

**ANÁLISIS COSTE-BENEFICIO DE LA INTRODUCCIÓN DE DISPOSITIVOS AHORRADORES
DE AGUA. ESTUDIO DE UN CASO EN EL SECTOR HOTELERO ^a**

Barberán Ramón ^b, Egea Pilar, Gracia-de-Rentería Pilar y Manuel Salvador

Universidad de Zaragoza
Departamento de Estructura e Historia Económica y Economía Pública
e Instituto Universitario de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón

Resumen:

El agua es un factor productivo imprescindible para el desarrollo de la actividad de los establecimientos hoteleros. El consumo por persona alojada en estos establecimientos suele ser elevado, ya que llega a superar hasta en tres veces el consumo medio de la población que reside en su propia vivienda. Por ello, en un contexto de creciente presión sobre este recurso natural escaso y estratégico, resulta de interés el estudio del consumo de agua en los hoteles y de sus posibilidades de ahorro. Este trabajo se ocupa del caso de un hotel de la ciudad de Zaragoza (España) en el que se han introducido reformas en sus equipamientos, adoptando tecnologías ahorradoras con la finalidad de reducir la cantidad de agua consumida. El trabajo analiza el impacto de tales reformas en el consumo, así como su rentabilidad financiera y económica. Los resultados muestran cómo con una pequeña inversión puede obtenerse una muy significativa reducción del consumo de agua y, por tanto, de los costes asociados al mismo (de entre los que destaca el coste energético).

Palabras clave: Uso del agua en hoteles; tecnologías ahorradoras de agua; análisis de rentabilidad; análisis coste-beneficio.

Clasificación JEL: D62, L83, Q25.

^a Este trabajo se ha realizado en el marco del Acuerdo de Colaboración entre la Universidad de Zaragoza y las empresas BR Grupo de Empresas S.L., Alfredo Sanjuan S.A. y Griferías Grober S.L. para la investigación relativa al análisis económico del desarrollo de nuevos instrumentos de ahorro de agua en el sector hotelero. Los autores agradecen el apoyo recibido de las citadas empresas para la obtención de los datos del caso de estudio, así como la ayuda financiera del Instituto Universitario de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón (IUCA) a través de una beca de iniciación a la investigación.

^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

ANÁLISIS COSTE-BENEFICIO DE LA INTRODUCCIÓN DE DISPOSITIVOS AHORRADORES DE AGUA. ESTUDIO DE UN CASO EN EL SECTOR HOTELERO

1. Introducción

El agua es un factor productivo imprescindible para el desarrollo de la actividad de los establecimientos hoteleros (hoteles, hostales, pensiones y campings). El consumo por persona alojada en estos establecimientos suele ser elevado, ya que llega a superar hasta en tres veces el consumo medio de la población que reside en su propia vivienda (Ministerio de Medio Ambiente, 2007). No obstante, este consumo varía muy sustancialmente según el tipo de establecimiento, siendo máximo en el caso de los hoteles, donde el agua consumida por alojado es el doble que en los hostales y el triple que en los campings (Hamele y Eckardt, 2006).

El uso del agua en los establecimientos hoteleros puede llegar a constituir un problema ambiental y económico relevante cuando en un territorio el número de plazas ofertadas es muy elevado y existen problemas de escasez de agua (Essex *et al.*, 2004; Rico-Amorós *et al.*, 2009; Deyà y Tirado, 2011). En tal caso, el desarrollo de medidas para mejorar la eficiencia tiene un evidente interés social, ya que contribuye a mitigar la escasez del recurso y a la sostenibilidad de la actividad turística. Éste viene a ser el caso de España, donde existen 14.838 hoteles en los que se ofrecen 1.398.900 plazas (Instituto Nacional de Estadística, 2010); y donde, además, las regiones con mayores problemas de escasez de agua coinciden en gran medida con las zonas de mayor afluencia turística y, por tanto, de mayor oferta de plazas hoteleras (Ministerio de Medio Ambiente, 2007).

Desde la perspectiva de las propias empresas hoteleras, el uso del agua también es una cuestión de considerable interés, ya que afecta a su cuenta de resultados. De modo directo por el coste que deben soportar por la adquisición de este recurso. Al respecto, aunque en España el precio del agua urbana es relativamente bajo en el contexto de los países de la OECD (OECD, 2010a), no ha dejado de crecer por encima de la tasa de inflación desde que se cuenta con estadísticas sobre la materia. Así, entre los años 2000 y 2009, el cociente entre los ingresos por los servicios de agua urbana (suministro de agua potable y tratamiento de aguas residuales) y el volumen de agua consumida por sus usuarios se ha incrementado en un 48,7% en términos reales para el conjunto de España, hasta situarse en 1,42 €/m³ (Instituto Nacional de Estadística, 2011). Además, el precio realmente soportado por la mayor parte de los establecimientos hoteleros, como grandes consumidores de agua que son, es significativamente más elevado que el precio medio debido a la estructura de las tarifas habitualmente aplicadas en España: tarifas en dos partes, con una parte fija y otra variable en función del consumo y en la que el precio aplicado para su cálculo es creciente con el nivel de consumo (tarifas por bloques crecientes) (Arbués y Barberán, 2012). A todo lo cual se suma que el precio del agua en la mayor parte de las regiones más turísticas es claramente superior a la media nacional (a modo de ejemplo, el cociente entre los ingresos percibidos y el volumen de agua consumida en las Islas Baleares es 2 €/m³ y en las Islas Canarias, 1,9 €/m³).

En segundo lugar, el uso del agua en los establecimientos hoteleros tiene otras consecuencias indirectas para la cuenta de resultados de las empresas. La razón es que la política medioambiental de las empresas turísticas y la imagen asociada afectan al nivel y características de su demanda. Esto se explica, con carácter general, porque la imagen que los clientes tienen de una empresa influye en su intención de compra, su inclinación a hablar sobre

ella a los demás y su disposición a pagar más por los servicios que les ofrece (Han *et al.*, 2009). Así, se ha comprobado que la adopción de una estrategia de responsabilidad medioambiental mejora la rentabilidad económica de los hoteles, ya que los turistas valoran cada vez más las variables ambientales en la elección de sus destinos y alojamientos (Álvarez *et al.*, 2001; Ayuso, 2006; Tari *et al.*, 2010).

Este trabajo se ocupa del estudio de un caso: un hotel de la ciudad de Zaragoza (España) que ha reformado sus equipamientos para introducir tecnologías ahorradoras de agua y del que se cuenta con una amplia y detallada información. El objetivo es analizar el impacto de la introducción de esas nuevas tecnologías en el consumo de agua en los hoteles, así como evaluar su rentabilidad financiera y económica.

El trabajo se estructura en cinco secciones, además de esta introducción. La sección segunda pasa revista a la literatura sobre consumo de agua en alojamientos colectivos y sobre la introducción de mejoras técnicas dirigidas a su ahorro. La tercera presenta el caso de estudio; es decir, se describen las características del hotel, su consumo de agua antes de la reforma y la propia reforma llevada a cabo. La cuarta sección expone la metodología y resultados del análisis estadístico efectuado para medir el impacto de la reforma sobre el consumo de agua. La quinta se dedica al análisis financiero y económico, identificando y valorando monetariamente las consecuencias de la reforma en términos de costes y beneficios y calculando su rentabilidad. Se cierra con una sección de conclusiones.

2. Revisión de la literatura

Los trabajos que analizan el consumo de agua en los hoteles muestran que dicho consumo varía notablemente, no sólo entre diferentes países, sino también entre hoteles situados en el mismo país. En Barbados, Charara *et al.* (2011) obtienen un consumo medio de agua de 863 litros/persona/día; mientras que en Jamaica oscila entre 438 y 1.326 litros/persona/día, según Meade y Gonzalez-Morel (1999). Para el caso europeo, Bohdanowicz y Martinac (2007) obtienen un consumo de 215 y 515 litros/persona/día para los hoteles Hilton y Scandic respectivamente. Hamele y Eckardt (2006), en un estudio referido a quince países de la Unión Europea, que analiza 119 hoteles, comprueban que el nivel de consumo medio es de 231 litros/cliente/día. En España, Cobacho *et al.* (2005) estudian el consumo realizado en las habitaciones, siendo éste de 83 litros/día/habitación/huésped (55 litros de agua fría y 28 litros de agua caliente).

Algunos trabajos han analizado el consumo de agua en otro tipo de alojamientos colectivos, como escuelas y hospitales. En relación con los primeros, el consumo en las escuelas que cuentan con residencia es de 115 litros/persona/día, según indican Oduro-Kwarteng *et al.* (2009) para el caso de Ghana. Con respecto a los segundos, Bujak (2010) obtiene, a partir del control de la actividad en las habitaciones de dos hospitales en Polonia, que el consumo de agua caliente es de 5 litros/hora/cama, lo que equivale a 120 litros/día/cama.

Estos consumos de agua parecen estar sujetos a una cierta estacionalidad. Así, en los hoteles de Sudáfrica, Rankin y Rousseau (2006) observan que el consumo total aumenta un 30-40% en verano, mientras que la fracción de agua caliente utilizada disminuye. También obtienen que el 60% del agua caliente se consume entre las 6-13h. Igualmente, Charara *et al.* (2011) apuntan que el consumo de agua en los hoteles de Barbados suele ser mayor durante los meses de julio y agosto. Por tanto, la estación del año aparece como un factor explicativo clave.

En cuanto a los factores que están determinando el consumo esperado, Redlin y De Roos (1990) obtienen que el consumo de los hoteles americanos varía entre 382 litros/habitación/día para los hoteles de menos de 75 habitaciones y 786 litros/habitación/día de media para los de más de 500, y entre 356 y 961 litros/habitación/día según la categoría del hotel y los servicios que ofrece. Además, Bohdanowicz y Martinac (2007) obtienen que, en los hoteles europeos, el consumo de agua aumenta con el hecho de que el hotel sea de lujo, el clima (los países mediterráneos tienen un mayor consumo de agua), el tamaño del hotel (m^2), el número de pernотaciones y el número de comidas servidas. Según estos autores, el tamaño es uno de los factores más relevantes, más en los hoteles de lujo que en los de categoría media. Sin embargo, Deng (2003) sostiene que el tamaño del hotel no debe tenerse en cuenta a la hora de evaluar la eficiencia en el consumo de agua. También Charara *et al.* (2011) concluyen que el tamaño del hotel no es un factor importante, mientras que obtienen que las variables determinantes son el número de habitaciones, la categoría del hotel (el consumo medio de agua de los hoteles de lujo y de categoría media es 927 y 553 litros/persona/día respectivamente) y, en especial, el número de empleados. Por tanto, no parece estar del todo clara la relación entre tamaño del hotel y consumo de agua, mientras que el clima, la categoría y la ocupación parecen ser factores determinantes en la mayoría de estudios. En otro orden de cosas, Meade y González-Morel (1999) concluyen que existe una relación inversa entre ocupación y consumo de agua por persona alojada. Esto parece indicar que, junto al agua consumida por los huéspedes, existe también un consumo fijo asociado a la limpieza y mantenimiento.

Otros estudios se han centrado en analizar la estructura de los usos del agua. En este tipo de análisis, el hecho de que el hotel tenga o no lavandería es un factor clave ya que, según indican Deng y Burnett (2002), los primeros destinan un 47% del agua a la lavandería, un 30% a las habitaciones y un 22% a la cocina. Sin embargo, aquellos hoteles sin lavandería consumen un 55% del agua en la cocina y un 44% en las habitaciones. Dado que la tendencia actual ha sido externalizar progresivamente ciertos servicios de los hoteles, como es el caso del servicio de lavandería, a la hora de evaluar el consumo de agua y las medidas de ahorro interesa centrarse, principalmente, en los huéspedes y los servicios de restauración de los hoteles. En esta línea, Cobacho *et al.* (2005) analizan los usos finales del agua realizados en las habitaciones de los hoteles en España: el 45% del agua se destina al lavabo, el 33% a la ducha y el 22% al inodoro. El uso de agua fría se realiza, principalmente, en lavabos (38%), inodoros (35%) y duchas (27%). También en el caso del agua caliente, el mayor consumo se realiza en el lavabo (58%), seguido de las duchas (42%).

Todos estos estudios sobre el consumo de agua en los hoteles y sus factores tienen como objetivo último conocer la eficiencia en el uso del agua en este sector. Pero, muy pocos analizan los beneficios de introducir medidas ahorradoras de agua. En el Reino Unido, *The Environmental Agency* (2004) realizó un estudio de este tipo en 8 hoteles, introduciendo, entre otros cambios, inodoros con menor capacidad de descarga, grifos con infrarrojos en habitaciones y cocina, sistemas modernizados de riego en jardines o la reparación de fugas. Estos cambios permitieron ahorros de agua de entre un 15% y un 58%, siendo la media ahorrada de un 25% por persona y día. En los hoteles de Jamaica, según Meade y Gonzalez-Morel (1999), también se llevó a cabo un proyecto similar, introduciendo medidas ahorradoras de agua en las habitaciones, tales como duchas de bajo flujo y aireadores en los grifos, y fomentando la reutilización de ropa de cama y toallas cuando una persona pernотa más de un día en la misma habitación. La estimación de los consumos antes y después de las medidas parece indicar que el consumo de agua se redujo un 30%. Para el caso de España, Hamele y Eckardt (2006) revelan

que la instalación de dispositivos ahorradores de agua en la grifería y de inodoros de doble descarga en un hotel de la isla de La Gomera (España) produjo un ahorro en el consumo de agua del 33% en el primer año. Además, tal y como indican Meade y González-Morel (1999), la mayoría de estos dispositivos tienen un coste inferior a 10 \$/habitación.

En otro tipo de alojamientos colectivos, el estudio realizado por Oduro-Kwarteng *et al.* (2009) para las escuelas con residencia revela que la instalación de dispositivos ecológicos en la grifería y los inodoros podría suponer un ahorro de agua del 30% (unos 36 litros/persona/día). Además, según Kats (2006), pese a que la construcción de escuelas ecológicas supone un incremento del coste del 2% con respecto a las escuelas tradicionales, los beneficios que se obtienen en términos de ahorro de recursos (agua, energía y emisiones) son 20 veces mayores que esos costes adicionales.

3. El caso de estudio

El objeto de estudio de este trabajo es el Hotel Silken Reino de Aragón, localizado en el centro histórico de la ciudad de Zaragoza (España). Este hotel, inaugurado en 1996, tiene una categoría de 4 estrellas y cuenta con 117 habitaciones y 191 camas. Su clientela está asociada, principalmente, a los viajes de negocios, excepto en periodos vacacionales y fines de semana, cuando hay una clientela que viaja para visitar la ciudad o para participar en eventos familiares. Por tanto, durante los días hábiles, la ocupación de las habitaciones suele ser individual. Sin embargo, durante los periodos festivos, el uso de las habitaciones es compartido. En periodos vacacionales, principalmente en agosto, la ocupación desciende considerablemente. Por el contrario, el mes de septiembre suele ser el de mayor actividad, ya que es un periodo en el que se celebran numerosas ferias y congresos en la ciudad.

El hotel dispone de un restaurante, una cafetería, varios salones para banquetes con capacidad para 250 personas, varios salones habilitados para la realización de eventos con capacidad para 350 personas, un gimnasio, una terraza y garaje. No cuenta con piscina y el servicio de lavandería está externalizado.

En 2008, su consumo diario medio de agua era de 50.975 litros, de los cuales un 18% correspondía al consumo de agua caliente y un 82% al de agua fría, siendo el consumo diario medio por persona alojada de 396,5 litros. Esto suponía un coste diario por el suministro de agua de 115,6 € de media, además de los subsiguientes costes por el consumo de energía eléctrica y de gas necesarios para el bombeo del agua y para el suministro de agua caliente sanitaria (ACS).

En este contexto, la empresa propietaria decidió aprovechar una reforma general del hotel prevista para el primer semestre de 2009, que incluía la sustitución de la grifería, para instalar una grifería con dispositivos ahorradores de agua. En concreto, en los lavabos y bidés se colocaron grifos con cartuchos ecológicos que disponen de un sistema de apertura en dos pasos (si se eleva la maneta del monomando hasta encontrar una leve resistencia sólo se obtiene un caudal del 60% del total), así como aireadores con limitadores de caudal a 6 litros/minuto. Adicionalmente, en las duchas se instalaron discos limitadores de caudal a 9 litros/minuto. Estos cambios, que se efectuaron entre marzo y mayo de 2009, afectaron a los aseos tanto de las habitaciones como de las zonas comunes (recepción, restaurante, salones, gimnasio y oficinas de dirección). Además, en octubre del mismo año se realizaron más actuaciones en la cocina, consistentes en la sustitución de las duchas de pre-lavado por otras con limitadores de caudal a 9 litros/minuto, y en la sustitución y regulación de los dispositivos que controlan la entrada de

agua en el tren de lavado, que es utilizado sólo para banquetes y similares y únicamente consume agua caliente (no se intervino sobre los lavavajillas de cocina y cafetería, que son de uso habitual y consumen agua fría).

Tras la ejecución de estas reformas, los datos de 2010 muestran un consumo diario medio de agua igual a 39.118 litros (16,5% de agua caliente y 83,5% de fría), equivalente a 378,6 litros por persona alojada y día. No obstante, estos datos se refieren al agua utilizada en todo el hotel, tanto por los alojados como por las otras personas que hacen uso de servicios del hotel distintos del alojamiento así como por los propios empleados del hotel (53 trabajadores)¹. Para conocer el consumo de agua realizado en las habitaciones, se instalaron contadores de agua fría y caliente en 2 habitaciones con características representativas del conjunto. Los datos disponibles, correspondientes al periodo comprendido entre mayo de 2010 y junio de 2011, indican que el consumo medio fue de 124,3 litros por persona y día, distribuido entre 1/3 de agua caliente (41,2 litros/persona) y 2/3 de fría (83,1 litros/persona).

La evaluación del impacto de estas reformas sobre el consumo de agua no puede hacerse mediante la simple comparación de los consumos habidos en los años anterior y posterior a las mismas. Ello es así porque el impacto de ese cambio técnico se halla confundido con el ocasionado por los cambios habidos en los demás factores que influyen en el consumo de agua y, además, porque los datos de consumo están contaminados por la existencia de una avería en el sistema de refrigeración que fue detectada y reparada el 5 de octubre de 2010 y que ocasionó una fuga de agua fría de cuantía y duración desconocidas. Por tanto, se dedica el siguiente epígrafe a analizar en profundidad los datos de consumo.

4. Análisis estadístico del impacto de la reforma sobre el consumo de agua

4.1. Los datos

Los datos utilizados para el análisis estadístico corresponden a observaciones diarias del consumo separado de agua caliente y fría (en litros) del hotel, obtenidas a partir de los registros realizados por el personal de mantenimiento del hotel tras la lectura de los contadores instalados al efecto. El periodo analizado abarca desde el 1 de agosto de 2006 hasta el 30 de marzo de 2011, dando lugar a un total de $T = 1.703$ días. No obstante, no existen registros de todos los días, por lo que para algunos periodos (en especial los fines de semana y los días festivos) sólo se dispuso de datos agregados. En consecuencia, el número de observaciones finalmente disponibles ascendió a 995 observaciones.

Al objeto de evitar posibles efectos confundidos en la evaluación del impacto de las reformas y de la avería sobre el consumo, se utilizaron como variables de control: un conjunto de efectos estacionales trimestrales (distinguiendo las 4 estaciones del año); el número de personas alojadas en el hotel; el número de personas alojadas en habitación individual y de uso compartido; el número de personas equivalentes asistentes a banquetes y similares (convenciones, coffee-breaks y cocktails) calculado como un promedio ponderado dado por la expresión:

$$n_{\text{Banquete}} + 0,58n_{\text{Convención}} + 0,13n_{\text{Coffee-Break}} + 0,18n_{\text{Cocktail}}$$

¹ La plantilla del hotel está compuesta por 44 empleados, pero se incrementa hasta 53 si se suman los puestos de trabajo equivalentes correspondientes a la actividad de los trabajadores eventuales en tareas de limpieza y restauración. Por otra parte, el mantenimiento y limpieza de la terraza y el garaje se realizan con agua de pozo.

donde n_i es el número de personas asistentes a la actividad i ($i \in \{\text{Banquete, Convención, Coffee-Break, Cocktail}\}$) y donde los pesos se han asignado de acuerdo a las estimaciones de consumo de agua por persona establecidas por los responsables del hotel; y el número de personas equivalentes asistentes a almuerzos y similares (desayunos y cenas) calculado por la expresión:

$$0,57n_{\text{Desayuno}} + 1n_{\text{Almuerzo}} + 0,87n_{\text{Cena}}$$

Con el fin de evitar posibles redundancias que oscureciesen la interpretación de los resultados obtenidos, se realizó un estudio de multicolinealidad de todas estas variables a partir del análisis de su matriz de correlaciones mostrada en la Tabla 1.

Tabla 1: Matriz de correlaciones de las covariables
(pvalores que contrastan la significación de cada coeficiente por debajo de la diagonal)

	Personas equivalentes asistentes a, almuerzos y similares	Personas equivalentes asistentes a banquetes y similares	Personas alojadas	Personas alojadas en habitación compartida	Personas alojadas en habitación individual
Personas equivalentes asistentes a, almuerzos y similares	1,0000	0,1059***	0,5066***	0,4701***	0,0178
Personas equivalentes asistentes a banquetes y similares	0,001	1,0000	0,1317***	0,2964***	-0,2155***
Personas alojadas	0,000	0,0000	1,0000	0,6735***	0,3568***
Personas alojadas en habitación compartida	0,000	0,000	0,000	1,0000	-0,4502***
Personas alojadas en habitación individual	0,0178	0,000	0,000	0,000	1,0000

* Significativo al 10%

** Significativo al 5%

*** Significativo al 1%

Se observa la existencia de correlaciones significativamente positivas entre todas ellas siendo, además, algunas de dichas correlaciones relativamente fuertes. Un análisis factorial reveló la existencia de dos factores que recogen el 72,5% de la variación total: el primero relacionado con la variable número de personas alojadas en el hotel y el segundo, con el número de personas asistentes a banquetes y similares. En vista de los resultados obtenidos, se decidió utilizar éstas como variables de control.

Como resultado de este estudio, la información finalmente utilizada viene dada por:

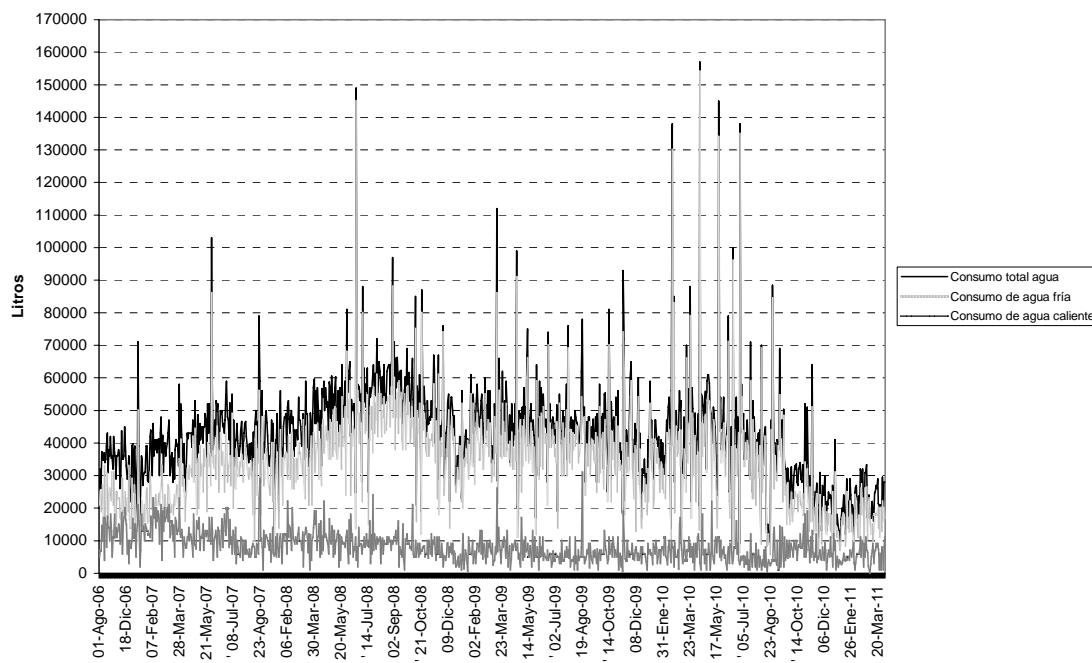
$$\{C_{cal, (t_{i-1}+1):t_i}, C_{fria, (t_{i-1}+1):t_i}, C_{total, (t_{i-1}+1):t_i}, Aloj_{(t_{i-1}+1):t_i}, Banq_{(t_{i-1}+1):t_i}; i = 1, \dots, n\}$$

donde:

- $n = 995$ es el número de observaciones
- $1 \leq t_1 < t_2 < \dots < t_n = T$ son las fechas que delimitan los periodos para los que se dispone de información

- $C_{\text{cal},(t_{i-1}+1):t_i} = \sum_{t=t_{i-1}+1}^{t_i} C_{\text{cal},t}$ siendo $C_{\text{cal},t}$ = consumo total de agua caliente del hotel el día t
- $C_{\text{fría},(t_{i-1}+1):t_i} = \sum_{t=t_{i-1}+1}^{t_i} C_{\text{fría},t}$ siendo $C_{\text{fría},t}$ = consumo total de agua fría del hotel el día t
- $C_{\text{total},(t_{i-1}+1):t_i} = C_{\text{cal},(t_{i-1}+1):t_i} + C_{\text{fría},(t_{i-1}+1):t_i}$ siendo $C_{\text{total},t}$ = consumo total de agua caliente y fría del hotel el día t
- $\text{Aloj}_{(t_{i-1}+1):t_i} = \sum_{t=t_{i-1}+1}^{t_i} \text{Aloj}_t$ siendo Aloj_t = el número total de personas alojadas en el hotel el día t
- $\text{Banq}_{(t_{i-1}+1):t_i} = \sum_{t=t_{i-1}+1}^{t_i} \text{Banq}_t$ siendo Banq_t = el número total de personas equivalentes que participaron en banquetes y similares celebrados en el hotel el día t.

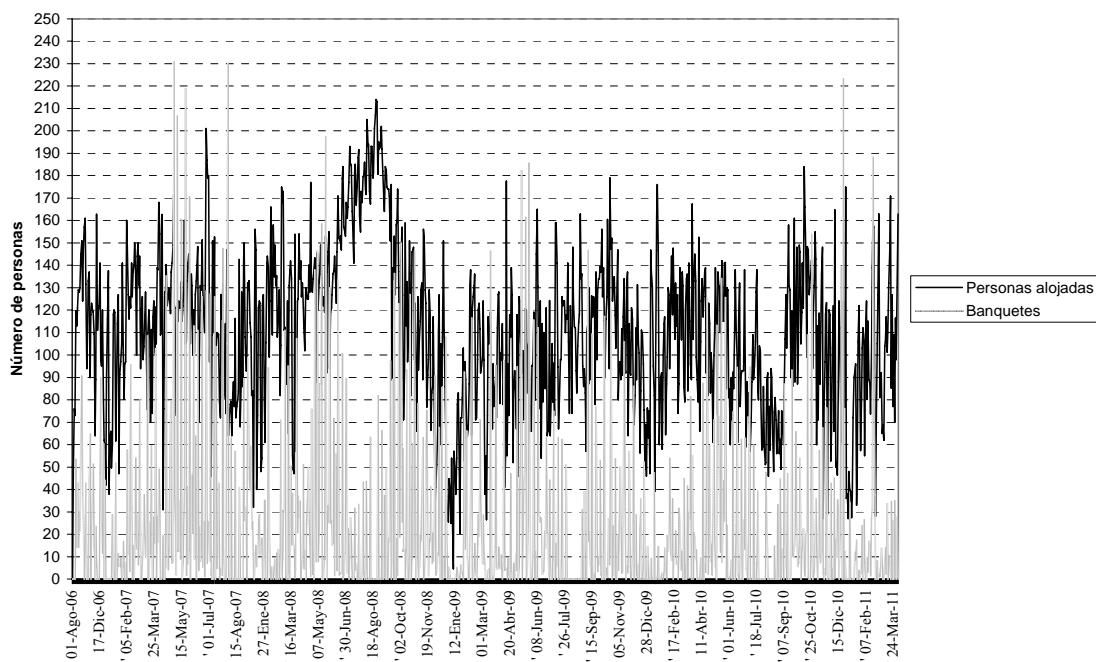
Figura 1: Evolución diaria del consumo medio diario total de agua, agua caliente y agua fría



En la Figura 1 se muestra la evolución del consumo medio diario de agua caliente y agua fría y del total de ambos. Se observa la presencia de una tendencia aproximadamente constante en torno a los 40.000 litros de consumo total de agua hasta mediados-finales del año 2007, iniciándose una tendencia creciente a partir de dichas fechas que alcanza un pico de unos 65.000 litros diarios en torno a los meses de agosto-septiembre de 2008. Le siguen una

tendencia decreciente que dura hasta finales del año 2009 y una estabilización, con grandes oscilaciones en torno a la tendencia media, del consumo total en torno a los 40.000 litros de agua que dura hasta principios de octubre de 2010, que es cuando se detecta la fuga de agua y se corrige. A partir de ese momento, el consumo total se estabiliza en torno a los 20.000 litros diarios. Esta tendencia es común al consumo de agua fría, que es el que tiene un mayor peso en el consumo total y es en el que, como ya se ha indicado, repercutió la fuga de agua. Por su parte, el consumo medio de agua caliente ha mantenido una tendencia más o menos constante en torno a los 8.500 litros. Finalmente se observa la presencia ocasional de algunos picos elevados de consumo debido a la realización de eventos excepcionales en dichos días.

Figura 2: Evolución diaria del número medio de personas alojadas en el hotel y de asistentes a banquetes



En la Figura 2 se muestran la evolución diaria del número medio de personas alojadas en el hotel y el número medio de personas equivalentes que asisten a banquetes y similares. El número medio de personas alojadas fue de 112, si bien se observan continuas oscilaciones, destacando la existencia de una tendencia localmente creciente en torno a los meses de julio a septiembre de 2008 (fechas de celebración de la Exposición Internacional Zaragoza 2008) en que llega a alcanzarse el máximo de 214. Respecto a la serie de personas asistentes a banquetes, el número medio fue 36, aunque hubo ocasiones en las que fue mucho mayor, llegando a alcanzarse un máximo de 231 personas; también hubo un porcentaje no despreciable de días sin eventos de este tipo (en torno al 20%).

4.2. Metodología estadística

El objetivo de esta sección es evaluar el impacto de las reformas en el consumo de agua del hotel. Para ello, se han planteado tres familias de regresiones lineales dinámicas donde las variables dependientes son los consumos de agua fría, caliente y total, y las variables independientes son el número medio de alojados en el hotel, el número de personas equivalentes

participantes en banquetes y similares, y tres variables *dummy* estacionales. Para recoger el impacto de las reformas se han introducido dos variables *dummy* que indican el momento de su realización, una para las habitaciones y otra para la cocina, así como sus interacciones con las correspondientes variables independientes. La evaluación de ese impacto sobre el agua fría y total requiere estimar la cantidad de agua perdida por la avería. Para este propósito se ha introducido una variable *dummy* que indica la fecha en que comenzó la fuga. Dado que esta fecha no se conoce, se ha incluido como un parámetro adicional del modelo ($t_{\text{inicio_avería}}$).

Los modelos de regresión dinámica utilizados vienen dados por la expresión:

$$Y_t = \beta_{\text{cte}} + \beta_{\text{verano}} I_{\text{verano},t} + \beta_{\text{otoño}} I_{\text{otoño},t} + \beta_{\text{invierno}} I_{\text{invierno},t} + \beta_{\text{alojadas}} (\overline{\text{Aloj}}_t - \overline{\text{Aloj}}) + \\ + \beta_{\text{banquetes}} (\overline{\text{Banq}}_t - \overline{\text{Banq}}) + \beta_{\text{reforma_habitaciones}} I_{\text{reforma_habitaciones},t} + \\ + \beta_{\text{alojadas*reforma_habitaciones}} I_{\text{reforma_habitaciones},t} (\overline{\text{Aloj}}_t - \overline{\text{Aloj}}) + \beta_{\text{reforma_cocina}} I_{\text{reforma_cocina},t} + \\ + \beta_{\text{banquetes*reforma_cocina}} I_{\text{reforma_cocina},t} (\overline{\text{Banq}}_t - \overline{\text{Banq}}) + \beta_{\text{avería}} I_{t_{\text{inicio_avería}},t} - I_{t_{\text{fin_avería}},t} \quad (\text{si } Y = \\ C_{\text{fría}} \text{ o } C_{\text{total}}) + \varepsilon_t \quad t=1, \dots, T$$

donde

- $Y_t = C_{\text{cal},t}$, $C_{\text{fría},t}$ o $C_{\text{total},t}$ según se analice el consumo de agua caliente, fría o total
- $I_{\text{verano},t}$, $I_{\text{otoño},t}$ y $I_{\text{invierno},t}$ son variables *dummy* estacionales
- $\overline{\text{Aloj}} = \frac{1}{T} \sum_t \text{Aloj}_t$ y $\overline{\text{Banq}} = \frac{1}{T} \sum_t \text{Banq}_t$ es el número medio de personas alojadas en el hotel y el número de asistentes a banquetes y similares a lo largo del periodo objeto de estudio, respectivamente.
- $I_{\text{reforma_habitaciones},t} = 1$ si $t \geq t_{\text{reforma_habitaciones}}$ y 0 en otro caso, siendo $t_{\text{reforma_habitaciones}} = 1$ de junio de 2009 (tiempo de finalización de la reforma en las habitaciones y zonas comunes)
- $I_{\text{reforma_cocina},t} = 1$ si $t \geq t_{\text{reforma_cocina}}$ y 0 en otro caso, siendo $t_{\text{reforma_cocina}} = 1$ de noviembre de 2009 (tiempo de finalización de la reforma en la cocina)
- $I_{t_{\text{inicio_avería}},t} - I_{t_{\text{fin_avería}},t} = -1$ si $t < t_{\text{inicio_avería}}$; 1 si $t > t_{\text{fin_avería}}$ y 0 en otro caso, siendo $t_{\text{fin_avería}} = 5$ de octubre de 2010
- ε_t es ruido blanco gaussiano con $\varepsilon_t \sim N(0, \sigma)$

Los modelos finalmente utilizados se han elegido mediante un procedimiento Bayesiano de selección de variables. La estimación de los parámetros se ha realizado usando un procedimiento robusto mediante la aplicación del método de los mínimos cuadrados iterados, obteniéndose predicciones diarias y anuales, teniendo en cuenta en todo momento la incertidumbre asociada al tiempo de inicio de la avería ($t_{\text{inicio_avería}}$) y al proceso de sección de los modelos (ver Apéndice para los detalles matemáticos).

4.3. Resultados

4.3.1. Modelos seleccionados y parámetros estimados

En la Tabla 2 se muestran los resultados obtenidos al aplicar el proceso de estimación y selección de modelos. El modelo seleccionado para los consumos de agua fría y total es el mismo, fruto del mayor peso del consumo de agua fría a la hora de determinar el consumo total de agua (ver Figura 1), y elimina como variables independientes las interacciones de las reformas realizadas en las habitaciones y en la cocina con los efectos ejercidos por el número de personas alojadas y de participantes en banquetes, respectivamente. Por su parte, el modelo seleccionado para el consumo de agua caliente elimina la interacción de la reforma realizada en la cocina con el número de participantes en banquetes.

Tabla 2: Estimación de los parámetros de los modelos

Covariables independientes	Variables dependientes								
	Consumo agua caliente			Consumo agua fría			Consumo total de agua		
	Coefficiente ^a	Std	z = Coef/Std ^b	Coefficiente ^a	Std	z = Coef/Std ^b	Coefficiente ^a	Std	z = Coef/Std ^b
Constante	9.267,49	223,05	41,55***	41.857,35	525,77	79,61***	51.021,77	495,86	102,90***
Verano	-1.560,68	304,65	-5,12***	3.005,15	677,62	4,43***	1.214,32	637,41	1,91*
Otoño	-25,30	285,57	-0,09	-2.689,44	678,63	-3,96***	-3.382,14	627,95	-5,39***
Invierno	542,49	299,72	1,81*	-4.475,61	684,49	-6,54***	-3.953,47	655,15	-6,03***
Alojados	49,54	3,71	13,33***	80,86	6,67	12,12***	126,17	6,28	20,09***
Banquetes	5,03	2,41	2,08**	36,60	5,46	6,70***	36,25	5,13	7,06***
Reforma_habitaciones	-2.767,12	368,58	-7,51***	-3.402,00	857,00	-3,97***	-5.749,73	806,55	-7,13***
Alojados*Reforma_habitaciones	-21,82	6,26	-3,49***						
Reforma_cocina	-232,39	399,70	-0,58	-1.345,23	887,61	-1,52	-2.402,13	835,66	-2,87***
Avería				-13.985,81	481,03	-29,07***	-11.818,17	453,39	-26,07***
Inicio_avería				07-En-08	(10-Sep-07, 15-En-08)		07-En-08	(01-En-08, 22-En-08)	
Sigma	3.980,72			8.975,56			8.443,11		
R ²	0,7373			0,8562			0,9076		

^a Valores de los coeficientes en litros/día

^b * significativo al 10%; ** significativo al 5%; *** significativo al 1%

La fuga de agua tuvo un efecto significativo en el consumo de agua fría: se estima que incrementó en 13.986 litros/día. Esta estimación es significativamente superior a la obtenida por el modelo seleccionado para el consumo total de agua, que estima dicho aumento en unos 11.818 litros. Sin embargo, esta última es menos fiable, dado que el consumo total lleva incorporados en su cálculo los niveles de consumo de agua caliente, los cuales oscurecen la estimación de dicho impacto. Sí existe, sin embargo, concordancia en ambos modelos a la hora de situar el tiempo de inicio de la avería a principios del año 2008 (el 7 de enero de 2008) con un intervalo de credibilidad del 95% que abarca desde el 10 de septiembre de 2007 al 15 de enero de 2008. El elevado grado de asimetría hacia la izquierda de dicho intervalo se debe a la existencia de un periodo de 4 meses (septiembre a diciembre de 2007) durante el que sólo se dispuso de información sobre el consumo de agua a nivel mensual, por lo que el modelo no pudo discriminar con más detalle las fechas correspondientes a dichos meses.

Si analizamos el impacto de las reformas, sí se aprecia la existencia de efectos significativos en los consumos tanto de agua fría como de agua caliente. Así, la reforma llevada a cabo en las habitaciones y zonas comunes (exceptuando las reformas específicas de la cocina) disminuyó el nivel medio de consumo de agua fría en unos 3.402 litros diarios; no se aprecia la existencia de efectos significativos sobre el consumo medio por persona alojada, que se mantiene en alrededor de 81 litros/día. El impacto de la reforma en el consumo de agua caliente fue un descenso de 2.767 litros diarios, así como una disminución adicional del consumo por persona alojada de 22 litros/día, pasando de ser 49,5 litros/día antes de la reforma a 27,5 litros/día después de la misma. Por su parte, la reforma de la cocina impactó, principalmente, en el consumo diario de agua fría, que disminuyó en 1.345 litros diarios (significativo al 85%). El impacto de dicha reforma fue mucho menor en el consumo de agua caliente (unos 232 litros diarios), aunque éste último valor no llega a ser estadísticamente significativo. Atendiendo al consumo total de agua, ambas reformas tuvieron impactos significativos, cifrándose en 5.750 y 2.402 litros diarios de agua las reducciones de dicho consumo provocado por las reformas en las habitaciones y en la cocina, respectivamente.

Las estimaciones de los coeficientes del resto de las covariables incluidas en los modelos tienen el signo esperado y son, en su mayor parte, significativas. Así, el incremento en los consumos de agua caliente y fría por persona asistente a banquetes y similares se estima en alrededor de 5 y 36 litros/día, respectivamente, siendo ambas estimaciones significativas. Respecto al efecto de las estaciones, y tomando el consumo de agua en primavera como referencia, se observa, en primer lugar, que en condiciones de ocupación media, los consumos estimados de agua fueron 9.267 y 27.889 litros diarios de agua caliente y fría, respectivamente, una vez descontado el efecto de la fuga de agua fría (41.875-13.986). En verano se produce una disminución del consumo de agua caliente de 1.560 litros diarios y un aumento del de agua fría de unos 3.005 litros, siendo ambos efectos significativos. En otoño tan sólo se aprecia una disminución significativa del consumo medio de agua fría, cifrado en 2.689 litros diarios. Finalmente, en invierno se observa un aumento significativo del consumo de agua caliente (542 litros diarios) y una disminución del consumo de agua fría (4.475 litros diarios).

Por último, cabe destacar que la bondad de ajuste de los modelos estimados es buena, siendo los coeficientes de correlación múltiple iguales a 0,7373, 0,8562 y 0,9076 para los consumos de agua caliente, fría y total, respectivamente.

4.3.2. Impacto de las reformas en el consumo anual de agua

Con el fin de evaluar el impacto global de las reformas sobre el consumo anual de agua, se comparan las predicciones de los consumos anuales de agua de un escenario de referencia sin avería y situado antes de las reformas, con dos escenarios que difieren de él en la existencia de una fuga de agua (escenario 1) y en situarse después de las reformas (escenario 2). En todos los casos se supone un número de personas alojadas igual a 112 (número medio de personas alojadas en el periodo considerado en el trabajo) y de personas que asisten a un banquete igual a 36 (número medio de personas asistentes a banquetes o similares si se incluyen los días en los que no hay eventos de este tipo).

Para todos los escenarios se realiza una predicción del consumo diario de agua caliente, agua fría y agua total utilizando las predicciones medias diarias de los modelos estimados previamente. Los consumos anuales se obtienen agregando las predicciones diarias para todo el año. Así mismo, y con fines confirmatorios, la predicción del consumo total de agua también se realiza sumando las predicciones de agua fría y caliente obtenidas por separado. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 3. En la misma se incluyen las predicciones obtenidas para cada estación del año y la predicción total anual, así como el incremento porcentual del consumo acaecido en los escenarios 1 y 2 con respecto al escenario de referencia.

Tabla 3: Evaluación del impacto global de la avería y la reforma sobre el consumo anual de agua (en litros)

Escenario de referencia Sin avería y antes de la reforma	Consumos medios				
	ndias	Agua caliente	Agua fría	Caliente + Fría	Total
Primavera	91	9.693	28.980	38.673	40.629
Verano	92	8.177	31.655	39.832	41.624
Otoño	91	9.458	25.668	35.126	36.481
Invierno	91	8.832	21.365	30.196	32.400
Total Anual (litros/año)	365	3.298.610	9.829.500	13.128.110	13.794.800

Escenario 1 Con avería y antes de la reforma	Consumos medios				
	ndias	Agua caliente	Agua fría	Caliente + Fría	Total
Primavera	91	9.693	42.966	52.658	52.447
Verano	92	8.177	45.641	53.818	53.442
Otoño	91	9.458	39.654	49.112	48.300
Invierno	91	8.832	35.351	44.182	44.218
Total Anual (litros/año)	365	3.298.610	14.934.300	18.232.910	18.108.500
Impacto de la avería (litros/año)	365	0	5.104.800	5.104.800	4.313.700
% incremento consumo sobre escenario de referencia		0,00%	51,93%	38,88%	31,27%

Escenario 2 Sin avería y después de la reforma	Consumos medios				
	ndias	Agua caliente	Agua fría	Caliente + Fría	Total
Primavera	91	6.693	24.233	30.926	32.477
Verano	92	5.177	26.908	32.085	33.472
Otoño	91	6.459	20.921	27.379	28.330
Invierno	91	5.832	16.618	22.450	24.247
Total Anual (litros/año)	365	2.203.800	8.096.700	10.300.500	10.819.300
Impacto de la reforma (litros/año)	365	-1.094.810	-1.732.800	-2.827.610	-2.975.500
% incremento consumo sobre escenario de referencia		-33,19%	-17,63%	-21,54%	-21,57%

En la Tabla 3 se observa que el impacto de la avería ha sido incrementar el consumo total de agua en torno a un 31,27%, merced al incremento del consumo de agua fría que se cifra en un 51,93%, no existiendo impacto alguno en el agua caliente dado que la avería sólo afectó al agua fría. El impacto ejercido por las reformas en el consumo de agua se traduce en una disminución del consumo de agua de alrededor de un 21,5%, siendo su impacto más importante en la reducción del consumo de agua caliente (disminución de un 33,19%) que en el consumo de fría (disminución de un 17,63%).

5. Análisis financiero y económico

El análisis financiero permite conocer la rentabilidad obtenida por la empresa propietaria del hotel como consecuencia de la instalación de dispositivos ahorradores de agua, mientras que el análisis económico permite conocer el beneficio neto que esa reforma reporta a la sociedad en su conjunto. El primero requiere la identificación y cuantificación de los costes y beneficios privados, y el segundo, los costes y beneficios sociales.

El periodo temporal que se ha considerado relevante para el análisis es de 12 años (2009-2020), ya que se corresponde con la vida útil atribuida por los técnicos a los nuevos equipamientos o dispositivos instalados, conforme al criterio generalmente recomendado (European Commission, 2008).

5.1. El método de cálculo de los costes y beneficios de las reformas

Las reformas o proyecto de inversión llevado a cabo en el hotel, como ya se ha especificado en la sección tercera, han consistido en la instalación de una serie de dispositivos ahorradores de agua en las habitaciones, zonas comunes y cocina, especialmente en la grifería. Según los técnicos que dirigieron la reforma, la grifería preexistente había llegado al final de su vida útil por razones de obsolescencia y debía ser reemplazada. Ello implica que la situación sin proyecto sería la instalación de una grifería equivalente a la preexistente, sin dispositivos ahorradores de agua, mientras que la situación con proyecto es la instalación de una grifería de características equivalentes pero con dispositivos ahorradores. Un caso más general se correspondería con la situación en que la grifería no hubiese llegado al final de su vida útil y se decidiese introducir en la misma los dispositivos ahorradores de agua (suponiendo que fuesen compatibles).

Para el cálculo de los costes del proyecto se van a contemplar en este trabajo tanto el caso real del hotel (al que se denominará caso particular) como el caso general que acaba de exponerse. En el primero solo se computará el diferencial de costes entre la grifería con y sin dispositivos ahorradores², no incluyéndose el coste de la mano de obra para su instalación, puesto que los dispositivos ya están incorporados a la nueva grifería que se instala. En el caso general se computará el coste íntegro de los dispositivos ahorradores y el coste de la mano de obra para su instalación en la grifería existente. En ambos casos, la ejecución de la reforma es compatible con el mantenimiento de la actividad del hotel, acometiéndola por fases y eligiendo los periodos de menor nivel de ocupación, por lo que no se computan costes por cese o reducción de actividad. Además, dado que los costes de mantenimiento de los nuevos dispositivos son similares que para los antiguos, no se han incluido en el análisis.

² Los precios unitarios de los dispositivos ahorradores de los lavabos y bidés corresponden a la diferencia entre el precio de mercado de un cartucho ecológico y un cartucho tradicional, más la diferencia entre el precio de un aireador con limitador de caudal y un aireador tradicional. En el caso de las duchas, corresponden a la diferencia entre el precio de una grifería con disco limitador de caudal y otra sin él.

Los costes del proyecto en el análisis económico se calculan netos de impuestos, ya que éstos no constituyen un coste neto para la sociedad sino una mera transferencia de renta entre distintos agentes integrantes de la misma (De Rus, 2008; European Commission, 2008). Esto implica excluir el IVA del coste de los materiales y el Impuesto sobre la Renta de las Personas Físicas (IRPF) del coste de la mano de obra³. Además, al coste de la mano de obra se le ha aplicado un factor de corrección para compensar la existencia de distorsiones salariales debidas a imperfecciones del mercado laboral ocasionadas por las regulaciones y a desequilibrios macroeconómicos, tal y como revela la elevada y persistente tasa de desempleo o el dualismo y segmentación de las condiciones laborales (Del Bo *et al.*, 2009)⁴. Por último, para calcular el coste total, en el análisis económico se ha tenido en cuenta el coste de oportunidad del capital⁵.

Los beneficios derivados del proyecto provienen de la reducción de los costes soportados por el hotel como consecuencia del menor consumo de agua, energía eléctrica para bombear el agua -al objeto de que su presión en todo el hotel sea la adecuada- y gas natural para la producción de ACS tras la instalación de los dispositivos ahorradores de agua⁶. Además, en el análisis económico se consideran los beneficios para la sociedad derivados de la disminución en la emisión de contaminantes originada por ese menor consumo de electricidad y gas natural, ya que constituyen externalidades positivas del proyecto⁷.

A diferencia de lo que ocurre con el coste de la inversión, los beneficios derivados del proyecto se ven afectados por la incertidumbre, pues no se conoce con exactitud el nivel de actividad futuro del hotel que determina el consumo de agua; ni la evolución de los precios del agua, electricidad y gas; ni el valor del coste social del CO₂. Por tanto, se han tomado estas variables como aleatorias para realizar un análisis de riesgo que permita obtener los resultados en forma de distribución de probabilidad (De Rus, 2008; European Commission, 2008).

El consumo futuro de agua dependerá del nivel de actividad del hotel, principalmente en alojamiento y restauración. Para simplificar la previsión, se ha supuesto que el consumo de agua en ausencia de reforma se ajustaría a su comportamiento histórico según los datos disponibles para los años 2006-2011, una vez corregido el efecto de la avería y la reforma. Para incorporar el riesgo, se han realizado mil simulaciones para cada año de vida del proyecto (exceptuando los años en que se dispone de datos ciertos: 2009 y 2010), tomando el consumo de agua como una

³ El tipo impositivo que se ha considerado para el IVA es el general vigente en el año 2009 (el 16%). La presión fiscal media que se ha aplicado a las rentas del trabajo es del 13,30%, correspondiente a la presión fiscal media del IRPF (OCDE, 2010b).

⁴ El valor de ese factor de corrección ha sido de 0,952971, de acuerdo con Del Bo *et al.* (2009).

⁵ El coste de oportunidad del capital refleja la rentabilidad que se obtendría con los fondos necesarios para la financiación del proyecto si se invirtieran en la mejor alternativa posible. Para su cálculo se ha tomado una tasa del 5 %, igual a la utilizada para el descuento en el cálculo de la rentabilidad financiera de la inversión (European Commission, 2008).

⁶ El ahorro de agua lleva asociado un ahorro de energía eléctrica de 0,3 Kwh/m³ por el bombeo y un ahorro de gas natural de 72 Kwh/m³ por la producción de ACS, según los estándares estimados por los técnicos responsables de la reforma del hotel.

⁷ Un Kwh de energía eléctrica emite 0,166 Kg de CO₂, 0,000217 Kg de NO_x y 0,000254 Kg de SO₂, de acuerdo con WWF España (2010). Aunque estas emisiones se han ido reduciendo de modo continuado desde 2006 –primer año para el que se dispone de información-, debido al creciente peso de las energías renovables en el *mix* español de generación, no es posible predecir cuál va a ser su evolución futura ante los cambios legislativos habidos en el sector, por lo que los valores de 2010 se aplican a toda la vida útil del proyecto, excepto a 2009, en el que se aplican los valores estimados para dicho año: 0,232 Kg de CO₂, 0,000312 Kg de NO_x y 0,000381 Kg de SO₂.

Por otra parte, un Nm³ de gas natural (un m³ de gas en condiciones normales de presión), que equivale a 10,65 Kwh, produce 2,15 Kg de CO₂, de acuerdo con Oficina la Catalana del Canvi Climàtic (2011).

variable aleatoria que, en el caso del agua fría, sigue una distribución normal de media 9.252,6 m³/anuales y desviación estándar 1.173,2 m³/anuales y, en el caso del agua caliente, de media 3.841 m³/anuales y desviación estándar 901,1 m³/anuales. El consumo de agua tras la reforma se ha obtenido aplicando al resultado de las simulaciones el porcentaje de reducción del consumo de agua caliente y fría que ha ocasionado la reforma según las estimaciones efectuadas en la sección anterior.

Los precios del agua, energía eléctrica, gas y CO₂ en 2010 se exponen en la Tabla 4, con impuestos, para el análisis financiero, y netos de impuestos, para el económico⁸. El precio del agua es el correspondiente al último tramo de la tarifa aplicada en 2010 en la ciudad de Zaragoza para el cálculo de la cuota variable por el servicio de abastecimiento y saneamiento de agua⁹. Los precios de la energía eléctrica y del gas natural corresponden al coste variable medio soportado por el Hotel Reino de Aragón en el año 2010. Las emisiones de CO₂ se han valorado según el precio obtenido en las subastas de derechos de emisión en 2010, según SENDECO2 (2011), como una aproximación a su coste social.

Tabla 4. Precio de los factores de coste asociados al consumo de agua

	Precios 2010 (€)		Incremento real de precios (%)	
	Con impuestos	Sin impuestos	Media histórica	Desviación típica
Agua (m3)	3,02292	2,799	3,23402	6,038703
Electricidad (Kwh)	0,0857884	0,0696296	2,950741	11,002342
Gas (Kwh)	0,043832	0,037786	8,597948	22,277033
CO₂ (Kg)	-	0,015	1,412333	0,064531

Para los cálculos de 2009 y 2010 se utilizan los precios vigentes en dichos años¹⁰, mientras que para los siguientes años de vigencia del proyecto los precios se obtienen aplicando a los de 2010 la tasa real de incremento interanual obtenida del comportamiento observado en los años 1999-2010¹¹. Para incorporar el riesgo en el cálculo de las tasas, se han realizado mil simulaciones para cada uno de los años que hay que predecir, tomando el incremento de precios del agua, electricidad, gas y CO₂ como variables aleatorias que siguen una distribución normal con la media y desviación estándar que se muestran en la Tabla 4.

⁸ En el análisis económico se ha descontado el IVA del coste del agua, la energía eléctrica y el gas natural, además del Impuesto sobre la Electricidad en el caso de la energía eléctrica.

⁹ Ordenanza Fiscal 24/25: "Tasa por la prestación de servicios de abastecimiento de agua potable y saneamiento de aguas residuales" (www.zaragoza.es/ciudad/normativa/ordenanzas.htm).

¹⁰ Los precios de 2009 se han obtenido siguiendo los mismos criterios expuestos para 2010 y, posteriormente, se han actualizado mediante el Índice de Precios de Consumo (IPC) de España elaborado por el INE (www.ine.es).

¹¹ Los datos históricos de las tarifas de agua provienen, como en 2010, de las ordenanzas fiscales de la ciudad de Zaragoza. Los datos referentes a la evolución del precio de la electricidad (Electricity prices for industrial consumers, Spain) y el gas (Gas prices for industrial consumers, Spain) se han obtenido de Eurostat, "Statistic Database" (<http://epp.eurostat.ec.europa.eu>). El precio del CO₂ se ha obtenido de SENDECO2 (2011), que informa de los resultados de las subastas de derechos de emisión en el mercado secundario de referencia en España, operativo desde 2008. Todos los precios se han deflactado aplicando el IPC de España elaborado por el INE.

Además, se han valorado las emisiones de SO₂ en 6,6 €/tonelada¹² y las emisiones de NOx se han transformado en emisiones equivalentes de CO₂¹³, sumándose a las emisiones de CO₂ previamente estimadas.

Una vez identificados y cuantificados los costes y beneficios puede procederse a calcular la distribución de probabilidad del Valor Actual Neto (VAN)¹⁴ y, por tanto, el VAN medio y su desviación estándar, teniendo en cuenta, como ya se ha señalado, que la vida útil del proyecto es de 12 años y que comienza a obtenerse beneficios desde el primer año. Para homogeneizar los valores de los flujos anuales y proceder a su agregación, se adopta un tipo de descuento del 5% para el análisis financiero y una tasa de descuento social del 3,5 % para el análisis económico, siguiendo la recomendación de la Comisión Europea para los países no receptores de los Fondos de Cohesión (European Commission, 2008). Además, se ha realizado un análisis de sensibilidad para observar la variación del VAN ante cambios en tales tasas.

5.2. Resultados

5.2.1. La rentabilidad financiera

Los costes que la ejecución de este proyecto ha acarreado a la empresa propietaria del hotel se recogen en la Tabla 5, teniendo en cuenta los dos casos considerados: el caso particular y el caso general. El coste total del proyecto en el caso particular asciende a 2.057 €, lo que supone un coste anual equivalente (CAE)¹⁵ de 232 € anuales a lo largo de su vida útil. En el caso general, el coste total del proyecto asciende a 10.987 €, con un CAE de 1.240 € anuales. Se comprueba, por tanto, que al incluir la mano de obra, los costes se incrementan en un 534%.

Los beneficios derivados del proyecto provienen de la reducción de los costes soportados por la empresa propietaria del hotel como consecuencia del ahorro de agua, energía eléctrica para el bombeo de agua y gas natural para la producción de ACS, tras la instalación de los dispositivos ahorradores de agua y pueden verse también en la Tabla 5. Se han obtenido multiplicando las unidades físicas de agua, electricidad y gas que se ha estimado que se ahorrarán cada año por su precio unitario previsto (con impuestos incluidos). Se comprueba que la reforma provoca una reducción de costes por consumo de agua, electricidad y gas de 88.369 €, 763 € y 57.350 €, respectivamente, resultando una reducción total media de 146.482 €, considerando toda la vida útil del proyecto. Lo que supone una reducción media anual de 12.207 €. Las desviaciones estándar obtenidas indican que, aun concurriendo las circunstancias más desfavorables, según la experiencia reciente, las reducciones de costes seguirían siendo

¹² La valoración del SO₂ en euros 2010 se ha obtenido a partir de la calculada para 2000 por Holland y Watkiss (2002) para zonas urbanas de en torno a 500.000 habitantes, actualizándola mediante el IPC de España.

¹³ Un Kg de NOx equivale a 296 Kg de CO₂, según el Intergovernmental Panel on Climate Change. Por tanto, tras la toma en consideración del NOx, se obtiene que un Kwh de energía eléctrica produce 0,230 Kg de CO₂ equivalente.

¹⁴ $VAN = (B_0 - C_0) + B_1 / (1+r) + \dots + B_t / (1+r)^t + \dots + B_{11} / (1+r)^{11}$ donde C₀ es el coste del proyecto en el año inicial (coste de la inversión), B_t es el beneficio proporcionado por el proyecto en cada uno de los t = 0, 1, ..., 11 años de vida útil de la inversión, 1 / (1+r)^t es el factor de descuento, r es el tipo o tasa de descuento y t el periodo de tiempo en el que se obtienen los beneficios.

¹⁵ El coste anual equivalente es el importe del pago anual constante a lo largo del tiempo de vigencia de la inversión que permitiría financiar el valor actual de los costes (VA₀) y los intereses correspondientes: $CAE = VA_0 / \{[1 - (1+r)^{-n}] / r\}$, donde n es el tiempo de vigencia de la inversión y r es el coste unitario del capital (equivalente a la tasa de descuento utilizada para el cálculo del VAN financiero del proyecto).

positivas y de cuantía elevada, mostrándose como más vulnerable la reducción por el consumo de gas.

Tabla 5. Costes y beneficios de la inversión ahorradora de agua (€ de 2010)

	Análisis financiero		Análisis económico	
	Caso particular	Caso general	Caso particular	Caso general
Costes de inversión				
Grifos lavabos (133 unidades)	719	4,815	620	3,514
Grifos bides (117 unidades)	633	4,236	545	3,092
Duchas (121 unidades)	430	1,661	371	1,201
Duchas de prelavado (2 unidades)	103	103	69	69
Reforma del tren de lavado	172	172	131	131
Coste de oportunidad del capital	-	-	1,053	5,297
<i>Costes totales</i>	<i>2.057</i>	<i>10.987</i>	<i>2.809</i>	<i>14.126</i>
<i>Coste anual equivalente (CAE)</i>	<i>232</i>	<i>1.240</i>	<i>291</i>	<i>1.462</i>
Beneficios: Valor Actual medio de la reducción de costes de funcionamiento durante la vida útil de la inversión ^a				
Por reducción del consumo de agua	88.369	(9.399)	88.472	(9.661)
Por reducción del consumo de electricidad para bombeo del agua	763	(131)	669	(118)
Por reducción del consumo de gas para producción de ACS	57.350	(24.961)	53.949	(24.105)
Por reducción de la emisión de contaminantes del consumo energético	-	-	2.697	(178)
<i>Beneficios totales</i>	<i>146.482</i>	<i>(26.892)</i>	<i>145.752</i>	<i>(26.189)</i>
<i>Reducción de costes de funcionamiento / Costes previos a la reforma (%)</i>	<i>25,1</i>		<i>25,0</i>	

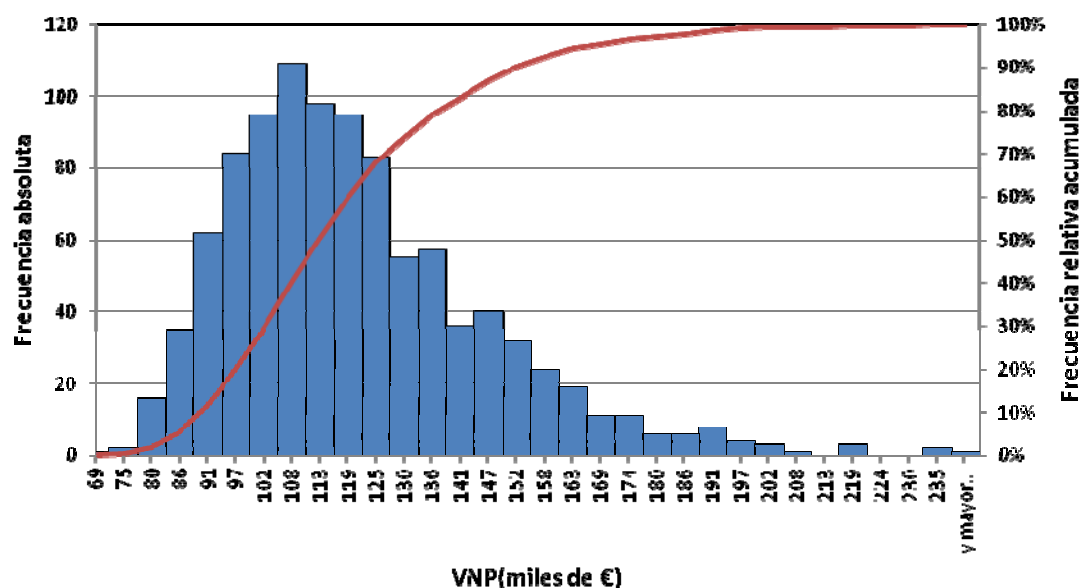
^a La desviación estándar se presenta entre paréntesis

Los valores medios del VAN del proyecto y su tasa de rentabilidad, junto a los valores de su desviación estándar, se presentan en la Tabla 6. En el caso particular se obtiene un beneficio neto medio de 144.425 €, lo que implica una tasa media de rentabilidad de la inversión del 7.022%. Para el caso general, se obtiene un VAN medio de 135.494 € y una tasa media de rentabilidad del 1.233%. De nuevo, como es lógico, las desviaciones estándar obtenidas muestran que, aun concurriendo las circunstancias más desfavorables que cabría esperar, el beneficio neto y la rentabilidad del proyecto seguirían siendo positivos y de cuantía elevada. Lo que se ve corroborado por la distribución de probabilidad del VAN que se representa en la Figura 3.

Tabla 6. Beneficio neto y rentabilidad de la inversión ahorradora de agua

	Análisis financiero ^a		Análisis económico ^a	
	Caso particular	Caso general	Caso particular	Caso general
VAN (€ de 2010)	144.425 (26.892)	135.494 (26.892)	142.943 (26.189)	131.626 (26.189)
Rentabilidad (%)	7.022 (1.307)	1.233 (245)	5.088 (932)	932 (185)
Análisis de sensibilidad del VAN en función de la tasa de descuento (€ de 2010)				
2%	171.253	162.263	155.945	144.628
3%	161.559	152.569	147.093	135.775
3,5%	157.016	148.026	142.943	131.626
4%	152.662	143.672	138.966	127.649
5%	144.485	135.494	131.496	120.178

^a El valor medio de cada variable se presenta sin paréntesis y la desviación estándar, entre paréntesis.

Figura 3: Función de distribución de la rentabilidad financiera del proyecto (Caso general)

El análisis de sensibilidad (véase Tabla 6) muestra que un aumento de la tasa de descuento de un 1% reduce el VAN en un 4,35 % de media en el caso particular y un 4,62 % de media en el caso general. Por tanto, es evidente que la rentabilidad del proyecto no se ve comprometida por la alteración, dentro de unos márgenes razonables, de la tasa de descuento.

5.2.2. La rentabilidad económica

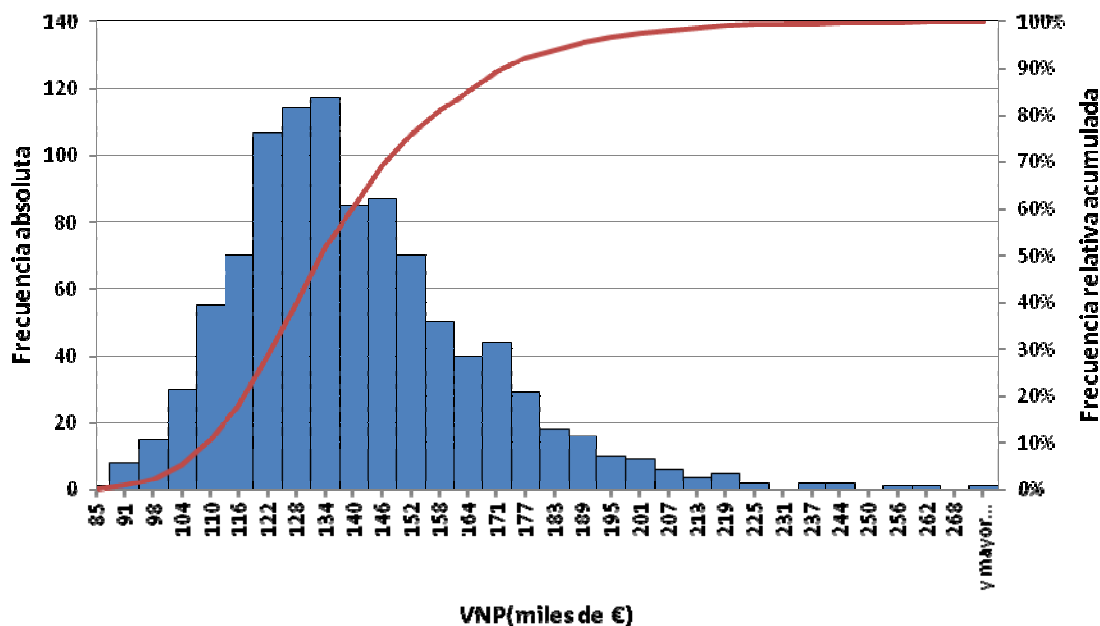
Al igual que para el análisis financiero, los costes del proyecto se recogen en la Tabla 5, tanto para el caso particular como para el caso general. El coste total del proyecto en el caso particular asciende a 2.809 €, lo que supone un CAE de 291 € al año a lo largo de su vida útil. En el caso general, el coste total del proyecto asciende a 14.126 €, con un CAE de 1.462 €. Por tanto, al incluir la mano de obra, los costes se incrementan en un 287 %.

Los beneficios obtenidos también se muestran en la Tabla 5, donde se observa una reducción de costes de 88.472 €, 669 €, 53.949 € y 2.697 € como consecuencia del ahorro de

agua, energía eléctrica y gas y de la reducción de la emisión de contaminantes, respectivamente. Ello supone un ahorro total de 145.752 €, considerando toda la vida útil del proyecto, y un ahorro medio anual de 12.146 €. De modo similar a lo visto para el análisis financiero, las desviaciones estándar obtenidas muestran que la probabilidad de que las reducciones de costes sean positivas y de cuantía elevada es muy alta.

En la Tabla 6 se presentan los valores medios del VAN del proyecto y su tasa de rentabilidad, junto a los valores de su desviación estándar. En el caso particular se obtiene un VAN medio de 142.943 €, lo que implica una tasa media de rentabilidad de la inversión del 5.088 %. Para el caso general, el VAN medio es de 131.626 € y la tasa media de rentabilidad de la inversión del 932 %. Las desviaciones estándar y el histograma de la Figura 4 indican de nuevo que aun concurriendo las circunstancias más desfavorables el beneficio neto y la rentabilidad del proyecto seguirían siendo positivos y de cuantía elevada.

Figura 4: Función de distribución de la rentabilidad económica del proyecto (Caso general)



La realización del análisis de sensibilidad que se detalla en la Tabla 6 refleja que un aumento de la tasa de descuento de un 1% reduce el VAN en un 4,36 % de media en el caso particular y un 4,75 % de media en el caso general. Por tanto, la conveniencia social del proyecto tampoco se ve comprometida por la alteración de la tasa de descuento.

6. Conclusiones

El objetivo general de este trabajo ha sido analizar el consumo de agua en los establecimientos hoteleros, las posibilidades de reducción de ese consumo y las rentabilidades financiera y económica de las actuaciones dirigidas a este fin. Para ello, se ha evaluado el caso de un hotel de la ciudad de Zaragoza (España) que ha reformado sus equipamientos consumidores de agua para introducir tecnologías ahorradoras.

La principal aportación del trabajo es la obtención de resultados en términos de rentabilidad financiera y económica, ya que la mayoría de estudios previos en esta materia

únicamente analizan el consumo de agua y, en su caso, el impacto en el mismo de la instalación de dispositivos ahorradores. En el terreno metodológico destacan las soluciones dadas a las dificultades encontradas, por un lado, en la estimación del impacto de las reformas sobre el consumo de agua, a causa de la existencia de una avería que ocasionó una fuga de agua de cuantía y duración desconocidas y, por otro lado, en el cálculo de los beneficios monetarios de las reformas, debido a la incertidumbre sobre los niveles futuros de la actividad del hotel y de los precios de los factores de coste asociados al consumo de agua. También es de destacar que los datos sobre consumo de agua con los que se ha trabajado tienen periodicidad diaria e informan por separado del agua fría y caliente.

Los resultados del análisis del caso muestran que la introducción de dispositivos ahorradores en la grifería de las habitaciones y zonas comunes del hotel, junto con la reforma de la grifería y tren de lavado de la cocina, han implicado una disminución del total de agua consumida de un 21,5% (un 17,6% en el agua fría y un 33,2% en la caliente). Tras dichas reformas, se estima que el consumo diario medio de agua por persona alojada ha pasado de 321 litros a 252 litros, de los cuales el 21,4% corresponde a agua caliente (ACS) y el resto, a fría.

De modo complementario, otros resultados del trabajo contribuyen a mejorar el estado del conocimiento sobre el uso del agua en el sector hotelero. Así, a partir de la monitorización efectuada en dos habitaciones, se ha comprobado que en ellas el consumo diario medio de agua por persona alojada es de 124,3 litros, lo cual implica que la mitad del consumo de agua del hotel (el 50,7%) se realiza en sus zonas comunes (recepción, cafetería, restaurante, cocina, salones, gimnasio, oficinas y *oficces*). Por otra parte, la modelización del consumo de agua muestra un importante volumen de consumo fijo, aunque sensible a las estaciones del año, que confirma la existencia de economías de escala en el consumo, en línea con lo que cabría esperar en este tipo de servicios.

En el ámbito del análisis financiero y económico, los resultados permiten comprobar que las reformas acometidas para reducir el consumo de agua son extraordinariamente rentables, tanto para el hotel como para la sociedad en su conjunto. Así, con una inversión cuyo coste asciende a 14.126 € en el caso más desfavorable (y en torno a los 2.000 € en el caso más favorable) y cuya vida útil es de al menos 12 años, se obtiene un VAN cuya media se sitúa en torno a los 140.000 €. En consecuencia, la tasa de rentabilidad de la inversión varía entre el 932% y el 7.022%, dependiendo fundamentalmente de que se computen o no los costes de la mano de obra para la instalación de los dispositivos ahorradores en la grifería.

Los resultados obtenidos ponen claramente de manifiesto la idoneidad, desde la perspectiva del bienestar social, de la instalación de dispositivos ahorradores de agua en los establecimientos hoteleros, ya que con unos reducidos costes de inversión y sin pérdida de confort para los alojados se consigue una importante reducción en el consumo de agua y energía. Constituyen una evidencia sólida de que este tipo de actuaciones hacen posible la disminución en la presión sobre el recurso agua y sobre el medio ambiente en sentido amplio, al tiempo que incrementan la rentabilidad financiera de las empresas hoteleras. Precisamente, la constatación de su elevada rentabilidad financiera permite concluir que las ayudas públicas no son necesarias para fomentar la instalación de dispositivos ahorradores en el sector hotelero, aunque sí parece requerirse del apoyo público para la difusión de sus ventajas entre las empresas del propio sector y de otros sectores relacionados con el alojamiento colectivo, como hospitales y escuelas. También constituye un argumento en apoyo de la adopción de regulaciones en el sector de la edificación dirigidas a la fijación de estándares ambientales en la grifería de las

nuevas edificaciones (como viviendas u oficinas) de obligado cumplimiento para los promotores de las mismas. En todo caso, son resultados muy esperanzadores desde la perspectiva de la racionalización del uso del agua en un contexto de creciente escasez relativa del recurso.

Referencias:

- Álvarez, M.J., J. de Burgos y J.J. Céspedes (2001): “An analysis of environmental management, organizational context and performance of Spanish hotels”, *Omega*, 29: 457-471.
- Arbués, F. y R. Barberán (2012): “Tariffs for urban water services in Spain: Household size and equity”, *International Journal of Water Resources Development*, 28(1): 123-140.
- Ayuso, S. (2006): “Adoption of voluntary environmental tools for sustainable tourism: Analyzing the experience of Spanish hotels”, *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 13: 207-220.
- Bohdanowicz, P. y I. Martinac (2007): “Determinants and benchmarking of resource consumption in hotels—Case study of Hilton international and Scandic in Europe”, *Energy and Buildings*, 39(1): 82-95.
- Bujak, J. (2010): “Heat consumption for preparing domestic hot water in hospitals”, *Energy and Buildings*, 42(7): 1047-1055.
- Charara, N., A. Cashman, R. Bonnell y R. Gehr (2011): “Water use efficiency in the hotel sector of Barbados”, *Journal of Sustainable Tourism*, 19(2): 231-245.
- Cobacho, R., F. Arregui, J.C. Parra, y E. Cabrera Jr. (2005): “Improving efficiency in water use and conservation in Spanish hotels”, *Water science and technology: water supply*, 5: 273-279.
- De Rus, G. (2008): *Análisis Coste-Beneficio*, Barcelona: Ariel.
- Del Bo, C.; M. Florio y C.V. Fiorio (2009): *Shadow wages for the EU regions*, Working Paper n. 2009-42, Università degli studi di Milano.
- Deng, S. (2003): “Energy and water uses and their performance explanatory indicators in hotels in Hong Kong”, *Energy and Buildings*, 35(8): 775-784.
- Deng, S. y J. Burnett (2002): “Water use in hotels in Hong Kong”, *Hospitality Management*, 21: 57-66.
- Deyà Tortella, B. y D. Tirado (2011): “Hotel water consumption at a seasonal mass tourist destination. The case of the Island of Mallorca”, *Journal of Environmental Management*, 92(10): 2568-2579.
- Environment Agency (2004): *Savewater: The hotels water efficiency project*, London: Environment Agency.
- European Commission (2008): *Guide to Cost-Benefit Analysis of investment projects*, Brussels: European Commission.

- Essex, S., M. Kent y R. Newnham (2004): "Tourism development in Mallorca: Is water supply a constraint?", *Journal of Sustainable Tourism*, 12(1): 4-28.
- Gargallo, P.; J.A. Miguel; P. Olave y M. Salvador (2010): "Evaluating Value at Risk Using Selection Criteria of the Model and the information set", *Applied Financial Economics*, 20: 1415-1428.
- Hamele, H. y S. Eckardt (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.
- Han, H., L.T. Hsu y J.S. Lee (2009): "Empirical investigation of the roles of attitudes toward green behaviors, overall image, gender, and age in hotel costumers' eco-friendly decision-making process", *International Journal of Hospitality Management*, 28: 519-528.
- Holland, P. W. y R. E. Welsch (1977): "Robust Regression Using Iteratively Reweighted Least-Squares", *Communications in Statistics: Theory and Methods*, 6(9): 813-827.
- Holland, M. R. y P. Watkiss (2002): *Benefits Table database: Estimates of the marginal external costs of air pollution in Europe*, BeTa Version E1.02a, <http://europa.eu.int/comm/environment/enveco/air/betaec02aforprinting.pdf>. Último acceso septiembre de 2011.
- Instituto Nacional de Estadística (2010): *Encuesta de Ocupación hotelera, 2010*. <http://www.ine.es/jaxi/menu.do?type=pcaxis&path=%2Ft11%2Fe162eoh&file=inebase&L=0>. Último acceso junio de 2011.
- Instituto Nacional de Estadística (2011): *Survey on Water Supply and Treatment, Year 2009*. http://www.ine.es/en/prensa/np659_en.pdf. Último acceso julio de 2011.
- Kats, G. (2006): *Greening America's schools cost and benefits*. Washington D.C.: Capital E. <http://www.leed.us/ShowFile.aspx?DocumentID=2908>. Último acceso septiembre de 2011.
- Meade, B. y P. González-Morel (1999): *Improving water use efficiency in Jamaican hotels and resorts through the implementation of environmental management systems*. <http://www.linkbc.ca/torc/downs1/jaimaca%20water.pdf>. Último acceso septiembre de 2011.
- Ministerio de Medio Ambiente (2007): *El agua en la economía española: Situación y perspectivas*, Madrid: Ministerio de Medio Ambiente.
- Muñoz, L.; P. Olave y M. Salvador (2004): "Joint Selection of the Model and the Information Set in Heteroscedastic Dynamic Models", *Communications in Statistics: Theory and Methods*, 33: 2659-2682.
- Oduro-Kwarteng, S., K.B. Nyarko, S.N. Odai y P. Aboagye-Sarfo (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 (2010a): *Pricing Water Resources and Water and Sanitation Services*, Paris: OECD Publishing.
- OECD (2010b): "Income tax and social security contributions", *Taxation: Key Tables from OECD, No. 1* (Doi: 10.1787/20758510-2010-table1). <http://www.oecd->

library.org/taxation/income-tax-and-social-security-contributions 2010_20758510-2010-table1. Último acceso septiembre de 2011.

Oficina Catalana del Canvi Climàtic (2011): *Guía práctica para el cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)*.

http://www20.gencat.cat/docs/canviclimatic/Home/Politiques/Politiques%20catalanes/La%20mitigacio%20del%20canvi%20climatic/Guia%20de%20calcul%20de%20emissions%20de%20CO2/110301_Guia%20practica%20calcul%20emissions_rev_ES.pdf. Último acceso septiembre de 2011.

Rankin, R., y P.G. Rousseau (2006): “Sanitary hot water consumption patterns in commercial and industrial sectors in South Africa: Impact on heating system design”, *Energy Conversion and Management*, 47(6): 687-701.

Redlin, M.H. y J.A. De Roos (1990): *Water consumption in the lodging industry: A study prepared for the Research Foundation of the American Hotel & Motel Association and the School of Hotel Administration at Cornell University*. Washington D.C.: Research Foundation of AH & MA, Hospitality Lodging and Travel Research Foundation.

Rico-Amorós, A. M., J. Olcina-Cantós y D. Sauri (2009): “Tourist land use patterns and water demand: Evidence from the western Mediterranean”, *Land Use Policy*, 26(2): 493-501.

SENDECO2 (2011): *Precio CO2, 2010*. http://www.sendeco2.com/es/precio_co2.asp?ssidi=1. Último acceso septiembre de 2011.

Tarí, J. J., E. Claver-Cortés, J. Pereira-Moliner y J. F. Molina-Azorín (2010): “Levels of quality and environmental management in the hotel industry: Their joint influence on firm performance”, *International Journal of Hospitality Management*, 29(3): 500-510.

WWF España (2011): *Observatorio de la electricidad: Resumen anual 2010*.

http://awsassets.wwf.es/downloads/oe_anual_sistema_peninsular_2010.pdf. Último acceso diciembre de 2011.

A. Apéndice

La metodología estadística utilizada para la estimación de los impactos $\beta_{\text{avería}}$ y β_{impacto} se ha basado en un procedimiento de selección de modelos de naturaleza bayesiana que permite cuantificar, de forma aproximada, la incertidumbre asociada a la estimación de la fecha de la avería, incorporándola a las inferencias realizadas. La clase de modelos considerados viene dada por:

$$\mathbf{M} = \{M_{t_{\text{avería}}, \mathbf{I}}; t_{\text{avería}} \in \{t_{\text{avería},1}, \dots, t_{\text{avería},A}\}, \mathbf{I} = (I_j; j \in V), I_j \in \{0,1\}\}$$

donde $t_{\text{avería}}$ denota el tiempo de inicio de la avería, $V = \{\text{verano, otoño, invierno, alojadas, banquetes, avería, reforma_habitaciones, reforma_cocina, alojadas_reforma_habitaciones, banquetes_reforma_cocinas}\}$ y el modelo $M_{t_{\text{avería}}, \mathbf{I}}$ viene dado por :

$$\begin{aligned} SY_i = & \beta_{\text{cte}} \sqrt{n_i} + \beta_{\text{verano}} SI_{\text{verano},i} + \beta_{\text{otoño}} SI_{\text{otoño},i} + \beta_{\text{invierno}} SI_{\text{invierno},i} \\ & + \beta_{\text{alojadas}} SAloj_i + \beta_{\text{banquetes}} SBanq_i + \\ & + \beta_{\text{reforma_habitaciones}} SI_{t_{\text{reforma_habitaciones}},i} + \\ & + \beta_{\text{reforma_cocina}} SI_{t_{\text{reforma_cocina}},i} + \\ & + \beta_{\text{alojadas_reforma_habitaciones}} SIAloj_{t_{\text{reforma_habitaciones}},i} + \\ & + \beta_{\text{banquetes_reforma_cocina}} SIBanq_{t_{\text{reforma_cocina}},i} + \\ & + \beta_{\text{avería}} SI_{t_{\text{avería}}, t_{\text{fin_avería}},i} \text{ (si } Y = C_{\text{fría}} \text{ ó } C_{\text{total}}) + v_i \quad i=1, \dots, n \end{aligned} \quad (\text{A.1})$$

siendo

$$n_i = t_i - t_{i-1}$$

$$SY_i = \frac{1}{\sqrt{n_i}} \sum_{t=t_{i-1}+1}^{t_i} Y_t$$

$$SI_{a,i} = \frac{1}{\sqrt{n_i}} \sum_{t=t_{i-1}+1}^{t_i} I_{a,t} \quad \text{para } a = \text{verano, otoño, invierno, } t_{\text{avería}}, t_{\text{fin_avería}}, t_{\text{reforma_habitaciones}}, t_{\text{reforma_cocina}}$$

$$SAloj_i = \frac{1}{\sqrt{n_i}} \sum_{t=t_{i-1}+1}^{t_i} (Aloj_t - \overline{Aloj})$$

$$SIAloj_{t_{\text{reformas_habitaciones}},i} = \frac{1}{\sqrt{n_i}} \sum_{t=t_{i-1}+1}^{t_i} I_{t_{\text{reformas_habitaciones}},t} (Aloj_t - \overline{Aloj})$$

$$SBanq_i = \frac{1}{\sqrt{n_i}} \sum_{t=t_{i-1}+1}^{t_i} (Banq_t - \overline{Banq})$$

$$SIBanq_{t_{reforma_cocina},i} = \frac{1}{\sqrt{n_i}} \sum_{t=t_{i-1}+1}^{t_i} I_{t_{impacto_reforma},t} (Banq_t - \overline{Banq})$$

$$v_i = \frac{1}{\sqrt{n_i}} \sum_{t=t_{i-1}+1}^{t_i} \varepsilon_t \text{ donde } \varepsilon_t \sim N(0, \sigma)$$

Se trata, por tanto, de modelos de regresión dinámica adaptados a la información agregada disponible de las variables analizadas, de forma que cada modelo corresponde a una combinación de valores de 10 indicadores binarios $\{I_j; j \in V\}$ que señalan si la variable a la que hacen referencia deber ser incluida ($I_j = 1$) o excluida ($I_j = 0$).

Para un modelo $M \in \mathbf{M}$ la estimación de su vector de parámetros se llevó a cabo mediante métodos de regresión robusta y, más concretamente, el método de los mínimos cuadrados iterados (Holland y Welsch, 1977), el cual es menos sensible que el de mínimos cuadrados ordinarios a la existencia de observaciones atípicas. Este método funciona mediante la asignación de pesos a cada observación de forma automática e iterativa. En la primera iteración, a cada observación se le asigna el mismo peso y se estiman los coeficientes del modelo por mínimos cuadrados ordinarios. En las siguientes iteraciones, los pesos se calculan de modo que a las observaciones más alejadas de las predicciones del modelo en la iteración anterior se les da un menor peso. A continuación, los coeficientes del modelo son recalculados mediante mínimos cuadrados ponderados. El proceso continúa hasta que los valores de los coeficientes estimados convergen dentro de una tolerancia especificada. La estimación se realizó mediante el procedimiento *robustfit* de MATLAB R2009b, utilizando como pesos los de Welsch. Otras formas de ponderar las observaciones dieron, sin embargo, resultados muy similares a los aquí expuestos.

La incertidumbre asociada al proceso de selección del modelo se llevó a cabo aplicando una aproximación bayesiana, utilizando una distribución a priori uniforme para los modelos comparados y aproximando la probabilidad a posteriori de cada uno de ellos mediante la expresión asintóticamente equivalente (Gargallo *et al.*, 2010):

$$\pi(M | \text{Data}) \propto |\text{Cov}(\tilde{\boldsymbol{\beta}}_M)|^{\frac{1}{2}} \prod_{i=1}^n \varphi\left(\tilde{\varepsilon}_{M,i}; 0; \frac{\tilde{\sigma}_M}{\sqrt{\tilde{w}_{M,i}}}\right) \quad (\text{A.2})$$

donde $\boldsymbol{\theta}_M = (\boldsymbol{\beta}'_M, \sigma_M)$ es el vector de parámetros del modelo M en el que $\boldsymbol{\beta}_M$ es el subsector del vector de coeficientes de regresión:

$(\beta_{cte}, \beta_{verano}, \beta_{otoño}, \beta_{invierno}, \beta_{averia}, \beta_{alojadas}, \beta_{banquetes}, \beta_{reforma_habitaciones}, \beta_{reforma_cocina}, \beta_{alojadas_reforma_habitaciones}, \beta_{banquetes_reforma_cocina})'$

correspondiente a las covariables del modelo de regresión (A.1) incluidas en el modelo y σ_M denota la varianza del término de error del modelo. Por su parte, $\tilde{\beta}_M$ y $\tilde{\sigma}_M$ son las estimaciones de β_M y σ_M , $Cov(\tilde{\beta}_M)$ es la matriz de varianzas y covarianzas de $\tilde{\beta}_M$ (ver Street y otros, 1988 para su cálculo), $\{\tilde{w}_{M,i}; i = 1, \dots, n\}$ son los pesos asignados por el método de los mínimos cuadrados ponderados iterados a cada una de las observaciones $\{SY_i; i = 1, \dots, n\}$, $\varphi(\cdot; 0, \sigma)$ es la función de densidad de la distribución $N(0, \sigma)$ y $\{\tilde{\varepsilon}_{M,i}; i = 1, \dots, n\}$ son los residuos del modelo. La inclusión de los pesos $\{\tilde{w}_{M,i}; i = 1, \dots, n\}$ en la desviación típica del modelo se realiza con el fin de debilitar la influencia ejercida por las observaciones atípicas en el proceso de selección del mismo.

El proceso de selección del modelo se lleva a cabo sobre los valores de los indicadores $I_i \in \{0, 1\}; i \in V$, determinando el vector $\mathbf{I}_{opt} = (I_{opt,i}; i \in V)$ que maximiza la probabilidad a posteriori

$$\pi(\mathbf{I} | \text{Data}) = \sum_{t_{averia}=t_{averia,1}}^{t_{averia,A}} \pi(M_{t_{averia}, \mathbf{I}} | \text{Data}) \quad (\text{A.3})$$

donde $\pi(M_{t_{averia}, \mathbf{I}} | \text{Data})$ se calcula de acuerdo a (A.2).

El modelo finalmente seleccionado es el de probabilidad mediana $\mathbf{M}_{opt} = M_{t_{averia}, \mathbf{I}_{opt}}$ donde $\mathbf{I}_{opt} = (I_{opt,j}; j \in V)$ es tal que $I_{opt,j} = \begin{cases} 1 & \text{si } p_j \geq 0.5 \\ 0 & \text{si } p_j < 0.5 \end{cases}$ donde $p_j = \sum_{\mathbf{I} \in R_j} \pi(\mathbf{I} | \text{Data})$

con $R_j = \{\mathbf{I} \in \{0, 1\}^{|V|}; I_j = 1\}$, es la probabilidad de que la j -ésima variable independiente del modelo (1) sea seleccionada como variable explicativa del mismo.

Una vez determinada el vector \mathbf{I}_{opt} se estiman los parámetros del modelo. Concretamente, la estimación del vector de coeficientes $\beta_{M_{opt}}$ se ha realizando utilizando la mixtura:

$$\begin{aligned} \pi(\beta_{M_{opt}} | \text{Data}) &= \\ &= \sum_{t_{averia}=t_{averia,1}}^{t_{averia,A}} \pi(M_{t_{averia}, \mathbf{I}_{opt}} | \text{Data}) \pi(\beta_{M_{opt}} | \text{Data}, M_{t_{averia}, \mathbf{I}_{opt}}) \end{aligned}$$

$$\approx \sum_{t_{\text{averia}}=t_{\text{averia},1}}^{t_{\text{averia},A}} \pi(M_{t_{\text{averia}},I_{\text{opt}}} | \text{Data}) \mathcal{N}\left(\tilde{\boldsymbol{\beta}}_{M_{t_{\text{averia}},I_{\text{opt}}}}, \text{Cov}\left(\tilde{\boldsymbol{\beta}}_{M_{t_{\text{averia}},I_{\text{opt}}}}\right)\right)$$

expresión en la que se ha utilizado la aproximación $\boldsymbol{\beta}_M | \text{Data} \approx \mathcal{N}\left(\tilde{\boldsymbol{\beta}}_M, \text{Cov}\left(\tilde{\boldsymbol{\beta}}_M\right)\right)$ (ver, por ejemplo, Muñoz *et al*, 2004).

Una estimación puntual de $\boldsymbol{\beta}_{M_{\text{opt}}}$ vendrá dada por su media a posteriori la cual calculamos mediante la expresión:

$$E(\boldsymbol{\beta}_{M_{\text{opt}}} | \text{Data}) = \sum_{t_{\text{averia}}=t_{\text{averia},1}}^{t_{\text{averia},A}} \pi(M_{t_{\text{averia}},I_{\text{opt}}} | \text{Data}) \tilde{\boldsymbol{\beta}}_{M_{t_{\text{averia}},I_{\text{opt}}}} \quad (\text{A.4})$$

y la matriz de varianzas y covarianzas de la estimación vendrá dada por:

$$\text{Var}(\boldsymbol{\beta}_{M_{\text{opt}}} | \text{Data}) = \sum_{t_{\text{averia}}=t_{\text{averia},1}}^{t_{\text{averia},A}} \pi(M_{t_{\text{averia}},I_{\text{opt}}} | \text{Data}) \text{Cov}\left(\tilde{\boldsymbol{\beta}}_{M_{t_{\text{averia}},I_{\text{opt}}}}\right) +$$

$$\sum_{t_{\text{averia}}=t_{\text{averia},1}}^{t_{\text{averia},A}} \pi(M_{t_{\text{averia}},I_{\text{opt}}} | \text{Data}) \left(\tilde{\boldsymbol{\beta}}_{M_{t_{\text{averia}},I_{\text{opt}}}} - E(\boldsymbol{\beta}_{M_{\text{opt}}} | \text{Data})\right) \left(\tilde{\boldsymbol{\beta}}_{M_{t_{\text{averia}},I_{\text{opt}}}} - E(\boldsymbol{\beta}_{M_{\text{opt}}} | \text{Data})\right)' \quad (\text{A.5})$$

La estimación del parámetro $\sigma_{M_{\text{opt}}}$ se llevaría a cabo de una forma similar. Procediendo de esta manera se incorpora la incertidumbre asociada a la estimación del tiempo de inicio de la avería, t_{averia} . La estimación $t_{\text{averia},\text{opt}}$, del parámetro t_{averia} se ha llevado a cabo mediante la moda de su distribución a posteriori de forma que:

$$\pi(t_{\text{averia},\text{opt}} | \text{Data}) = \max_{t_{\text{averia}} \in \{t_{\text{averia},1}, \dots, t_{\text{averia},A}\}} \pi(M_{t_{\text{averia}},I_{\text{opt}}} | \text{Data}) \quad (\text{A.6})$$

Finalmente, la predicción del consumo de agua Y^* en el escenario marcado por un valor \mathbf{X}^* del vector de las variables explicativas del modelo (A.1), se ha realizado a partir de la distribución predictiva:

$$f(Y^* | \text{Data}) = \sum_{M \in \mathbf{M}} f(Y^* | \mathbf{X}^*, M) \pi(M | \text{Data}) \quad (\text{A.7})$$

donde $\pi(M | \text{Data})$ viene dada por (A.2) y

$$f(Y^* | \mathbf{X}^*, M) \approx \int f(Y^* | M, \mathbf{X}^*, \boldsymbol{\beta}_M, \tilde{\sigma}_M) \pi(\boldsymbol{\beta}_M | \text{Data}, \tilde{\sigma}_M) d\boldsymbol{\beta}_M \quad (\text{A.8})$$

siendo

$$Y^* | M, \mathbf{X}^*, \boldsymbol{\beta}_M, \tilde{\sigma}_M \sim \mathcal{N}\left(\mathbf{X}^* \tilde{\boldsymbol{\beta}}_M, \tilde{\sigma}_M \sqrt{(1 + \mathbf{X}^* \text{Cov}(\tilde{\boldsymbol{\beta}}_M) \mathbf{X}^*)}\right)$$

la distribución predictiva que se deduce del modelo (A.1).

Utilizando la mixtura (A.7) es posible realizar predicciones puntuales de Y^* que tienen en cuenta, de forma aproximada, la incertidumbre asociada al proceso de estimación y selección del modelo. Para ello se ha utilizado la media a posteriori de Y^* que se ha calculado mediante la expresión:

$$y_{\text{pred}}^* = E[Y^* | \text{Data}] = \sum_{M \in \mathbf{M}} (\mathbf{X}^{*'} \tilde{\boldsymbol{\beta}}_M) \pi(M | \text{Data}) \quad (\text{A.9})$$

Así mismo, la incertidumbre asociada a dicha predicción se ha calculado mediante la desviación típica de dicha mixtura, la cual viene dada por:

$$s_{\text{pred}}^* = \sqrt{\sum_{M \in \mathbf{M}} \left(\tilde{\sigma}_M^2 (1 + \mathbf{X}^{*'} \text{Cov}(\tilde{\boldsymbol{\beta}}_M) \mathbf{X}^*) + (\mathbf{X}^{*'} \tilde{\boldsymbol{\beta}}_M - y_{\text{pred}}^*)^2 \right) \pi(M | \text{Data})} \quad (\text{A.10})$$

DOCUMENTOS DE TRABAJO
Facultad de Economía y Empresa
Universidad de Zaragoza
Depósito Legal Z-1411-2010. ISSN 2171-6668

2002-01: “Evolution of Spanish Urban Structure During the Twentieth Century”. Luis Lanaspá, Fernando Pueyo y Fernando Sanz. Department of Economic Analysis, University of Zaragoza.

2002-02: “Una Nueva Perspectiva en la Medición del Capital Humano”. Gregorio Giménez y Blanca Simón. Departamento de Estructura, Historia Económica y Economía Pública, Universidad de Zaragoza.

2002-03: “A Practical Evaluation of Employee Productivity Using a Professional Data Base”. Raquel Ortega. Department of Business, University of Zaragoza.

2002-04: “La Información Financiera de las Entidades No Lucrativas: Una Perspectiva Internacional”. Isabel Brusca y Caridad Martí. Departamento de Contabilidad y Finanzas, Universidad de Zaragoza.

2003-01: “Las Opciones Reales y su Influencia en la Valoración de Empresas”. Manuel Espitia y Gema Pastor. Departamento de Economía y Dirección de Empresas, Universidad de Zaragoza.

2003-02: “The Valuation of Earnings Components by the Capital Markets. An International Comparison”. Susana Callao, Beatriz Cuellar, José Ignacio Jarne and José Antonio Laínez. Department of Accounting and Finance, University of Zaragoza.

2003-03: “Selection of the Informative Base in ARMA-GARCH Models”. Laura Muñoz, Pilar Olave and Manuel Salvador. Department of Statistics Methods, University of Zaragoza.

2003-04: “Structural Change and Productive Blocks in the Spanish Economy: An Input-Output Analysis for 1980-1994”. Julio Sánchez Chóliz and Rosa Duarte. Department of Economic Analysis, University of Zaragoza.

2003-05: “Automatic Monitoring and Intervention in Linear Gaussian State-Space Models: A Bayesian Approach”. Manuel Salvador and Pilar Gargallo. Department of Statistics Methods, University of Zaragoza.

2003-06: “An Application of the Data Envelopment Analysis Methodology in the Performance Assessment of the Zaragoza University Departments”. Emilio Martín. Department of Accounting and Finance, University of Zaragoza.

2003-07: “Harmonisation at the European Union: a difficult but needed task”. Ana Yetano Sánchez. Department of Accounting and Finance, University of Zaragoza.

- 2003-08:** “The investment activity of spanish firms with tangible and intangible assets”. Manuel Espitia and Gema Pastor. Department of Business, University of Zaragoza.
- 2004-01:** “Persistencia en la performance de los fondos de inversión españoles de renta variable nacional (1994-2002)”. Luis Ferruz y María S. Vargas. Departamento de Contabilidad y Finanzas, Universidad de Zaragoza.
- 2004-02:** “Calidad institucional y factores político-culturales: un panorama internacional por niveles de renta”. José Aixelá, Gema Fabro y Blanca Simón. Departamento de Estructura, Historia Económica y Economía Pública, Universidad de Zaragoza.
- 2004-03:** “La utilización de las nuevas tecnologías en la contratación pública”. José M^a Gimeno Feliú. Departamento de Derecho Público, Universidad de Zaragoza.
- 2004-04:** “Valoración económica y financiera de los trasvases previstos en el Plan Hidrológico Nacional español”. Pedro Arrojo Agudo. Departamento de Análisis Económico, Universidad de Zaragoza. Laura Sánchez Gallardo. Fundación Nueva Cultura del Agua.
- 2004-05:** “Impacto de las tecnologías de la información en la productividad de las empresas españolas”. Carmen Galve Gorritz y Ana Gargallo Castel. Departamento de Economía y Dirección de Empresas. Universidad de Zaragoza.
- 2004-06:** “National and International Income Dispersion and Aggregate Expenditures”. Carmen Fillat. Department of Applied Economics and Economic History, University of Zaragoza. Joseph Francois. Tinbergen Institute Rotterdam and Center for Economic Policy Research-CEPR.
- 2004-07:** “Targeted Advertising with Vertically Differentiated Products”. Lola Esteban and José M. Hernández. Department of Economic Analysis. University of Zaragoza.
- 2004-08:** “Returns to education and to experience within the EU: are there differences between wage earners and the self-employed?”. Inmaculada García Mainar. Department of Economic Analysis. University of Zaragoza. Víctor M. Montuenga Gómez. Department of Business. University of La Rioja
- 2005-01:** “E-government and the transformation of public administrations in EU countries: Beyond NPM or just a second wave of reforms?”. Lourdes Torres, Vicente Pina and Sonia Royo. Department of Accounting and Finance. University of Zaragoza
- 2005-02:** “Externalidades tecnológicas internacionales y productividad de la manufactura: un análisis sectorial”. Carmen López Pueyo, Jaime Sanau y Sara Barcenilla. Departamento de Economía Aplicada. Universidad de Zaragoza.
- 2005-03:** “Detecting Determinism Using Recurrence Quantification Analysis: Three Test Procedures”. María Teresa Aparicio, Eduardo Fernández Pozo and Dulce Saura. Department of Economic Analysis. University of Zaragoza.
- 2005-04:** “Evaluating Organizational Design Through Efficiency Values: An Application To The Spanish First Division Soccer Teams”. Manuel Espitia Escuer and Lucía Isabel García Cebrián. Department of Business. University of Zaragoza.

2005-05: “From Locational Fundamentals to Increasing Returns: The Spatial Concentration of Population in Spain, 1787-2000”. María Isabel Ayuda. Department of Economic Analysis. University of Zaragoza. Fernando Collantes and Vicente Pinilla. Department of Applied Economics and Economic History. University of Zaragoza.

2005-06: “Model selection strategies in a spatial context”. Jesús Mur and Ana Angulo. Department of Economic Analysis. University of Zaragoza.

2005-07: “Conciertos educativos y selección académica y social del alumnado”. María Jesús Mancebón Torrubia. Departamento de Estructura e Historia Económica y Economía Pública. Universidad de Zaragoza. Domingo Pérez Ximénez de Embún. Departamento de Análisis Económico. Universidad de Zaragoza.

2005-08: “Product differentiation in a mixed duopoly”. Agustín Gil. Department of Economic Analysis. University of Zaragoza.

2005-09: “Migration dynamics, growth and convergence”. Gemma Larramona and Marcos Sanso. Department of Economic Analysis. University of Zaragoza.

2005-10: “Endogenous longevity, biological deterioration and economic growth”. Marcos Sanso and Rosa María Aísa. Department of Economic Analysis. University of Zaragoza.

2006-01: “Good or bad? - The influence of FDI on output growth. An industry-level analysis“. Carmen Fillat Castejón. Department of Applied Economics and Economic History. University of Zaragoza. Julia Woerz. The Vienna Institute for International Economic Studies and Tinbergen Institute, Erasmus University Rotterdam.

2006-02: “Performance and capital structure of privatized firms in the European Union”. Patricia Bachiller y M^a José Arcas. Departamento de Contabilidad y Finanzas. Universidad de Zaragoza.

2006-03: “Factors explaining the rating of Microfinance Institutions”. Begoña Gutiérrez Nieto and Carlos Serrano Cinca. Department of Accounting and Finance. University of Saragossa, Spain.

2006-04: “Libertad económica y convergencia en argentina: 1875-2000”. Isabel Sanz Villarroya. Departamento de Estructura, Historia Económica y Economía Pública. Universidad de Zaragoza. Leandro Prados de la Escosura. Departamento de H^a e Instituciones Ec. Universidad Carlos III de Madrid.

2006-05: “How Satisfied are Spouses with their Leisure Time? Evidence from Europe*?”. Inmaculada García, José Alberto Molina y María Navarro. University of Zaragoza.

2006-06: “Una estimación macroeconómica de los determinantes salariales en España (1980-2000)”. José Aixalá Pastó y Carmen Pelet Redón. Departamento de Estructura, Historia Económica y Economía Pública. Universidad de Zaragoza.

2006-07: “Causes of World Trade Growth in Agricultural and Food Products, 1951 – 2000”. Raúl Serrano and Vicente Pinilla. Department of Applied Economics and Economic History, University of Zaragoza, Gran Via 4, 50005 Zaragoza (Spain).

- 2006-08:** “Prioritisation of patients on waiting lists: a community workshop approach”. Angelina Lázaro Alquézar. Facultad de Derecho, Facultad de Económicas. University of Zaragoza. Zaragoza, Spain. Begoña Álvarez-Farizo. C.I.T.A.- Unidad de Economía. Zaragoza, Spain
- 2007-01:** “Determinantes del comportamiento variado del consumidor en el escenario de Compra”. Carmén Berné Manero y Noemí Martínez Carballo. Departamento de Economía y Dirección de Empresas. Universidad de Zaragoza.
- 2007-02:** “Alternative measures for trade restrictiveness. A gravity approach”. Carmen Fillat & Eva Pardos. University of Zaragoza.
- 2007-03:** “Entrepreneurship, Management Services and Economic Growth”. Vicente Salas Fumás & J. Javier Sánchez Asín. Departamento de Economía y Dirección de Empresas. University of Zaragoza.
- 2007-04:** “Equality versus Equity based pay systems and their effects on rational altruism motivation in teams: Wicked masked altruism”. Javier García Bernal & Marisa Ramírez Alerón. University of Zaragoza.
- 2007-05:** “Macroeconomic outcomes and the relative position of Argentina’s Economy: 1875-2000”. Isabel Sanz Villarroya. University of Zaragoza.
- 2008-01:** “Vertical product differentiation with subcontracting”. Joaquín Andaluz Funcia. University of Zaragoza.
- 2008-02:** “The motherwood wage penalty in a mediterranean country: The case of Spain”. Jose Alberto Molina Chueca & Victor Manuel Montuenga Gómez. University of Zaragoza.
- 2008-03:** “Factors influencing e-disclosure in local public administrations”. Carlos Serrano Cinca, Mar Rueda Tomás & Pilar Portillo Tarragona. Departamento de Contabilidad y Finanzas. Universidad de Zaragoza.
- 2008-04:** “La evaluación de la producción científica: hacia un factor de impacto neutral”. José María Gómez-Sancho y María Jesús Mancebón-Torrubia. Universidad de Zaragoza.
- 2008-05:** “The single monetary policy and domestic macro-fundamentals: Evidence from Spain”. Michael G. Arghyrou, Cardiff Business School and Maria Dolores Gadea, University of Zaragoza.
- 2008-06:** “Trade through fdi: investing in services”. Carmen Fillat-Castejón, University of Zaragoza, Spain; Joseph F. Francois. University of Linz, Austria; and CEPR, London & Julia Woerz, The Vienna Institute for International Economic Studies, Austria.
- 2008-07:** “Teoría de crecimiento semi-endógeno vs Teoría de crecimiento completamente endógeno: una valoración sectorial”. Sara Barcenilla Visús, Carmen López Pueyo, Jaime Sanaú. Universidad de Zaragoza.
- 2008-08:** “Beating fiscal dominance. The case of Spain, 1874-1998”. M. D. Gadea, M. Sabaté & R. Escario. University of Zaragoza.

2009-01: “Detecting Intentional Herding: What lies beneath intraday data in the Spanish stock market” Blasco, Natividad, Ferreruella, Sandra (Department of Accounting and Finance. University of Zaragoza. Spain); Corredor, Pilar (Department of Business Administration. Public University of Navarre, Spain).

2009-02: “What is driving the increasing presence of citizen participation initiatives?”. Ana Yetano, Sonia Royo & Basilio Acerete. Departamento de Contabilidad y Finanzas. Universidad de Zaragoza.

2009-03: “Estilos de vida y “reflexividad” en el estudio del consumo: algunas propuestas”. Pablo García Ruiz. Departamento de Psicología y Sociología. Universidad de Zaragoza.

2009-04: “Sources of Productivity Growth and Convergence in ICT Industries: An Intertemporal Non-parametric Frontier Approach”. Carmen López-Pueyo and M^a Jesús Mancebón Torrubia. Universidad de Zaragoza.

2009-05: “Análisis de los efectos medioambientales en una economía regional: una aplicación para la economía aragonesa”. Mónica Flores García y Alfredo J. Mainar Causapé. Departamento de Economía y Dirección de Empresas. Universidad de Zaragoza.

2009-06: “The relationship between trade openness and public expenditure. The Spanish case, 1960-2000”. M^a Dolores Gadea, Marcela Sabate y Estela Saenz. Department of Applied Economics. School of Economics. University of Economics.

2009-07: “Government solvency or just pseudo-sustainability? A long-run multicointegration approach for Spain”. Regina Escario, María Dolores Gadea, Marcela Sabaté. Applied Economics Department. University of Zaragoza.

2010-01: “Una nueva aproximación a la medición de la producción científica en revistas JCR y su aplicación a las universidades públicas españolas”. José María Gómez-Sancho, María Jesús Mancebón Torrubia. Universidad de Zaragoza

2010-02: “Unemployment and Time Use: Evidence from the Spanish Time Use Survey”. José Ignacio Gimenez-Nadal, University of Zaragoza, José Alberto Molina, University of Zaragoza and IZA, Raquel Ortega, University of Zaragoza.

2011-01: “Universidad y Desarrollo sostenible. Análisis de la rendición de cuentas de las universidades del G9 desde un enfoque de responsabilidad social”. Dr. José Mariano Moneva y Dr. Emilio Martín Vallespín, Universidad de Zaragoza.

2011-02: “Análisis Municipal de los Determinantes de la Deforestación en Bolivia.” Javier Aliaga Lordeman, Horacio Villegas Quino, Daniel Leguía (Instituto de Investigaciones Socio-Económicas. Universidad Católica Boliviana), y Jesús Mur (Departamento de Análisis Económico. Universidad de Zaragoza)

2011-03: “Imitations, economic activity and welfare”. Gregorio Giménez. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Universidad de Zaragoza.

2012-01: “Selection Criteria for Overlapping Binary Models”. M. T Aparicio and I. Villanúa. Department of Economic Analysis, Faculty of Economics, University of Zaragoza

2012-02: “Sociedad cooperativa y socio cooperativo: propuesta de sus funciones objetivo”. Carmen Marcuello y Pablo Nachar-Calderón. Universidad de Zaragoza

2012-03: “Is there an environmental Kuznets curve for water use? A panel smooth transition regression approach”. Rosa Duarte (Department of Economic Analysis), Vicente Pinilla (Department of Applied Economics and Economic History) and Ana Serrano (Department of Economic Analysis). Faculty of Economics and Business Studies, Universidad de Zaragoza

2012-04: “Análisis Coste-Beneficio de la introducción de dispositivos ahorradores de agua. Estudio de un caso en el sector hotelero”. Barberán Ramón, Egea Pilar, Gracia-de-Rentería Pilar y Manuel Salvador. Facultad de Economía y Empresa. Universidad de Zaragoza.