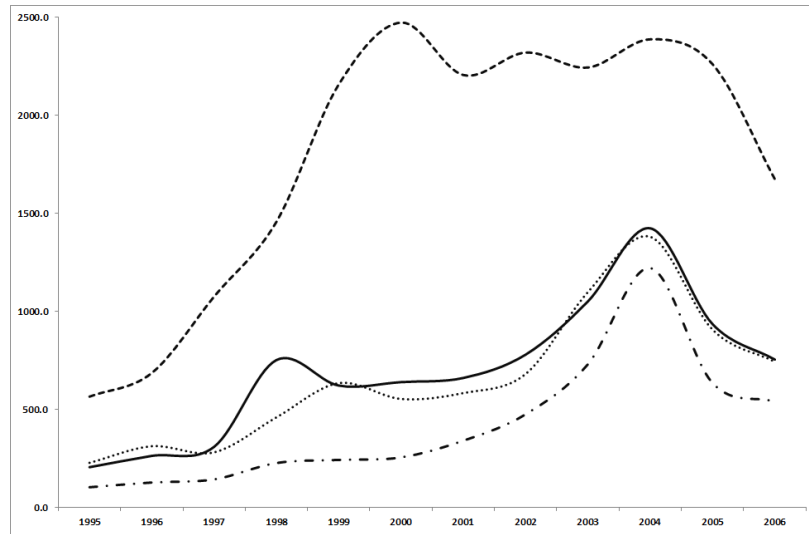


Gráfico 1b: Precio medio del agua (€/m³)

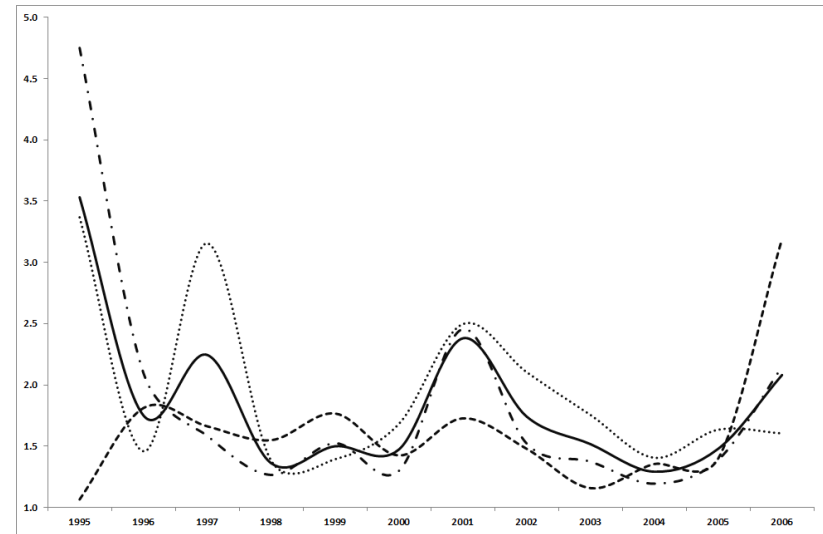


Gráfico 1c: Participación media del agua en el coste total

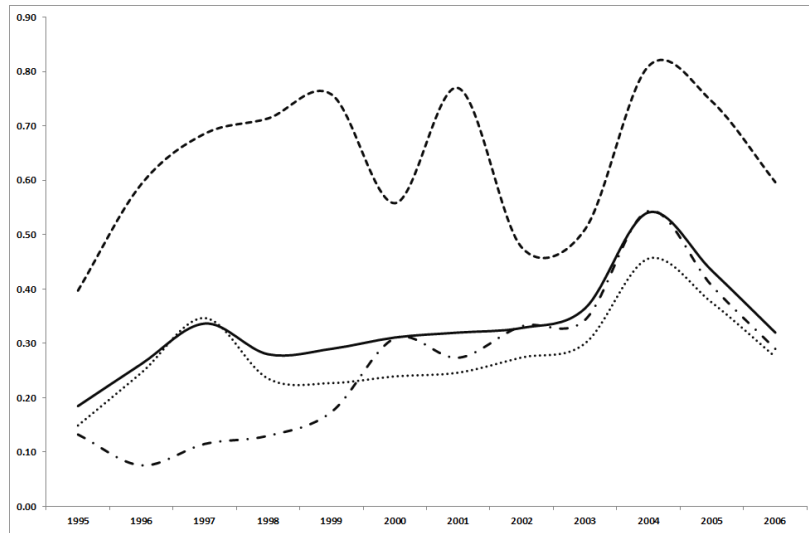
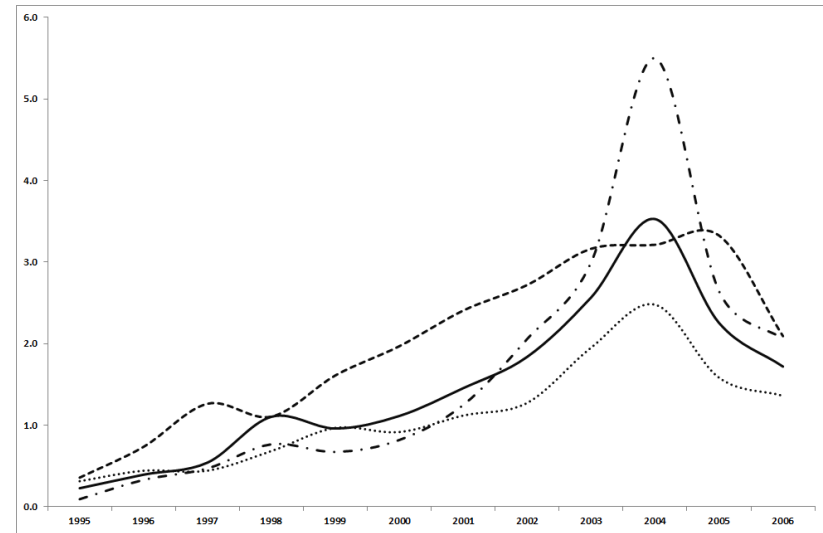


Gráfico 1d: Consumo de agua por € facturado (m³/€)



— AGREGADO - - - HOTELES RESTAURANTES - . - . BARES

