



Canal de  
Isabel II

## CUADERNOS DE I+D+I

Estudio de potenciales de ahorro de  
agua en usos residenciales de interior

6





## CUADERNOS DE I+D+I

6

Estudio de potenciales de ahorro de agua  
en usos residenciales de interior

© Canal de Isabel II - 2009

Autores: Marisa Fernández Soler, Laurent Sainctavit  
Dirección del estudio: Juan Carlos Ibáñez Carranza  
Edición coordinada por: Subdirección de Comunicación y RR.PP.

ISBN: 978-84-936445-5-0



## EXCLUSIÓN DE RESPONSABILIDAD



Las afirmaciones recogidas en el presente documento reflejan la opinión de los autores y no necesariamente la de Canal de Isabel II.

Tanto Canal de Isabel II como los autores de este documento declinan todo tipo de responsabilidad sobrevenida por cualquier perjuicio que pueda derivarse a cualesquiera instituciones o personas que actúen confiadas en el contenido de este documento, o en las opiniones vertidas por sus autores.



## PRESENTACIÓN

Los cuadernos de I+D+I de Canal de Isabel II forman parte de la estrategia de gestión del conocimiento de la empresa y del desarrollo del Plan de Investigación, Desarrollo e Innovación.

Son elemento de difusión de proyectos e iniciativas desarrollados y auspiciados desde Canal de Isabel II para la innovación en las áreas relacionadas con el servicio de agua en el entorno urbano.

Exponen las diferentes problemáticas abordadas en cada proyecto junto con los resultados obtenidos. La intención al difundirlos mediante estas publicaciones, es compartir las experiencias y conocimientos adquiridos con todo el sector de servicios de agua, con la comunidad científica y con cuantos desarrollan labores de investigación e innovación. La publicación de estos cuadernos pretende contribuir a la mejora y eficiencia de la gestión del agua y, en consecuencia, a la calidad del servicio prestado a los ciudadanos.

Además de su publicación en forma impresa, los cuadernos están disponibles en la página web de Canal de Isabel II, en el apartado Publicaciones.

## FICHA TÉCNICA

<b>Título del proyecto</b>	Estudio de potenciales de ahorro de agua en usos residenciales de interior en la Comunidad de Madrid.
<b>Línea de investigación</b>	Aseguramiento del equilibrio de disponibilidades y demandas
<b>Unidades implicadas de Canal de Isabel II</b>	Subdirección de I+D+I
<b>Participación externa</b>	Fundación Ecología y Desarrollo
<b>Objeto y justificación del proyecto</b>	<p>El objetivo es cuantificar, de forma rigurosa, el potencial real de ahorro de dispositivos y técnicas de uso eficiente en el ámbito doméstico dentro de la Comunidad de Madrid.</p> <p>La justificación es la necesidad de manejar cifras realistas para la planificación de políticas de ahorro.</p>
<b>Contribución al estado del arte</b>	Evaluar la viabilidad, coste de implantación, eficiencia y potencialidad de ahorro, mediante ensayo directo, de las distintas tecnologías de fontanería ahorradora, en condiciones de utilización real, más allá de las características especificadas por los fabricantes.
<b>Resumen del desarrollo del proyecto e hitos relevantes</b>	<p>Del total de dispositivos ahorradores instalados se obtuvo un registro final de consumo de 249 unidades en 80 viviendas. En paralelo, se monitorizaron 45 viviendas adicionales, sin instalación de tecnología específica. Los elementos ahorradores dispuestos se corresponden con:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Grifería termostática para duchas.</li><li>• Aireadores y perlizadores para grifos de aseos y cocinas.</li><li>• Cabezales de ducha de bajo consumo y reductores de caudal de ducha.</li><li>• Mecanismos de doble descarga y sistemas de interrupción de descarga para las cisternas de los inodoros.</li><li>• Reductores de presión para líneas de suministro.</li></ul> <p>Se monitorizó el consumo horario durante doce meses, tras los cuales, se procedió al análisis de los datos de consumo recabados y a la elaboración de conclusiones e informe final.</p>
<b>Resumen de resultados obtenidos</b>	<p>Los ahorros de consumo constatados por dispositivo mostraron unas reducciones medias que alcanzan los valores:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Filtro ahorrador de grifos, 17 por ciento.</li><li>• Cabezal de ducha eficiente, 21 por ciento.</li><li>• Mecanismo de doble descarga para la cisterna del inodoro, 34 por ciento.</li></ul> <p>La reducción media del consumo por vivienda, con la instalación de todos los aparatos, alcanzó el 15 por ciento.</p> <p>De la encuesta final se desprende que un 74 por ciento de los encuestados califica los dispositivos instalados como "buenos" o "muy buenos", el 38 por ciento dice haber cambiado sus hábitos de consumo, un 56 por ciento no ha notado alteración en el confort, y un 34 por ciento percibe una mejora del mismo.</p>
<b>Líneas de investigación abiertas para continuación de los trabajos</b>	Extender el estudio de potenciales de ahorro sobre un panel permanente de monitorización de usos y consumos de agua en la Comunidad de Madrid.

## RESUMEN EJECUTIVO

Entre las acciones planificadas y emprendidas por Canal de Isabel II para asegurar el equilibrio entre recursos y demandas y el mantenimiento de la garantía de abastecimiento figuran, en un lugar prioritario, todas aquellas medidas que puedan mejorar la eficiencia en el uso del agua, tanto en las instalaciones del sistema de abastecimiento como en las de los usuarios particulares. Contribuyendo a esta intención se ha elaborado este estudio de potenciales de ahorro en el consumo mediante técnicas que permitan un uso más eficiente del agua por parte de los usuarios, sin merma del confort. El estudio se enfocó exclusivamente a los usos domiciliarios, ya que constituyen más del 60 por ciento de los usos totales del agua en el sistema de Canal de Isabel II.

El estudio busca evaluar la viabilidad y coste de implantación, eficiencia y potencialidad de ahorro, mediante ensayo directo de las distintas tecnologías, en condiciones de utilidades reales y, por tanto, más allá de las características especificadas por los fabricantes. Esto se ha conseguido con la instalación, en una muestra seleccionada de viviendas, de distintos conjuntos de dispositivos ahorradores; la monitorización en continuo del consumo de agua antes y después de la instalación; el análisis de los resultados obtenidos y la mejora en la eficiencia atribuible a cada uno de los equipos. Concretamente, se instalaron 249 aparatos en 80 viviendas y se monitorizó durante 12 meses el consumo de agua en el conjunto de las viviendas y en cada aparato consumidor de agua en la vivienda. Como complemento también se monitorizaron 45 viviendas en las que no se ha realizado ninguna instalación para tener elementos de comparación.

Se han instalado dispositivos ahorradores en grifos, duchas e inodoros. Concretamente, grifería termostática para duchas, aireadores y perlizadores para grifos de aseos y cocinas, cabezales de ducha de bajo consumo, reductores de caudal de ducha, mecanismos de doble descarga y sistemas de interrupción de descarga para las cisternas de los inodoros y reductores de presión para líneas de suministro. Los dispositivos y aparatos seleccionados se han elegido preferentemente de entre los que disponen de certificaciones medioambientales. La asignación de los dispositivos a las viviendas objeto del estudio estuvo determinada por las características y equipamientos ya existentes en las mismas. Casi un 55 por ciento (70 viviendas), no disponían de ningún dispositivo ahorrador en ningún aparato sanitario de la vivienda, mientras que el dispositivo ahorrador que estaba más presente en la muestra del estudio era el de los mecanismos eficientes en los inodoros.

De los dispositivos monitorizados, los más efectivos a la hora de reducir el consumo interno de agua en el hogar (sin incluir los electrodomésticos) han sido los filtros ahorradores para los grifos, los cabezales de ducha eficientes y los mecanismos de doble descarga para la cisterna del inodoro. Los filtros ahorradores consiguen reducir el consumo de los grifos en torno al 17 por ciento, los cabezales de ducha eficientes reducen el consumo de las duchas en un 21 por ciento y los mecanismos de doble descarga de las cisternas de los inodoros logran disminuir el agua consumida por el inodoro en un 34 por ciento. La media en la reducción total del consumo en las viviendas monitorizadas al introducir estos tres dispositivos ha sido de 13,1 por ciento, alcanzando el 15 por ciento en las condiciones más eficientes de los aparatos ahorradores. Las viviendas en las que no se realizó ningún cambio tecnológico no experimentaron variación significativa del consumo durante el periodo monitorizado.

A pesar de que hubo cierta resistencia de los usuarios para colaborar en el estudio, tan sólo un 46 por ciento de los contactados quiso participar, posteriormente, los usuarios de las instalaciones en las que se ha efectuado cambio tecnológico están, en una amplia mayoría, satisfechos con los productos. Un 74 por ciento de los participantes los ha calificado de "buenos" o "muy buenos", y un 90 por ciento de los mismos no ha apreciado variación en el confort o incluso considera que ha aumentado su nivel de confort en la utilización de los aparatos consumidores de agua.



## ÍNDICE DE CONTENIDOS



### **1. ANTECEDENTES Y OBJETIVO DEL ESTUDIO** página 14

1.1. Objetivo del estudio

### **2. METODOLOGÍA** página 18

2.1. Dispositivos instalados

2.2. Viviendas en las que se han realizado las instalaciones

2.3. La monitorización y el análisis de datos

### **3. RESULTADOS OBTENIDOS** página 36

3.1. La opinión de los usuarios

3.2. Resultados de los aparatos instalados

3.3. Comparación del consumo de las viviendas en las que ha habido cambio tecnológico con las que sólo se influyó en hábitos y uso responsable o no se realizó ninguna actuación

### **4. EJEMPLOS DE CAMPAÑAS DE CAMBIO TECNOLÓGICO EN OTRAS CIUDADES** página 52

### **5. CONCLUSIONES** página 56

### **6. COMENTARIOS FINALES** página 62

### **7. ANEXOS** página 66

### **8. ÍNDICE DE FIGURAS** página 80

### **9. ÍNDICE DE TABLAS** página 84

### **10. BIBLIOGRAFÍA** página 88

1

Antecedentes y  
objetivo del estudio



Canal de Isabel II, dentro de su estrategia de I+D+I, viene realizando una serie de estudios de caracterización de la demanda de agua, con el objeto de determinar sus factores explicativos y poder predecir de la manera más fiable su evolución temporal y distribución geográfica. Hasta la fecha se han editado los siguientes documentos:

- Estudio de la demanda de agua para uso urbano en la Comunidad de Madrid (2001).
- Evaluación de la demanda de agua para usos de exterior en la Comunidad de Madrid (2004).
- Microcomponentes y factores explicativos del consumo doméstico de agua en la Comunidad de Madrid (en fase de impresión).
- Caracterización y predicción de la demanda (en fase de edición).

En un estudio realizado en 2003 se llevó a cabo una monitorización continua del consumo en unos 300 hogares que se consideraron una muestra representativa de las viviendas existentes en la Comunidad de Madrid, obteniendo una importante información sobre los usos finales del agua y su relación con las características de las viviendas, hábitos de los usuarios, tipo de fontanería e instalaciones. En el año 2005 se amplió la muestra a 695 viviendas, que incluía parte de la muestra de 2003. Esta información, recogida en el documento de Microcomponentes, constituye la mejor base de partida para el establecimiento de políticas de gestión de la demanda y para la realización de predicciones sobre la evolución futura, pero para hacer valoraciones precisas de las modificaciones posibles en las diferentes políticas, es necesaria la realización de estudios experimentales de la aplicación real de las mismas.

Entre las acciones planificadas y emprendidas por Canal de Isabel II para asegurar el equilibrio entre recursos y demandas y el mantenimiento de la garantía de abastecimiento, figuran en un lugar prioritario todas aquellas medidas que puedan mejorar la eficiencia en el uso del agua, tanto en las instalaciones del sistema de abastecimiento como en las de los usuarios particulares. Contribuyendo a esta intención, se ha elaborado este estudio de potenciales de ahorro en el consumo mediante técnicas que permitan un uso más eficiente del agua por parte de los usuarios, sin merma del confort. El estudio se enfocó principalmente a los usos domiciliarios, ya que constituyen más del 60 por ciento de los usos totales del agua en el sistema de Canal de Isabel II.

### 1.1. Objetivo del estudio

El objetivo del estudio se centra en el análisis de distintas técnicas de reducción del consumo doméstico. Busca evaluar la viabilidad y coste de su implantación, eficiencia y potencialidad de ahorro, mediante ensayo directo de las distintas tecnologías en condiciones de utilización reales y, por tanto, más allá de las características especificadas por los fabricantes. Esto se ha conseguido con la instalación, en una muestra seleccionada de viviendas, de distintos conjuntos de dispositivos ahorradores y la monitorización en continuo del consumo de agua antes y después de la instalación. También con un análisis de los resultados obtenidos y la mejora en la eficiencia atribuible a cada uno de los equipos.

2

Metodología

El estudio ha consistido en analizar la efectividad de aparatos y mecanismos que permiten un consumo más reducido de agua en los usos internos del hogar, a excepción de los electrodomésticos. Para ello, se han instalado 249 aparatos en 80<sup>1</sup> viviendas de las que se disponía de registros detallados del consumo por haber participado en estudios previos de Canal de Isabel II. Además se ha monitorizado, durante 12 meses, el consumo de agua en el conjunto de las viviendas y en cada aparato consumidor en la vivienda. Como complemento también se han monitorizado 45 viviendas en las que no se ha realizado ninguna instalación para tener elementos de comparación.

El proceso se ha estructurado en las siguientes etapas:

1. Selección de los aparatos y mecanismos a instalar en los hogares.
2. Selección de una muestra de 365 viviendas y envío de una carta explicando en que consistía el estudio y solicitando su participación.
3. Contacto telefónico con cada uno de los usuarios para confirmar su participación. En aquellas viviendas que aceptaron participar se comenzó a monitorizar su consumo antes de realizar la instalación de los dispositivos.
4. Visita a las viviendas. Con aquellos usuarios que aceptaron formar parte del estudio se concertó una visita en la vivienda para elaborar una ficha con las características técnicas de la instalación, las características ocupacionales de la vivienda y una encuesta para conocer los hábitos de consumo de los habitantes. Esta información era necesaria para realizar una correcta asignación de los dispositivos ahorradores en los hogares participantes.
5. Establecimiento de diferentes submuestras en las que se instalaron los distintos dispositivos objetos del estudio.
6. Monitorización del consumo y hábitos con los equipos instalados.
7. Realización de una segunda encuesta para obtener la opinión y valoración de los usuarios, transcurridos tres meses de la instalación.
8. Desinstalación de los aparatos en los hogares en los que lo solicitó el usuario.
9. Análisis del consumo y usos y elaboración de conclusiones.

<sup>1</sup> Se realizaron 84 instalaciones, pero hubo que desinstalar equipos ahorradores de agua en cuatro viviendas a petición de los usuarios.

## 2.1. Dispositivos instalados

Como ya se ha comentado, a través de este estudio se pretendía comprobar en hogares reales la verdadera efectividad de los dispositivos disponibles en el mercado para reducir el consumo de agua doméstico en el interior<sup>2</sup>. Se pretendía probar la eficiencia de la instalación de aquellos aparatos que reducen el caudal en grifos (de baño y cocina) y duchas o el volumen de las cisternas de descarga en inodoros, es decir, en todos los elementos de uso interno de agua a excepción de los electrodomésticos.

Se ha instalado grifería, concretamente: grifería termostática para duchas, aireadores y perlizadores para grifos de aseos y cocinas, cabezales de ducha de bajo consumo, reductores de caudal de ducha, mecanismos de doble descarga y sistemas de interrupción de descarga para las cisternas de los inodoros, y reductores de presión para líneas de suministro. Los dispositivos y aparatos seleccionados se han elegido preferentemente de entre los que disponen de certificaciones medioambientales como es el caso del Distintivo de Calidad Ambiental de la Generalitat de Catalunya<sup>3</sup>. En el caso de las cisternas de los inodoros, a la hora de efectuar la selección de los mecanismos o sistemas, se ha primado aquellos en los que resulta más evidente y sencillo su uso de forma eficiente. En el anexo 1 se describen con más detalle los productos instalados. En la tabla 1 aparecen los requisitos técnicos exigidos a los aparatos en el estudio para ser considerados *eficientes*<sup>4</sup>, así como los consumos de los dispositivos y aparatos instalados que establecen sus fabricantes.

Se ha efectuado el seguimiento de 249 aparatos distribuidos en 80 viviendas, ya que en algunas de ellas se han instalado varios de estos dispositivos para comprobar el resultado de equipar una vivienda con varios de estos productos. En la tabla 2 se recoge el balance numérico de los distintos tipos de dispositivos ahorradores instalados.

<sup>2</sup> El objetivo principal del estudio es comprobar los ahorros obtenidos en el consumo doméstico, principalmente de interior. Sin embargo, los reductores de presión también deberían producir ahorros en los usos de exterior.

<sup>3</sup> Distintiu de Qualitat Ambiental. Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya número 4.150 del 9 de junio de 2004.

<sup>4</sup> Los requisitos técnicos de los aparatos eficientes se basan en aquellos que establece el Distintivo de Calidad Ambiental de la Generalitat de Catalunya, y en caso de que no hubiese ninguno establecido, se han utilizado los correspondientes a los aparatos de bajo consumo de agua existentes en el mercado.

Tabla 1. Características técnicas de los productos instalados

Aparato/dispositivo	Requisitos para ser seleccionados como "aparatos eficientes"	Datos de los productos seleccionados
Grifería termostática de ducha	Caudal < 8 l/min para presión entre 1 y 3 bar Caudal < 9 l/min para presión entre 3 y 5 bar	Grifo termostato regulado en laboratorios a 38°C para baño y ducha, con aireador incorporado
Aireadores/perlizadores de grifos	Caudal < 8 l/min para presión entre 1 y 3 bar Caudal < 9 l/min para presión entre 3 y 5 bar	Caudal < 8 l/min para presión entre 1 y 3 bar Caudal < 9 l/min para presión entre 3 y 5 bar Productos con el Distintivo de Calidad Ambiental de la Generalitat de Catalunya
Cabezales de ducha	Caudal < 10 l/min para presión entre 1 y 3 bar Caudal < 12 l/min para presión entre 3 y 5 bar	Caudal < 10 l/min para presión entre 1 y 3 bar Caudal < 12 l/min para presión entre 3 y 5 bar Productos con el Distintivo de Calidad Ambiental de la Generalitat de Catalunya
Reductor volumétrico para duchas fijo	Caudal < 10 l/min para presión entre 1 y 3 bar Caudal < 12 l/min para presión entre 3 y 5 bar	Caudal < 10 l/min para presión entre 1 y 3 bar Caudal < 12 l/min para presión entre 3 y 5 bar Productos con el Distintivo de Calidad Ambiental de la Generalitat de Catalunya
Mecanismos de doble descarga inodoro	Volumen máximo de descarga de 6 l Descarga parcial: 3 l	Mecanismo de doble pulsador universal. Selector de descarga integrado y regulable (descarga parcial: 3 l y descarga total: 6 l)
Sistema interrupción de descarga inodoro	Volumen máximo de descarga de 6 l	Mecanismo de descarga interrumpible, regulable (6 l) y posibilita la selección de la descarga a realizar
Reductor regulador de presión para líneas de suministro	Regular la presión en la entrada vivienda a 3,5 bar	Presión de entrada hasta 15 bar Presión de salida regulable entre 0,5 y 5 bar

Tabla 2. Numero de dispositivos ahorradores instalados

Unidades	Tipo de dispositivo
16	Reductor regulador de presión para líneas de suministro
67	Perlizador de lavabo
36	Perlizador de fregadero
22	Cabezal de ducha
14	Reductor volumétrico de duchas fijo
21	Mecanismo de interrupción de descarga para WC
50	Mecanismo de descarga de WC, doble pulsador
23	Grifería termostática de ducha

## 2.2. Viviendas en las que se han realizado las instalaciones

La muestra seleccionada se ha nutrido, fundamentalmente, de los estudios previos realizados por Canal de Isabel II. En el estudio de monitorización de los patrones de consumo del 2003 se monitorizaron 300 hogares. En el 2005 se amplió la monitorización a 695 viviendas de diferente tipología, además de instalaciones de riego, comercios, oficinas y otros establecimientos. De todas estas viviendas monitorizadas se seleccionaron 365 para el presente estudio. De estas 365 viviendas, y tras realizar 1.350 llamadas telefónicas, se localizó a 280 de estos usuarios, de los que tan sólo un 46 por ciento ha querido participar en la iniciativa.

Finalmente, se ha trabajado con 129 viviendas. Están localizadas en el mapa de la figura 1. Esta muestra, aunque pequeña, es bastante representativa de las viviendas de la Comunidad de Madrid, tal y como se ha constatado al comparar las características ocupacionales de las viviendas monitorizadas con otro estudio previo de Canal de Isabel II, realizado en 2003, consistente en la monitorización de los patrones de consumo en la Comunidad de Madrid<sup>5</sup>, así como con los datos disponibles, cuando se realizó el estudio, del censo del Instituto Nacional de Estadística<sup>6</sup>.

<sup>5</sup> Microcomponentes y factores explicativos del consumo doméstico de agua en la Comunidad de Madrid, Canal de Isabel II (en imprenta a junio 2008).

<sup>6</sup> Censo de Población y Viviendas del INE, 2001 (último censo disponible).

Figura 1. Localización de las viviendas monitorizadas



En las tablas 3 y 4 se comparan los datos de las viviendas monitorizadas con los del estudio del 2003 y los datos del INE en cuanto a la ocupación de las viviendas y la composición familiar, respectivamente.

Tabla 3. Ocupación viviendas

OCUPACIÓN Personas/vivienda	INE 2001 % viviendas	Estudio Microcomponentes 2003-2006 % viviendas	Nº viviendas monitorizadas en este estudio	% viviendas monitorizadas 2006
1	19,4	13	14	10,9
2	25,5	29,6	40	31,0
3	21,5	21,7	26	20,2
4	22,4	24,4	29	22,5
5	7,4	8,1	10	7,8
6	2,2	2,3	8	6,2
7	0,8	0,6	1	0,8
8	0,4	0,2	1	0,8
9	0,2	0,1	0	0
Más de 9	0,2	0,1	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>129</b>	<b>100</b>

Tabla 4. Composición familiar

Composición familiar	INE 2001 % viviendas	Estudio Microcomponentes 2003-2006 % viviendas	Nº viviendas monitorizadas en este estudio	% viviendas monitorizadas 2006
Pareja con hijos	58	43,4	41	31,8
Padre / madre con hijos	15,5	6,7	13	10,1
Pareja con hijos y otros familiares	--	0,5	6	4,7
Adulto solo	0	13	10	7,8
Pareja sola	26,5	21,8	24	18,6
Pareja con personas mayores	--	0,9	1	0,8
Resto	--	13,8	34	26,4
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>129</b>	<b>100</b>

También se puede analizar la representatividad de la muestra comparando las dotaciones de Canal de Isabel II para la Comunidad de Madrid con los datos de consumo de las viviendas monitorizadas. En la tabla 5 se recogen estos datos durante el periodo monitorizado anterior a la instalación (marzo a junio de 2006), distinguiendo entre las viviendas plurifamiliares (un 83,7 por ciento de la muestra) y las viviendas unifamiliares (un 16,3 por ciento de la muestra). Los datos para las viviendas plurifamiliares son bastante similares y para las unifamiliares son ligeramente inferiores en las viviendas monitorizadas, lo cual puede ser debido al efecto desigual de las medidas para gestionar la sequía ocurrida en la Comunidad de Madrid entre 2005 y 2006 que se concentraron en el ahorro en usos de exterior.

**Tabla 5. Comparación del consumo de la muestra del estudio con los datos de Canal de Isabel II, por tipo de vivienda**

Tipo vivienda	Datos medios en Canal de Isabel II (l/viv/día)	Datos viviendas monitorizadas (l/viv/día)
Viviendas plurifamiliares	315	326
Viviendas unifamiliares	524	468
Todas	345	353

De marzo 2006 hasta junio 2006

La asignación de los dispositivos a las viviendas objeto del estudio estuvo determinada por las características y equipamientos existentes en las viviendas, lo que fue determinado en unas visitas previas y recogido en las fichas técnicas de las viviendas. Estas fichas resumían toda aquella información que pudiera afectar a la demanda de agua en la vivienda: tipo de vivienda (chalet individual, chalet adosado, piso, apartamento...), antigüedad, tamaño, número de cuartos de baño, presencia de terraza o jardín, y en su caso, tipo de riego, presencia piscina y el volumen de la misma, las características de los equipos de fontanería y las características ocupacionales de la vivienda. En el anexo 2 se recoge la distribución del número de viviendas por municipios y por distritos de Madrid, así como una descripción de las viviendas monitorizadas. También se contaba con información sobre los hábitos de consumo para disponer de más elementos valorativos.

De las 129 viviendas monitorizadas, casi un 55 por ciento (70 viviendas) no disponían de ningún dispositivo ahorrador en ningún aparato sanitario de la vivienda. El dispositivo ahorrador más presente en las viviendas objeto del estudio fueron los mecanismos eficientes en los inodoros. Un 33,3 por ciento (43 viviendas) disponía de uno de estos mecanismos, al menos en un inodoro del hogar y un 29,5 por ciento (38 viviendas) lo tenía en todos los inodoros. En cambio, los dispositivos con menor presencia en los hogares de la muestra eran los ahorradores para grifos de lavabos, ya que sólo un 5,4 por ciento de las viviendas (7 hogares) contaban previamente con estos mecanismos de ahorro. En duchas y otros grifos (fregaderos o bidés) los porcentajes de instalación de productos ahorradores también eran bajos (14 por ciento en el caso de las duchas, 11,5 por ciento en los bidés y 8,5 por ciento en los fregaderos), según se detalla en la tabla 6.

**Tabla 6. Dispositivos ahorradores instalados, anteriores al estudio, en las viviendas monitorizadas**

Dispositivos ahorradores instalados	Viviendas monitorizadas	% muestra	
Inodoros	No tienen (en ninguno)	86	66,7
	Sí tienen (al menos en un inodoro)	43	33,3
	Sí tienen (en todos)	38	29,5
Duchas	No tienen	111	86
	Sí tienen	18	14
Grifos lavabos	No tienen	122	94,6
	Sí tienen	7	5,4
Grifos bidés	No tienen	108	88,5
	Sí tienen	14	11,5
Grifos fregaderos	No tienen	118	91,5
	Sí tienen	11	8,5

### 2.3. La monitorización y el análisis de los datos

En las viviendas monitorizadas se instalaron contadores electrónicos de chorro único, Clase C. La comunicación entre los contadores y los equipos de almacenamiento (concentradores) se realizó gracias a una conexión mediante BUS de datos, lo que ha permitido disponer de dos tipos de datos:

- Datos en continuo, con una medida cada segundo, lo que permite identificar los diferentes usos del agua en las viviendas (grifería, duchas, bañera, inodoros, lavadoras, lavavajillas, fugas y, en su caso, usos en el exterior de la vivienda).
- Datos horarios con una medida cada 15 minutos para ampliar la información sobre el consumo total del agua en las viviendas.

Las instalaciones de dispositivos ahorradores se efectuaron en los meses de junio y septiembre de 2006. La monitorización de las viviendas se ha llevado a cabo de marzo a diciembre de 2006 para poder comparar periodos del año similares. Se han excluido los datos recogidos durante julio y agosto, ya que al coincidir con el periodo vacacional no representan el consumo real de las viviendas durante el resto del año (las dotaciones del mes de agosto en la Comunidad de Madrid suelen ser inferiores a la media anual).

Tabla 7. Dispositivos ahorradores instalados en las viviendas

Dispositivos y conjuntos de dispositivos instalados							
Vivienda	Reductor regulador de presión líneas de suministro	Perlizadores para todos los grifos: (lavabo, bidé y fregadero)	Cabezal ducha ahorrador	Reductor volumétrico para duchas fijo	Mecanismo de descarga interrumpible para WC	Kit de mecanismo de descarga de doble pulsador	Grifería termostática de ducha ecológica
14	-	1	1	-	-	1	-
25	-	-	-	1	-	-	-
27	-	2	-	-	-	1	-
28	-	-	-	-	3	-	-
31	-	6	2	-	-	-	-
32	-	-	-	-	3	-	-
35	-	-	-	-	-	3	-
36	-	-	-	-	-	3	-
37	1	-	-	-	-	-	-
39	-	6	1	-	-	-	-
40	1	5	-	-	-	3	1
41	-	5	2	-	-	3	-
42	-	-	-	-	1	-	-
44	1	5	-	-	-	1	2
47	-	-	-	2	-	-	-
52	-	-	-	-	-	-	1
69	-	-	-	-	-	-	1
74	-	-	-	-	1	-	-
79	-	-	-	2	-	-	-
81	-	-	-	1	-	-	-
83	-	-	-	-	1	-	-
93	-	2	1	-	-	1	-
97	1	4	-	-	-	2	1
108	-	2	1	-	-	1	-
118	-	-	-	-	3	-	-
119	-	-	-	-	2	-	-
120	-	-	-	-	-	2	-
121	-	-	-	-	-	-	1
122	-	3	1	-	-	2	-
128	-	-	-	-	2	-	-
144	-	2	1	-	-	-	-

Continúa en la página siguiente

Tabla 7. Continuación

Dispositivos y conjuntos de dispositivos instalados							
Vivienda	Reductor regulador de presión líneas de suministro	Perlizadores para todos los grifos: (lavabo, bidé y fregadero)	Cabezal ducha ahorrador	Reductor volumétrico para duchas fijo	Mecanismo de descarga interrumpible para WC	Kit de mecanismo de descarga de doble pulsador	Grifería termostática de ducha ecológica
151	1	-	-	-	-	-	-
152	1	-	-	-	-	-	-
153	-	-	-	-	-	3	-
154	-	4	2	-	-	-	-
155	-	-	-	-	-	3	-
158	-	-	-	-	-	-	1
165	-	-	-	-	-	1	-
171	1	2	-	-	-	1	1
181	-	7	-	-	-	2	1
182	1	-	-	-	-	-	-
188	1	3	-	-	-	2	1
194	-	-	-	-	-	-	2
195	-	-	-	1	-	-	-
197	1	3	-	-	-	2	2
198	-	-	-	-	-	-	2
202	-	-	-	-	-	-	-
203	-	-	-	1	-	-	-
205	-	-	-	2	-	-	-
209	-	-	-	1	-	-	-
210	-	3	1	-	-	-	-
211	-	-	-	1	-	-	-
215	-	-	-	1	-	-	-
216	-	-	-	-	-	-	-
217	-	2	1	-	-	-	-
222	-	3	1	-	-	-	-
223	-	-	-	-	2	-	-
242	1	2	-	-	-	1	1
243	-	2	1	-	-	1	-
244	1	2	-	-	-	1	1
248	-	2	1	-	-	1	-

Continúa en la página siguiente

Tabla 7. Continuación

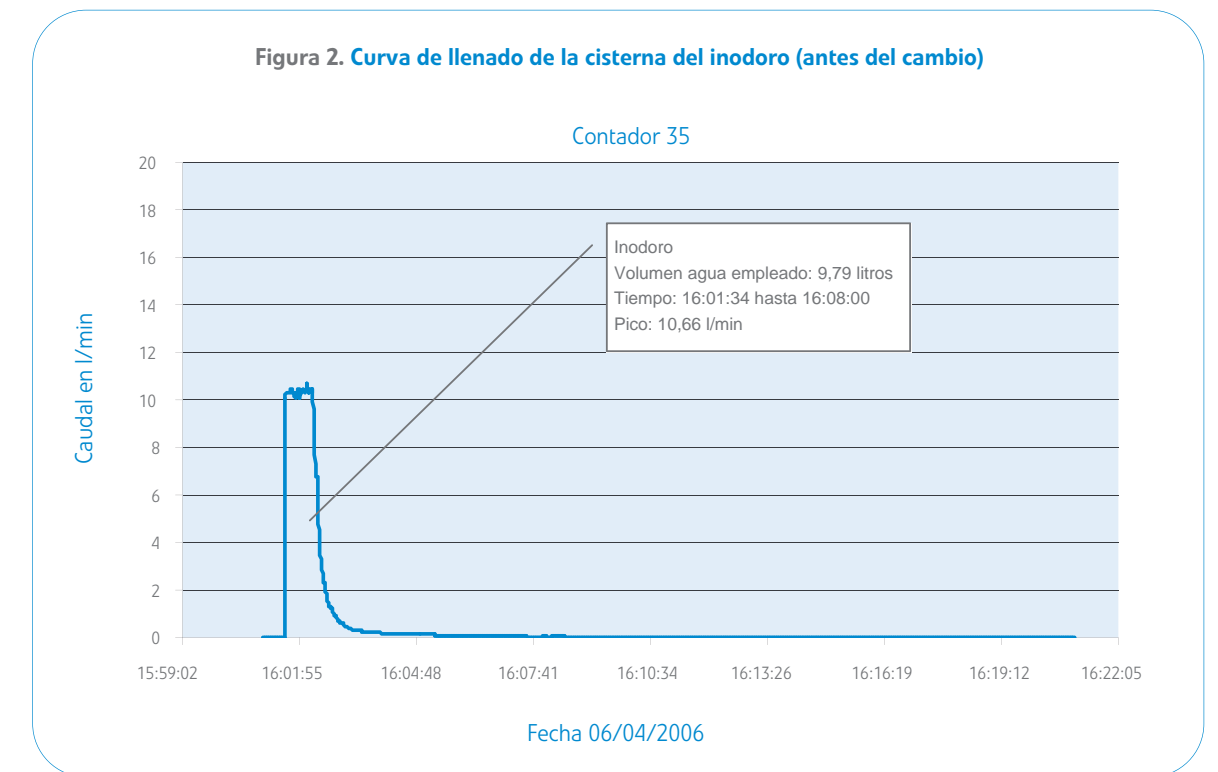
Dispositivos y conjuntos de dispositivos instalados							
Vivienda	Reductor regulador de presión líneas de suministro	Perlizadores para todos los grifos: (lavabo, bidé y fregadero)	Cabezal ducha ahorrador	Reductor volumétrico para duchas fijo	Mecanismo de descarga interrumpible para WC	Kit de mecanismo de descarga de doble pulsador	Grifería termostática de ducha ecológica
251	1	-	-	-	-	-	-
255	-	-	-	-	1	-	-
256	-	-	-	-	1	-	-
258	1	2	-	-	-	1	1
262	1	2	-	-	-	1	1
263	-	2	1	-	-	-	-
305	-	-	-	-	-	-	-
306	-	-	-	-	-	-	-
308	-	4	-	-	-	1	1
309	-	-	-	-	-	-	-
310	-	-	-	-	-	-	-
311	-	-	-	-	1	-	-
313	-	3	1	-	-	2	-
316	-	3	1	-	-	1	-
319	1	4	-	-	-	1	1
320	-	3	1	-	-	1	-
357	-	2	1	-	-	-	-
360	-	-	-	-	-	1	-
361	-	-	-	1	-	-	-

27, 181, 202 y 308: reductores desinstalados

El análisis de los millones de datos en continuo, recibidos con frecuencia de un segundo, que permite identificar los distintos usos residenciales que se mencionaban anteriormente, se ha realizado a través de un software específico<sup>7</sup>. El software realiza una primera asignación de los usos en función de parámetros característicos del empleo de cada aparato como la duración, la curva del consumo o el caudal. Por ejemplo, si el caudal consumido es pequeño, uniforme y constante, es catalogado como una fuga o si el consumo de agua se produce a lo largo de varios ciclos con un patrón reconocible y con un consumo mayor en el último de ellos, se cataloga como de una lavadora. Los resultados se representan gráficamente y señalan datos como la hora de inicio y fin de cada

uso, su duración total, el volumen y el caudal máximo alcanzado, así como el tipo de uso asignado al mismo. De todas formas, resulta imprescindible realizar una revisión manual de todos los gráficos elaborados para asegurar la correcta asignación al diferente consumo en el hogar, ya que la existencia ocasional de pequeños periodos (unos segundos) sin datos hace imposible la identificación automática de todos los usos.

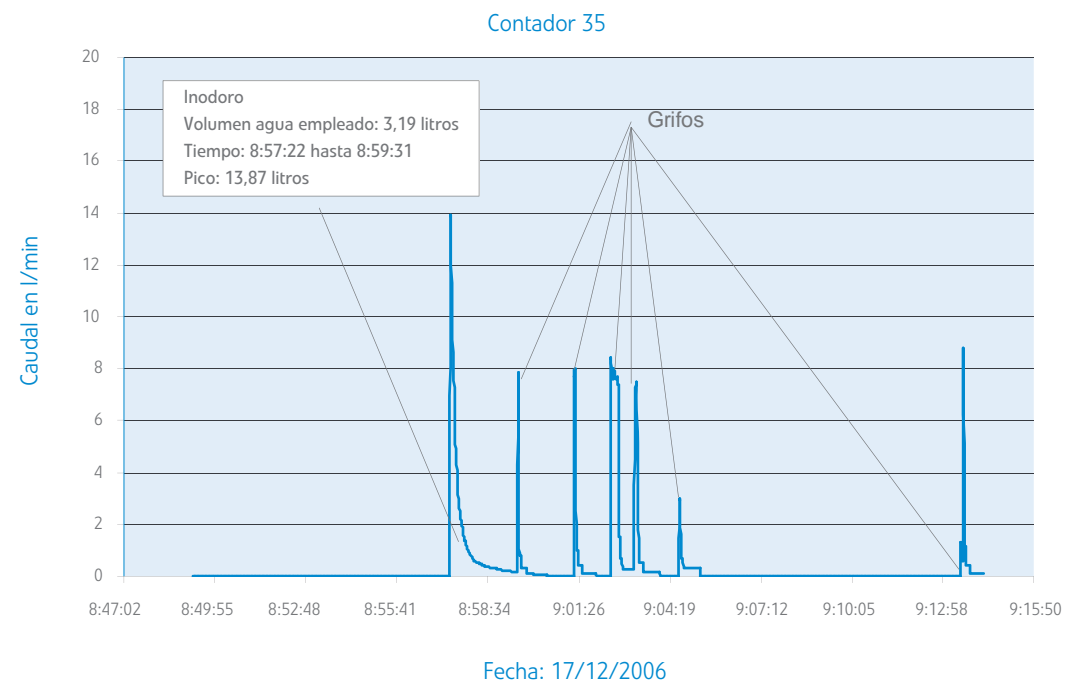
Las curvas de consumo de los aparatos reflejan la disminución de consumo tras introducir las tecnologías ahorradoras. En el caso de un inodoro, sus gráficas se recogen en las figuras 2, 3 y 4. En este ejemplo se muestran las curvas de llenado de la cisterna del inodoro después de su vaciado, antes de su cambio por un mecanismo de doble descarga (figura 2: volumen agua empleado de 9,79 litros) y después de realizar el cambio (figura 3: descarga parcial, volumen agua empleado de 3,19 litros y figura 4: descarga total, volumen agua empleado de 6,36 litros).



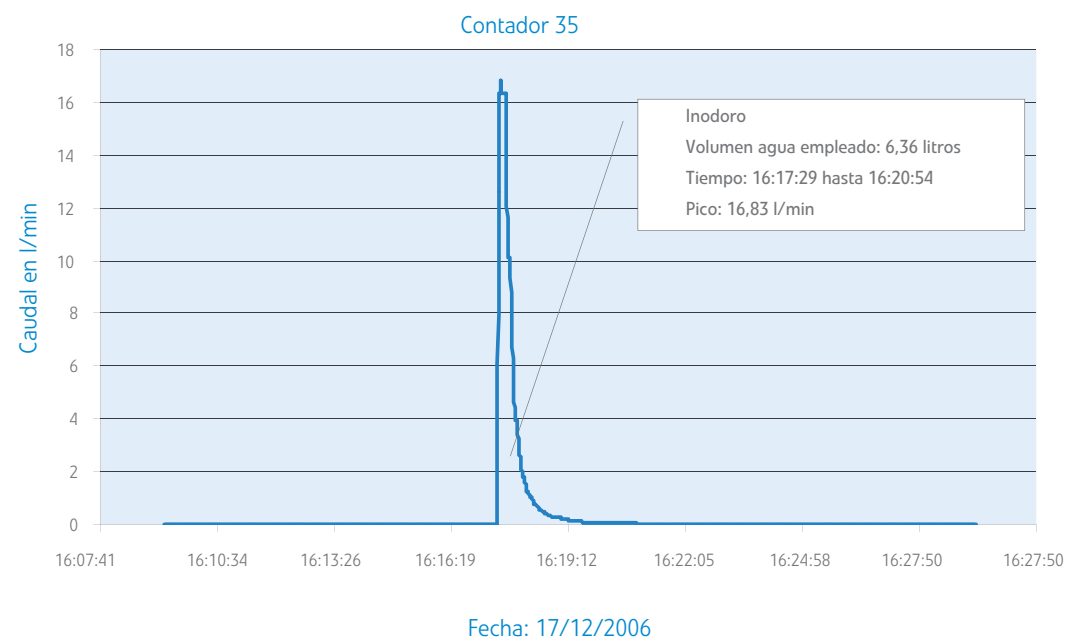
<sup>7</sup> Programa Trace Wizard (copyright: Aquacraft, Inc., 2709 Pine St., Boulder, Colorado, 80302, USA)



**Figura 3. Curva de llenado de la cisterna del inodoro (después del cambio: descarga parcial)**

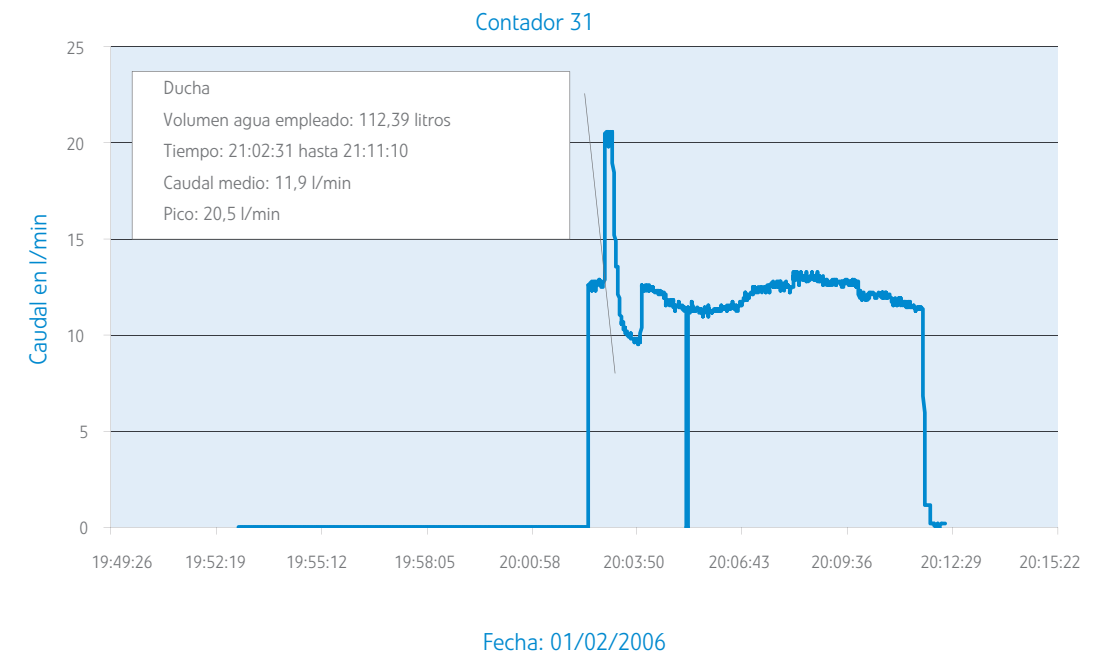


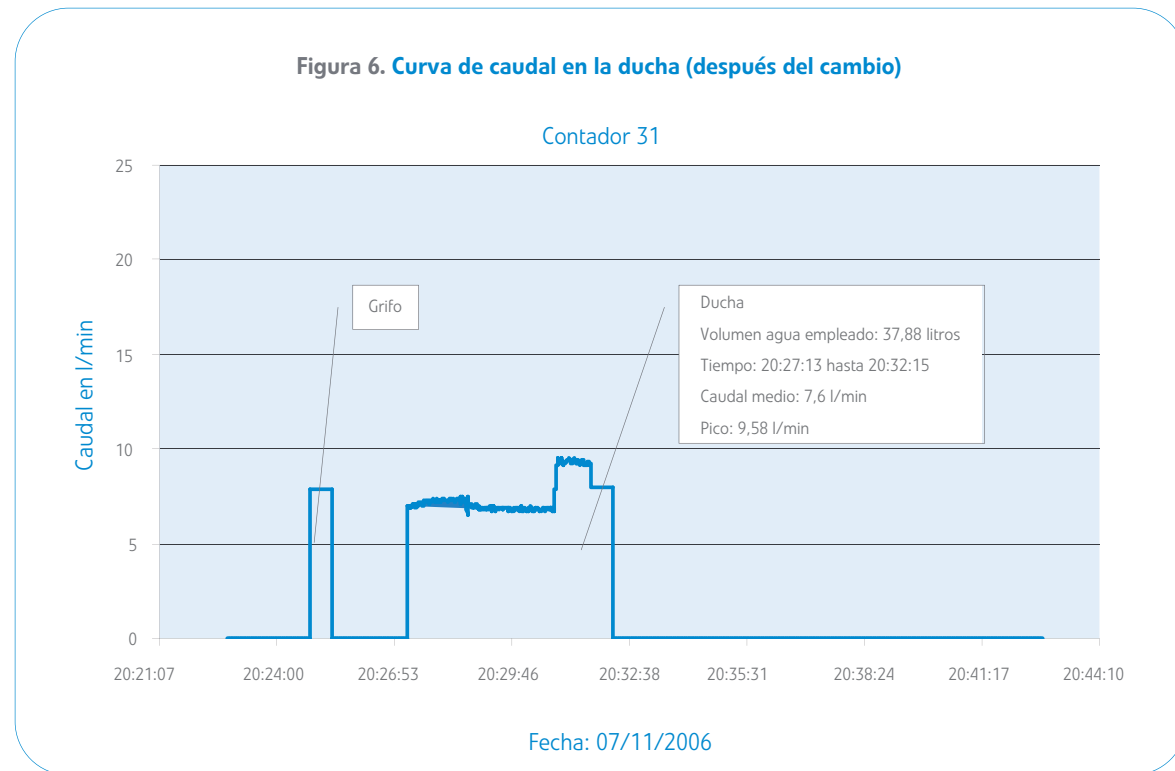
**Figura 4. Curva de llenado de la cisterna del inodoro (después del cambio: descarga total)**



En otra vivienda se puede ver el resultado de instalar un cabezal de ducha eficiente. La figura 5 muestra la curva antes del cambio (volumen agua empleado de 112,39 litros; tiempo ducha de 9 minutos, 27 segundos; caudal medio de 11,9 litros por minuto) y la figura 6 después de realizar el cambio (volumen agua empleado de 38 litros; tiempo ducha de 5 minutos, 2 segundos; caudal medio de 7,6 litros por minuto).

**Figura 5. Curva de caudal en la ducha**





Una vez que todos los usos tienen las asignaciones correctas de aparato, se obtiene un resumen del análisis en dos informes diferentes para cada periodo analizado: un gráfico circular del porcentaje de uso de cada aparato y una tabla con los volúmenes consumidos por cada aparato. De esta forma, caracterizados los diferentes usos en los hogares monitorizados, se calcularon para cada vivienda, antes y después de la realización de las instalaciones, los siguientes datos de consumo:

- Consumo total de la vivienda en litros al día.
- Consumo total en litros por habitante y día.
- Consumo por aparato o uso (grifos, ducha, inodoro, lavadora, lavavajillas, fugas, riego del jardín y piscina) en litros por habitante y día.
- Consumo por aparato o uso en litros por vivienda y día.
- Consumo unitario por aparato en litros, se trata de los litros que consume un aparato (ducha, inodoro, grifos) cada vez que es utilizado, por ejemplo, cada vez que se descarga la cisterna o cada vez que se ducha un habitante de la vivienda.

Estos datos permiten analizar la repercusión en el consumo por aparato y en el consumo total de agua de la instalación de dispositivos ahorradores, así como las variaciones en el consumo unitario de cada aparato o uso.

3

Resultados obtenidos

### 3.1. La opinión de los usuarios

De los 280 usuarios previamente seleccionados y visitados, la tasa de participación alcanzó finalmente el 46 por ciento. Existe una reticencia significativa por parte de los usuarios a realizar cambios en la instalación sanitaria, a pesar de que no suponía ningún coste económico en este caso, y contar con la posibilidad de mantener instalados los dispositivos y aparatos ahorradores de calidad, si habían satisfecho al usuario, una vez finalizado el estudio, beneficiándose además del consiguiente ahorro económico directo en la factura del agua. A voluntad del usuario los dispositivos se podían retirar inmediatamente tras su solicitud.

Posteriormente se constató que una vez realizadas las instalaciones, la valoración de los usuarios fue muy positiva. Como ya se ha comentado en los apartados anteriores, se efectuaron instalaciones en 84 viviendas. De éstas, tan sólo 4 usuarios solicitaron la desinstalación de los productos. Transcurridos unos meses de la instalación de los dispositivos, se realizó una encuesta para conocer la opinión de los usuarios sobre los productos que se habían instalado en sus hogares. En dicha encuesta participaron un 73 por ciento de los usuarios monitorizados. La mayoría de los encuestados manifestó estar satisfecho con los aparatos que se habían instalado en sus hogares (un 74 por ciento calificó los productos de “muy buenos” o “buenos”) y, en cuanto al nivel de confort proporcionado, un 56 por ciento no constató ninguna variación y un 34 por ciento consideró que había aumentado su nivel de confort. Además, en los comentarios realizados en la encuesta, se puede apreciar la valoración positiva tanto de la iniciativa, como de los productos y del ahorro de agua conseguido. En el anexo 3 se recogen los resultados de la encuesta.

### 3.2. Resultados de los aparatos instalados

#### 3.2.1. Mecanismos de ahorro en la ducha: cabezales de ducha eficientes, reductores de caudal en duchas y grifería termostática.

En el mercado existe una amplia variedad de cabezales de ducha eficientes, por lo que a la hora de incorporarlos en los baños de los hogares hay que procurar elegir aquel modelo que mejor se adapte a la instalación, pero, por lo demás, no presenta ningún problema en el cambio. Lo mismo ocurre con la grifería termostática, su instalación resulta fácil para un profesional y no ocasiona problemas en la vivienda. En cambio, el reductor de caudal para las duchas ha ocasionado incompatibilidades en su instalación en aquellas viviendas con instalación de calentador de gas y presión del agua no muy elevada. En estos casos, el agua de la ducha tan solo salía templada, ya que el paso de gas de estos calentadores está regulado en función del volumen de agua que pasa, por lo que se producía una pérdida de confort y no resultaba apropiado este mecanismo ahorrador.

Las tablas 8 y 9 recogen los datos unitarios y horarios de cuatro viviendas<sup>8</sup> donde se han instalado cabezales de ducha eficiente. En la tabla 8 se recogen las reducciones en el consumo unitario de la ducha que se han producido gracias a la instalación de dichos cabezales. En el caso de las viviendas 108 y 122, la reducción no es muy elevada, pero se debe a que antes de la instalación ya contaban con un consumo bajo, por lo que el margen para el ahorro era pequeño. De todas formas, incluso la reducción más elevada de volumen por ducha, 32 por ciento, es inferior respecto al porcentaje teórico de reducción de caudal de consumo, 40 por ciento.

<sup>8</sup> A la hora de reflejar los resultados obtenidos por la instalación de los distintos aparatos, se detallan ejemplos concretos de algunas de las viviendas monitorizadas, no de todas las viviendas. Se han seleccionado los ejemplos más representativos para mostrar la información más detallada, si bien la reducción media en el consumo unitario de los aparatos recoge la información de todas las viviendas monitorizadas con datos continuos.

Los datos horarios<sup>9</sup> disponibles de estas viviendas confirman la tendencia en la disminución del consumo (tabla 8). Hay que tener en cuenta que en todas ellas también se habían instalado perlizadores en todos los grifos de lavabos, bidés y fregaderos.

Tabla 8. Consumo unitario de duchas en litros (instalación de cabezales de ducha de bajo consumo)

Viviendas	Consumo unitario ducha (l)		
	Antes	Después	%
31	99,09	77,17	-22%
154	107,30	73,30	-32%
108	46,97	46,12	-2%
122	76,67	70,25	-8%

Tabla 9. Variaciones en el consumo total por habitante y día y vivienda y día tras la instalación del cabezal de ducha eficiente y de perlizadores en los grifos

Viviendas (Contador DH)	Consumo (l/hab/día)			Consumo (l/viv/día)		
	Antes	Después	%	Antes	Después	%
31	204,00	168,00	-18%	816,00	672,00	-18%
154	186,00	95,00	-30%	558,00	285,00	-30%
108	118,00	114,00	-3%	118,00	114,00	-3%
122	79,00	55,00	-30%	316,00	220,00	-30%

Los datos continuos de todas las viviendas monitorizadas muestran que la reducción media en el consumo unitario de las duchas con cabezal eficiente es del 21 por ciento. Los datos horarios muestran como las disminuciones en el consumo de las viviendas monitorizadas han oscilado de un 5 por ciento, hasta la reducción más elevada de un 17,6 por ciento, siendo la reducción media en el consumo total por habitante y día en las viviendas en las que se instalaron cabezales de ducha eficiente de un 8,5 por ciento. Hay que tener en cuenta que en estas viviendas también hay instalados filtros ahorradores para los grifos, por lo que dicho porcentaje de ahorro en el consumo total por habitante y día está determinado por la reducción en el consumo de agua generada por ambos dispositivos, cabezales de ducha eficientes y filtros ahorradores para grifos.

<sup>9</sup> Vivienda 31: 183 días antes y 68 días después de la instalación. Vivienda 154: 92 días antes y 21 días después de la instalación. Vivienda 108: 91 días antes y 110 días después de la instalación. Vivienda 122: 92 días antes y 63 días después de la instalación.

En las tablas 10 y 11 se recogen los resultados de instalar reductores de caudal para la ducha en dos viviendas<sup>10</sup>, 195 y 205. En ambos casos se observa una disminución en el consumo unitario por aparato, 16 y 9 por ciento respectivamente, porcentajes alejados de la reducción teórica de caudal del dispositivo, 40 por ciento. En ambos casos, esta reducción del consumo unitario ha ido acompañada de una disminución importante del consumo del aparato en litros por habitante y día, 50 y 34 por ciento respectivamente. Esta reducción en el consumo de la ducha en litros por habitante y día, más elevada que la disminución en el consumo unitario del aparato, se debe a cambios en los hábitos o en la ocupación de la vivienda. Por ejemplo, en la vivienda 195, en los días monitorizados, alguno de ellos no registra periodos de duchas o, mientras que la vivienda cuenta habitualmente con tres ocupantes, en los días monitorizados sólo se registra una ducha. La tabla 10 recoge los datos correspondientes a los periodos de registro, cada segundo, de ambas viviendas. Los datos horarios<sup>11</sup> de estas viviendas confirman las tendencias en la reducción del consumo en litros por vivienda y día en un 28 y un 13 por ciento (tabla 11).

**Tabla 10. Variación en el consumo en las duchas, en litros por habitante y día, y en el consumo unitario, en litros, tras la instalación de un reductor de caudal para la ducha**

Vivienda	Consumo de ducha (l/hab/día)			Consumo unitario de ducha (l)		
	Antes	Después	%	Antes	Después	%
195	41,20	20,70	-50%	92,60	77,62	-16%
205	72,70	48,30	-34%	88,87	80,48	-9%

**Tabla 11. Variaciones en el consumo total, por habitante y día y vivienda y día, tras la instalación del reductor de caudal de ducha**

Vivienda	Consumo en (l/hab/día)			Consumo en (l/viv/día)		
	Antes	Después	%	Antes	Después	%
195	120,00	87,00	-28%	360,00	261,00	-28%
205	128,00	112,00	-13%	512,00	448,00	-13%

Los datos continuos de las viviendas monitorizadas muestran como la reducción media en el consumo unitario de las duchas con reductor de caudal es del 17,8 por ciento. Los datos horarios muestran como la reducción media en el consumo total por habitante y día en las viviendas en las que se instalaron reductores de caudal para ducha

<sup>10</sup> A la hora de reflejar los resultados obtenidos por la instalación de los distintos aparatos, se detallan ejemplos concretos de algunas de las viviendas monitorizadas, no de todas las viviendas. Se han seleccionado los ejemplos más representativos para mostrar la información más detallada, si bien la reducción media en el consumo unitario de los aparatos recoge la información de todas las viviendas monitorizadas con datos continuos.

<sup>11</sup> Vivienda 195: 37 días antes y 49 días después de la instalación. Vivienda 205: 90 días antes y 28 días después de la instalación.

ha sido de 4,6 por ciento. Las disminuciones en las distintas viviendas monitorizadas han sido muy variadas, desde un 1,8 por ciento, la reducción más pequeña, hasta un 27,5 por ciento en la reducción más elevada.

La grifería termostática es el tercer tipo de mecanismo que se ha introducido en las duchas. Las tablas 12 y 13 recogen los resultados monitorizados en algunas de las viviendas en las que se han instalado. Los datos continuos de las viviendas analizadas muestran que se ha producido un efecto no deseado, ya que ha aumentado el consumo por aparato en litros por habitante y día (tabla 12).

**Tabla 12. Variación en el consumo en las duchas, en litros por habitante y día, y consumo unitario, en litros, tras la instalación de grifería termostática**

Vivienda	Consumo ducha (l/hab/día)			Consumo unitario de ducha (l)		
	Antes	Después	%	Antes	Después	%
121	84,50	101,30	20%	183,68	150,08	-18%
97	33,60	72,30	115%	96,52	106,02	10%
181	76,10	84,70	11%	174,02	94,15	-46%

Tan sólo se pueden comparar estos datos con los recogidos en los datos horarios de la vivienda 121, debido a que sólo en esta vivienda la grifería termostática era el único elemento ahorrador que se había instalado. En las viviendas correspondientes a los otros dos contadores también se habían instalado perlizadores y mecanismos de doble descarga en la cisterna. En la tabla 13 se recogen los datos horarios<sup>12</sup> de esta vivienda y se puede comprobar que ha habido un incremento del consumo de litros por habitante y día en dicha vivienda de un 24 por ciento.

**Tabla 13. Variaciones en el consumo total, por habitante y día y vivienda y día, tras la instalación de la grifería termostática**

Vivienda	Consumo en (l/hab/día)			Consumo (l/viv/día)		
	Antes	Después	%	Antes	Después	%
121	125,00	155,00	24%	625,00	775,00	24%

Los datos continuos de las viviendas monitorizadas muestran cómo la reducción media en el consumo unitario de las duchas con grifería termostática es del 13,5 por ciento. Los datos horarios muestran, en cambio, que en las viviendas en las que se instaló grifería termostática para la ducha se ha producido una leve disminución en el consumo de agua por habitante y día de un 0,7 por ciento, ha habido viviendas en las que se produjo un aumento en el consumo (3,4 por ciento), mientras que la disminución del consumo más elevada fue del 10,7 por ciento.

<sup>12</sup> Vivienda 121: 92 días antes y 63 días después de la instalación.

Los datos continuos de la instalación de la grifería termostática ofrecen unos resultados muy elevados del consumo unitario por aparato en litros, bastante más altos que los que se han obtenido con el cabezal de ducha eficiente y el reductor de caudal para la ducha. En la tabla 14 se recoge el consumo unitario de duchas en las que se han instalado los diferentes mecanismos ahorradores de agua y se puede comprobar que, mientras los cabezales eficientes y el reductor de caudal mantienen un consumo de agua en torno a los 70-80 litros por aparato, la grifería termostática asciende a más de 90 litros, llegando incluso a 150 litros.

Tabla 14. Consumo unitario de duchas, en litros

	Antes	Después	%
<b>Cabezal eficiente</b>			
Vivienda 31	99,09	77,17	-22%
Vivienda 154	107,30	73,30	-32%
Vivienda 108	46,97	46,12	-2%
Vivienda 122	76,67	70,25	-8%
<b>Reductor caudal</b>			
Vivienda 195	92,60	77,62	-16%
Vivienda 205	88,87	80,48	-9%
<b>Grifería termostática</b>			
Vivienda 121	183,68	150,08	-18%
Vivienda 97	96,52	106,02	10%
Vivienda 181	174,02	94,15	-46%

### 3.2.2. Filtros ahorradores en los grifos

En aquellas viviendas en las que se instalaron filtros ahorradores para grifos, también llamados perlizadores o aireadores, se colocaron en todos los grifos (lavabos, bidés y fregaderos) de las mismas. La instalación de este dispositivo es muy sencilla, siendo adaptables a cualquier tipo de grifo, a excepción de aquellos que son muy antiguos o aquellos que debido a un diseño exclusivo presentan una forma distinta a la habitual y normalizada.

En la inmensa mayoría de los casos monitorizados se ha producido una disminución en el consumo unitario por aparato cuyos porcentajes han oscilado entre un 11 y un 24 por ciento, lo que se ha traducido en una disminución similar en los litros por habitante y día consumidos por los grifos. En la tabla 15 se recogen los datos continuos de los contadores en algunas de estas viviendas, como ejemplo de los resultados obtenidos en las viviendas monitorizadas en las que se introdujeron estos dispositivos ahorradores.

Tabla 15. Variación en el consumo de los grifos en litros por habitante y día y consumo unitario en litros tras la instalación de perlizadores

Vivienda	Consumo de grifos (l/hab/día)			Consumo unitario de los grifos (l)		
	Antes	Después	%	Antes	Después	%
31	115,50	92,20	-20%	6,82	5,32	-22%
154	45,70	37,20	-19%	2,51	1,90	-24%
108	87,70	69,50	-21%	3,59	3,01	-16%
122	62,30	44,40	-29%	6,68	5,31	-21%
97	58,80	57,50	-2%	2,82	2,52	-11%
181	101,70	94,10	-7%	3,33	3,33	0%

Los datos continuos de todas las viviendas en las que se instalaron filtros ahorradores muestran que la reducción media en el consumo unitario de grifos con perlizadores o filtros ahorradores es del 17,43 por ciento, porcentaje inferior a los datos teóricos de reducción de caudal, 30-35 por ciento. Estos mecanismos se instalaron, en todos los casos, junto a otros elementos ahorradores de agua para el hogar, por lo que no se pueden ofrecer datos de la variación del consumo en litros por habitante y día en viviendas en las que sólo se instalasen estos productos.

### 3.2.3. Inodoros: sistemas de interrupción de descarga y mecanismos de doble descarga

El cambio del sistema de descarga de los inodoros es la instalación de dispositivos ahorradores que más problemas genera. Al cambiar el equipo antiguo y montar el nuevo, se suelen producir roturas y desajustes. En ocasiones, el nuevo equipo no encajaba con la línea estética de la cisterna ya existente, lo cual ocasiona rechazo en los usuarios.

A la hora de valorar los resultados de la instalación de los mecanismos de ahorro para cisternas hay que tener en cuenta que se trata de dispositivos donde es esencial que el usuario los utilice correctamente para que sean realmente efectivos, interrumpir la descarga cuando el inodoro está limpio o utilizar la tecla adecuada para descargar media cisterna o la cisterna completa en el caso del mecanismo de doble descarga. Esta cuestión ha condicionado los resultados de las viviendas monitorizadas.

En el caso de la interrupción de descarga, en la tabla 16 se recogen los datos continuos de alguna de las viviendas en las que se instalaron estos mecanismos, que permiten ver en qué casos se ha utilizado correctamente y en cuales, por el contrario, no se ha conseguido el efecto deseado.

**Tabla 16. Variación en el consumo de los inodoros en litros por habitante y día y consumo unitario en litros tras la instalación del sistema de interrupción de descarga**

Vivienda	Consumo del inodoro (l/hab/día)			Consumo unitario del inodoro (l)		
	Antes	Después	%	Antes	Después	%
28	76,00	42,20	-44%	11,70	9,23	-21%
32	26,60	42,10	58%	7,67	11,48	50%
118	27,80	25,20	-9%	11,81	7,77	-34%
119	13,50	15,30	13%	11,27	10,84	-4%

La tabla 17 recoge los resultados basados en los datos horarios<sup>13</sup> monitorizados de dichas viviendas que permiten comprobar las tendencias que muestran los datos continuos.

**Tabla 17. Variaciones en el consumo total, por habitante y día y por vivienda y día, tras la instalación del sistema de interrupción de descarga**

Vivienda	Consumo del inodoro (l/hab/día)			Consumo (l/viv/día)		
	Antes	Después	%	Antes	Después	%
28	175,00	160,00	-9%	175,00	160,00	-9%
32	73,00	100,00	37%	292,00	400,00	37%
118	102,00	92,00	-10%	612,00	552,00	-10%
119	102,00	122,00	20%	510,00	610,00	20%

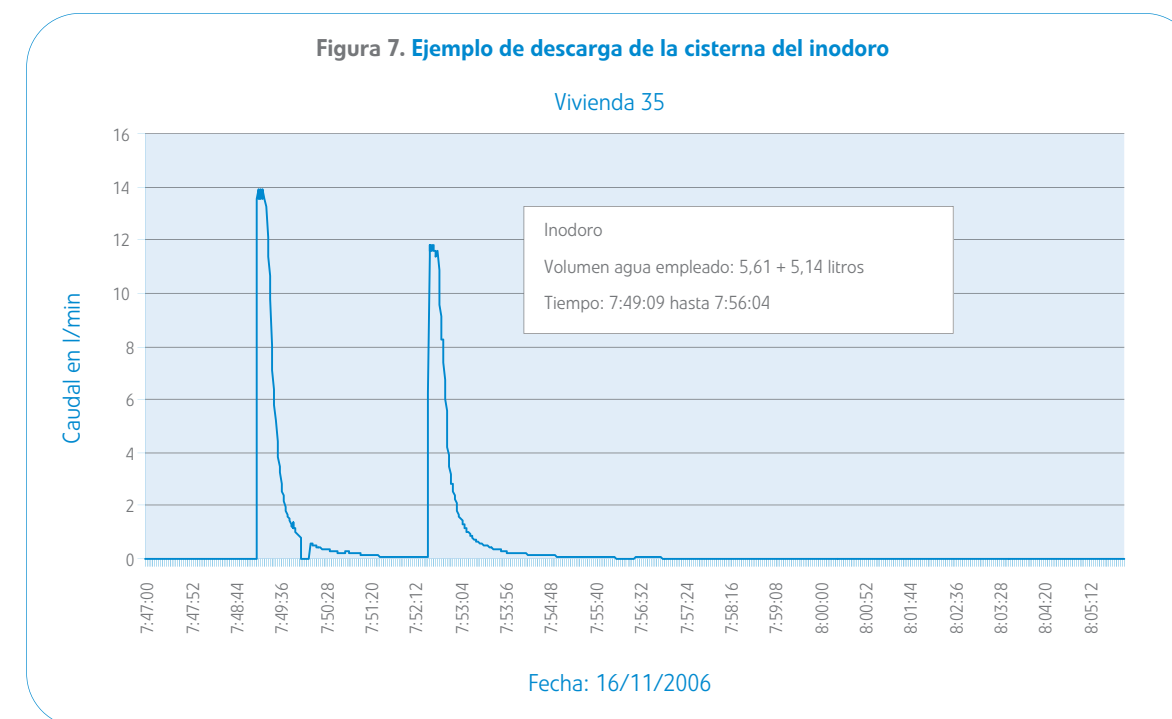
Las viviendas 28 y 118 muestran que el mecanismo de interrupción de descarga ha conseguido reducir entre un 20-30 por ciento la cantidad de agua consumida por el inodoro en cada uso, porcentaje algo inferior al dato teórico cifrado en 30-40 por ciento. La utilización efectuada por los usuarios del sistema se ha traducido en una reducción importante en el caso de la vivienda 28, un 44 por ciento, mientras que en el caso de la vivienda 118 la reducción ha sido menor, un 9 por ciento. Los datos horarios muestran en ambos casos que la reducción del consumo total está en torno al 10 por ciento.

<sup>13</sup> Vivienda 28: 75 días antes y 108 días después de la instalación. Vivienda 32: 75 días antes y 79 días después de la instalación. Vivienda 118: 92 días antes y 63 días después de la instalación. Vivienda 119: 92 días antes y 63 días después de la instalación.

En el caso de las viviendas 32 y 119, la situación ha sido más desfavorable, produciéndose un efecto no deseado, ya que, en uno de los casos, ha aumentado considerablemente y, en el otro, ha disminuido muy poco (4 por ciento) el consumo unitario del aparato, y además, en ambos casos, ha aumentado el consumo por habitante y día en el inodoro. En ambos contadores los datos horarios confirman aumentos significativos del consumo en las viviendas. Esto puede deberse a que se hace un uso de la interrupción de descarga de forma inadecuada (insuficiente descarga) y lleva a volver a utilizar, acto seguido, la descarga completa. En estos dos casos, es evidente que ha habido un mal uso del dispositivo generando el efecto contrario al deseado.

Los datos continuos de todas las viviendas monitorizadas en las que se instalaron mecanismos de interrupción de descarga en el inodoro muestran que la reducción media en el consumo unitario de los inodoros ha sido del 7 por ciento. Los datos horarios de dichas viviendas muestran que se ha producido una disminución media del consumo en litros por habitante y día del 4,5 por ciento. En el caso de las viviendas en las que se instalaron exclusivamente mecanismos de interrupción de descarga, las disminuciones en el consumo han variado mucho, desde la vivienda con la menor reducción en el consumo, de un 2,3 por ciento, a una disminución del 47,4 por ciento.

En la tabla 18 se recogen los datos, a modo de ejemplo, de la instalación del mecanismo de doble descarga. En ellos se puede apreciar, en todos los casos, una disminución importante en el consumo unitario por aparato; en términos medios ha bajado de 11,70 litros por uso a 7,20 litros por uso, lo que demuestra que el mecanismo ha sido efectivo. Lo que ocurre es que, en algunas viviendas, se ha producido un aumento en el consumo del inodoro en litros por habitante y día, lo que indica que ha aumentado el número de usos, probablemente por una mala utilización del mecanismo. Este hecho se puede constatar en la figura 7, en la cual queda reflejado cómo en la vivienda 35 se está haciendo un mal uso del mecanismo de doble descarga. En dicha figura se aprecia cómo el usuario descarga parcialmente la cisterna e inmediatamente, tras haberse llenado, vuelve a efectuar una descarga parcial. En este inodoro la descarga completa es de cerca de 7 litros. Analizando los datos continuos de dicha vivienda, se observa que este comportamiento se repite numerosas veces.



En las demás viviendas, la disminución en el consumo unitario en litros del inodoro se ha trasladado en porcentajes similares a los litros por habitante y día consumidos en el inodoro, lo que implica un uso correcto del mecanismo. Además, esta disminución es similar, en torno al 40 por ciento, a los ahorros teóricos esperados.

**Tabla 18. Variación en el consumo del inodoro, en litros por habitante y día, y consumo unitario, en litros, tras la instalación del sistema de doble descarga en la cisterna**

Vivienda	Consumo inodoro (l/hab/día)			Consumo unitario inodoro (l)		
	Antes	Después	%	Antes	Después	%
35	10,70	12,00	12%	8,95	6,59	-26%
120	14,60	12,30	-16%	14,58	7,73	-47%
153	20,00	24,60	23%	8,69	5,67	-35%
108	20,60	23,20	13%	10,65	8,58	-19%
122	37,00	21,00	-43%	17,25	8,52	-51%
97	32,40	10,80	-67%	13,26	6,18	-53%
181	27,70	20,60	-26%	9,18	7,10	-23%

En el caso de las viviendas 35 y 153, al incorporar al análisis los datos horarios<sup>14</sup> (tabla 19), se puede observar que, con el tiempo, la tendencia del consumo en dichas viviendas ha sido la estabilización y reducción del consumo respectivamente, por lo que, al ser el mecanismo de doble descarga el único elemento ahorrador introducido, se puede deducir que la utilización del mismo ha mejorado.

**Tabla 19. Variaciones en el consumo total, por habitante y día y por vivienda y día, tras la instalación del mecanismo de doble descarga**

Vivienda	Consumo (l/hab/día)			Consumo (l/viv/día)		
	Antes	Después	%	Antes	Después	%
35	85,00	85,00	0%	425,00	425,00	0%
120	129,00	109,00	-16%	387,00	327,00	-16%
153	188,00	172,00	-9%	564,00	537,00	-5%

<sup>14</sup> Vivienda 35: 75 días antes y 108 días después de la instalación. Vivienda 120: 92 días antes y 63 días después de la instalación. Vivienda 153: 92 días antes y 119 días después de la instalación.

En el caso de las viviendas 108, 122, 97 y 181, hay que tener en cuenta que se habían realizado instalaciones de otros dispositivos ahorradores de agua, por lo que los resultados obtenidos en el conjunto de la vivienda en los datos horarios no sólo están determinados por la variación en el consumo en los inodoros.

Los datos continuos de las viviendas monitorizadas en las que se instaló un mecanismo de doble descarga en el inodoro muestran que la reducción media en el consumo unitario de dicho aparato es del 34,07 por ciento. En estas viviendas, en las que se han instalado mecanismos de doble descarga, hay casos en los que no ha habido variación en el consumo, mientras que la máxima reducción obtenida en el consumo de una vivienda ha sido del 26,7 por ciento. En todas estas viviendas también se ha detectado un descenso en el consumo en otros aparatos, como la ducha o los grifos. Por esta razón, la reducción media de 11,2 por ciento en el consumo total por habitante y día en las viviendas en las que se instalaron mecanismos de doble descarga para el inodoro, que recogen los datos horarios, no sólo está determinada por el ahorro obtenido en el inodoro.

### 3.2.4. Introducción de dispositivos ahorradores de agua en grifos, duchas e inodoros

En 25 viviendas se han incorporado una combinación de distintos dispositivos ahorradores de agua. En 11 de estas viviendas se han instalado filtros ahorradores en los grifos, cabezales eficientes en las duchas y mecanismo de doble descarga en la cisterna. Las otras 14 se han equipado con filtros ahorradores en los grifos, grifería termostática en las duchas, mecanismo de doble descarga en la cisterna y reductor de presión en el suministro de la vivienda. El resultado en ambos grupos<sup>15</sup>, tras efectuar una monitorización de una media de 200 días, es de una reducción del consumo de agua en la vivienda en torno al 14 por ciento (en las viviendas en las que se instalan filtros ahorradores en los grifos, cabezales eficientes en las duchas y mecanismo de doble descarga en los inodoros la disminución es del 13,1 por ciento y en las que se instalaron filtros ahorradores en los grifos, grifería termostática en las duchas, mecanismo de doble descarga en la cisterna y reductor de presión en el suministro de la vivienda, la reducción es algo superior, concretamente del 14,9 por ciento). Este porcentaje resulta pequeño para lo que se podría esperar teóricamente de la incorporación de tantos elementos ahorradores, aunque corresponde a las reducciones del consumo unitario en los aparatos que se han obtenido en las viviendas monitorizadas. En las tablas 20 y 21 se recoge la variación del consumo en litros por habitante y día de ambos grupos.

<sup>15</sup> Estos datos resultan de calcular las medias sin tener en cuenta los valores extremos.



**Tabla 20. Variación del consumo total, en litros por habitante y día, tras la instalación de filtros ahorradores en los grifos, cabezales eficientes en las duchas y mecanismo de doble descarga en la cisterna**

Vivienda	Consumo (l/hab/día)		
	Antes	Después	%
14	163,00	137,00	-16%
41	89,00	36,00	-60%
93	47,00	40,00	-15%
108	118,00	114,00	-3%
122	79,00	55,00	-30%
246	50,00	50,00	0%
248	271,00	262,00	-3%
313	60,00	57,00	-5%
316	53,00	65,00	23%
320	140,00	91,00	-35%

**Tabla 21. Variación del consumo, en litros por habitante y día, tras la instalación de filtros ahorradores en los grifos, grifería termostática en las duchas, mecanismo de doble descarga en la cisterna y reductor de presión en el suministro**

Vivienda	Consumo (l/hab/día)		
	Antes	Después	%
27	119,00	103,00	-13%
40	72,00	54,00	-25%
44	94,00	100,00	6%
97	244,00	175,00	-28%
171	85,00	37,00	-56%
181	184,00	208,00	13%
188	120,00	96,00	-20%
197	113,00	87,00	-23%
242	59,00	56,00	-5%
244	85,00	65,00	-24%
258	67,00	54,00	-19%
262	104,00	103,00	-1%
308	100,00	96,00	-4%
319	190,00	174,00	-8%

### 3.2.5. Reductor regulador de presión para líneas de suministro

El reductor de presión es el dispositivo ahorrador que menos aceptación ha tenido entre los usuarios. El usuario tiene la sensación de que no va disponer de suficiente agua al reducir la presión. Además de este rechazo inicial, en el caso de las viviendas en las que se instaló surgieron problemas en su colocación debido al mobiliario de la cocina. En la tabla 22 se recoge el ejemplo de los resultados de la vivienda 251<sup>16</sup>. La reducción del consumo diario en la vivienda tras la instalación del reductor ha sido de un 13 por ciento.

**Tabla 22. Variaciones en el consumo, por habitante y día y por vivienda y día, tras la instalación del reductor de presión**

Vivienda	Consumo en (l/hab/día)			Consumo (l/viv/día)		
	Antes	Después	%	Antes	Después	%
251 DH	108,00	94,00	-13%	324,00	282,00	-13%
97 DH	244,00	175,00	-28%	732,00	525,00	-28%

En el caso de una vivienda en la que, además de reductor de presión, se han instalado otros dispositivos ahorradores (aireadores en los grifos, grifería termostática en la ducha y mecanismo de doble descarga en el inodoro), los resultados de la monitorización muestran una reducción del consumo superior al caso anterior. Concretamente, la vivienda 97<sup>17</sup>, de la que se disponen datos en continuo y datos horarios, muestra una reducción del consumo en la vivienda del 28 por ciento (tabla 22). Los datos en continuo (tabla 23) muestran que mientras que sí se ha reducido el consumo en inodoros y grifos, en cambio, ha aumentado el consumo en la ducha. En esta vivienda, tras la instalación de la grifería termostática, se ha incrementado tanto el consumo unitario de la ducha en litros como el consumo en litros por habitante y día de dicho aparato.

En el conjunto de viviendas monitorizadas en las que sólo se instalaron reductores reguladores de presión en la línea de suministro se ha producido una leve disminución del consumo de agua por habitante y día (0,5 por ciento). En las viviendas en las que se ha instalado reductor de presión, la disminución máxima conseguida ha sido del 13 por ciento.

El efecto más positivo que se puede destacar por la instalación de los reductores de presión es la importante disminución en las fugas de los hogares debidas al mal estado de la fontanería. En el ejemplo monitorizado de la vivienda 97, en el que el nivel de fugas es muy alto, la reducción en las fugas ha sido de un 47 por ciento.

<sup>16</sup> De esta vivienda se dispone de 243 días analizados, 120 antes de la instalación y 123 tras la instalación. La instalación se efectuó el 29 de junio de 2006.

<sup>17</sup> De la vivienda 97 se dispone de datos en continuo de 22 días antes de la instalación y 22 días después. La instalación se efectuó el 13 de junio de 2006. Se dispone de datos horarios de 92 días anteriores a la instalación y 69 días después de la misma.

Tabla 23. Datos en continuo de la vivienda 97

Vivienda 97	Consumo por aparato (l/hab/día)			Consumo unitario por aparato (l)		
	Antes	Después	%	Antes	Después	%
Fugas	121,90	64,10	-47%	--	--	--
Inodoros	32,40	10,80	-67%	13,26	6,18	-53%
Ducha	33,60	72,30	115%	96,52	106,02	10%
Grifos	58,80	57,50	-2%	2,82	2,52	-11%

### 3.3. Comparación del consumo de las viviendas en las que ha habido cambio tecnológico con las que sólo se influyó en hábitos y uso responsable, o no se realizó ninguna actuación

Como ya se ha comentado, en la muestra seleccionada había 45 viviendas en las que no se introdujo ningún elemento ahorrador de agua. En 10 de ellas se entregó un folleto cuyo objetivo era sensibilizar sobre la importancia de implantar hábitos ahorradores en el consumo doméstico del agua y en las otras 35 viviendas, ni se realizó cambio tecnológico, ni ninguna actuación de sensibilización. En la tabla 24 se puede ver la media del consumo en dichas viviendas para los periodos anteriores a las instalaciones y posteriores a las mismas. Se puede comprobar que en estas viviendas donde no ha habido cambio tecnológico, es decir, donde no se ha incorporado ningún elemento ahorrador de agua, el consumo prácticamente no ha variado.

Tabla 24. Consumo en las viviendas sin cambio en la instalación

	Mar-jun 2006		Sep-dic 2006		Mar-jun 2006		Sep-dic 2006	
	(l/hab/día)	(l/hab/día)	%	(l/viv/día)	(l/viv/día)	%	(l/viv/día)	%
10 viviendas sensibilización	89	88	-1%	204	192	-6%		
35 viviendas sin actuaciones	129	127	-2%	432	432	0%		
Media 45 viviendas	109	107,5	-1%	318	312	-2%		

En la tabla 25 se recogen los resultados de comparar el consumo en las viviendas sin cambio tecnológico y en las viviendas donde sí se instaló alguno de los dispositivos ahorradores. El consumo en litros por habitante y día disminuyó, durante el periodo monitorizado, un 6,5 por ciento al introducir los aparatos más eficientes en viviendas plurifamiliares. En cambio, en las viviendas unifamiliares, el consumo de las viviendas monitorizadas aumentó en un 5,9 por ciento. En las viviendas donde no se introdujo cambio tecnológico, como se ha comentado, se produjo una ligera disminución, un 1 por ciento. Para la zona en la que se realizó el estudio, en este mismo periodo, Canal de Isabel II redujo la dotación media en un 5,5 por ciento.

Tabla 25. Comparación del consumo en las viviendas con y sin cambio en la instalación

	Marzo-junio 2006		Septiembre-diciembre 2006	
	(l/hab/día)	(l/hab/día)	(l/hab/día)	%
Media viviendas unifamiliares con cambios	119	126	5,9%	
Media viviendas plurifamiliares con cambios	107	100	-6,5%	
Media viviendas sin cambios	109	107,5	-1%	

# 4

Ejemplos de campañas de cambio  
tecnológico en otras ciudades

En España, son varios los municipios que han lanzado ordenanzas municipales con el objetivo de fomentar el uso eficiente del agua en los hogares a través del cambio tecnológico. Entre los ejemplos existentes es destacable la Ordenanza de Gestión y Uso Eficiente del Agua de Madrid, aprobada el 31 de mayo de 2006. Es común a todas estas ordenanzas la obligación de instalación de tecnologías eficientes en las viviendas de nueva construcción como son por ejemplo, los perlizadores o economizadores de chorro o similares y mecanismos reductores de caudal en grifos de aparatos sanitarios y duchas; mecanismos de accionamiento de la descarga de las cisternas de los inodoros con limitador del volumen de descarga como máximo a seis o siete litros (dependiendo del municipio) y sistemas de doble descarga o interrupción. También cabe destacar el decreto de la Generalitat de Catalunya, aprobado en febrero de 2006, que establece la instalación de dispositivos ahorradores en grifos y cisternas en todas viviendas de nueva construcción y de reconversión de antigua edificación, tanto de titularidad pública como privada.

Pero, en cuanto a resultados de cambio tecnológico, a día de hoy, se disponen en nuestro país de pocos datos. En el año 2004 se publicaron los resultados de un programa piloto que se desarrolló en Torredembarra, Tarragona. Se instalaron, en 853 hogares, aireadores de grifos, contrapesos en las cisternas y reductores de caudal en las duchas. La media de ahorro fue del 12 por ciento (Campaña Catalunya Estalvia Aigua, 2003).

En España se han llevado a cabo numerosas iniciativas de cambio en los filtros de los grifos, pero ha habido pocos ejemplos en cuanto a cambio en otros aparatos como son los inodoros o las duchas. Es por eso que, para ver resultados de cambio tecnológico y compararlos con los de otras ciudades, hay que ver campañas desarrolladas en otros países.

Ciudades americanas como Los Ángeles, San Diego, o Nueva York adoptaron con éxito, desde los años 90, programas de sustitución de sus viejos inodoros. En este caso los programas incluían el cambio del conjunto del inodoro (sanitario, cisterna y mecanismo). Esta medida era gratuita para los hogares con bajos recursos económicos y con fuertes subvenciones públicas para el resto de la población.

En Nueva York, durante los tres años de duración del programa, se cambiaron más de 1.500.000 inodoros antiguos, un tercio de los inodoros existentes en la ciudad, por inodoros de 6 litros por cada descarga. La subvención financiaba principalmente la sustitución en edificios residenciales y era de 240 dólares para el primer inodoro y de 150 dólares para los siguientes. Se estima que el ahorro conseguido con este programa es de unos 300.000/340.000 metros cúbicos al día y se redujo el vertido de aguas residuales en un 7 por ciento. Cabe destacar que el programa de sustitución se enmarcaba dentro de un programa más amplio de gestión de la demanda y se pudo comprobar que entre 1990 y 2006, el consumo de agua en Nueva York pasó de más de 5.500.000 metros cúbicos a 4.200.000 metros cúbicos al día, consiguiendo un ahorro total de más de 23 por ciento, a pesar de un incremento de población de un 7 por ciento durante el mismo periodo (The New York City Toilet Rebate Program en The Mega-Cities Project, 2001). La ciudad de Santa Mónica, en California, con un programa similar, disminuyó igualmente su consumo de agua en un 15 por ciento (Santa Monica's "Bay Saver" Toilet Rebate Program, en Vickers, 2001).

En la ciudad de Toronto, Canadá, han puesto en marcha un programa con el objetivo de reducir el consumo en un 15 por ciento en el 2011. Para conseguir este objetivo, una de las medidas que se está implementando en los hogares es la sustitución de inodoros. En cambio, una de las medidas descartadas es el cambio de cabezales de ducha. Para tomar esta decisión se han basado en los resultados de un estudio sobre usos residenciales finales publicado por AWWA -American Water Works Association- en 1999, en el que se decía que, tan sólo un 25 por ciento de los cabezales de ducha existentes no eran eficientes (Toronto Water Efficiency Plan). El código técnico de edificación de la ciudad establece actualmente que los nuevos cabezales de ducha deban ser eficientes, con un consumo máximo de 9 litros por minuto. Considerando que todos los cabezales de ducha que se comercializan en la ciudad actualmente tienen estas características, estiman que

en el plazo de duración del programa, todos los cabezales de ducha ineficientes se habrán reemplazado de forma natural. De todas formas, establecen que en aquellas viviendas donde se reemplacen inodoros, se comprobará, además, la eficiencia de los cabezales de ducha y, si son ineficientes, se sustituirán también.

5

Conclusiones

**Primero.** Los porcentajes de ahorro, en volumen de agua consumida, monitorizados en los diferentes aparatos en los que se ha instalado tecnología ahorradora, han sido inferiores a los valores de reducción de caudal específicos, teóricos, para cada dispositivo, según se muestra en la tabla 26.

**Tabla 26. Reducción del consumo unitario por apartado, en litros**

Aparato	Porcentaje de disminución de consumo monitorizados	Porcentaje de disminución caudal fijados en el diseño de los dispositivos
Duchas*	17,53%	30-35%
Grifos	17,43%	40%
Inodoros**	24,40%	40%

\*Promedio de los resultados en los tres sistemas ahorradores aplicados a la ducha (cabezal eficiente, reductor caudal y grifería termostática).

\*\*Promedio de los resultados en los dos mecanismos de descarga parcial de la cisterna (interrupción y doble descarga).

**Segundo.** Los dispositivos monitorizados más efectivos en el consumo total asociado al dispositivo han sido los mecanismos de doble descarga para la cisterna del inodoro, los cabezales de ducha eficientes, y los filtros ahorradores para los grifos (tabla 27).

**Tabla 27. Porcentajes de disminución del consumo de los equipos monitorizados más eficientes**

Aparato	Porcentaje de disminución consumo monitorizados
Mecanismo de doble descarga cisterna inodoro	34%
Cabezal de ducha eficiente	21%
Filtros ahorradores para grifos	17%

Los filtros para los grifos y los cabezales de ducha eficiente son muy sencillos de instalar, lo puede hacer el propio usuario. La instalación de mecanismos de doble descarga en el inodoro ocasiona más problemas y se hace necesario que lo realice un profesional. Este dispositivo también presenta otra desventaja en relación al uso del propio mecanismo. Si el usuario no lo utiliza correctamente no consigue todo el potencial de reducción de consumo que tiene, llevando a que las reducciones en el consumo sean inferiores a lo que teóricamente podrían ahorrar y conduciendo incluso a un aumento del consumo ocasional.

**Tercero.** Los datos monitorizados no permiten ofrecer conclusiones sobre la reducción en el consumo total de la vivienda generada por la disminución en el consumo de un determinado aparato. En muchos casos, se producían reducciones adicionales en otros aparatos de la vivienda, por lo que la disminución en el consumo total no se podía atribuir en exclusiva a un dispositivo ahorrador. Sin embargo, sí se puede ofrecer una valoración estimada del ahorro que pueden llegar a obtener estos dispositivos en una vivienda (ver tabla 28).

**Tabla 28. Porcentajes de ahorro por aparato y del consumo total en la vivienda**

Aparatos	Porcentaje de reducción monitorizado consumo unitario por aparato	Reparto del consumo de agua por aparato en el consumo total del hogar*	Porcentaje teórico de reducción consumo total vivienda
Mecanismo doble descarga cisterna inodoro	34%	20%	8,5%
Cabezal ducha eficiente	21%	27%	6%
Filtros ahorradores grifos	17,43%	39%	7,38%

\*El reparto del consumo en el hogar utilizado (inodoro 20%, ducha 27%, grifos 39%, otros 14%) es la media obtenida del consumo por habitante y día, en usos internos, en viviendas unifamiliares y viviendas plurifamiliares que recoge el estudio Microcomponentes y factores explicativos del consumo doméstico de agua en la Comunidad de Madrid, Canal de Isabel II.

**Cuarto.** Los metros cúbicos de agua ahorrados al año, por vivienda, instalando filtros ahorradores en grifos y cabezales eficientes en las duchas, estarían en torno a los 9,5 metros cúbicos. El mecanismo de doble descarga en la cisterna supondría unos 9 metros cúbicos (tabla 29). A precios de mercado y suponiendo que únicamente el mecanismo de la cisterna necesitase ser instalado por un profesional, la amortización para el usuario de cada uno de estos productos sería de 13 meses en el caso de los filtros de los grifos, de 25 meses en el cabezal de ducha y 10 años si se trata de un mecanismo de doble descarga para el inodoro<sup>18</sup>.

**Tabla 29. Coste por metro cúbico ahorrado**

Aparatos	Porcentaje reducción monitorizado consumo unitario por aparato	l/viv/día por aparato*	Ahorro de m <sup>3</sup> /año**	€/m <sup>3</sup> ahorrado
Filtros ahorradores grifos	17,43%	148,75	9,46	1,43
Cabezal ducha eficiente	21,00%	101,05	7,75	3,41
Mecanismo doble descarga cisterna inodoro	34,00%	72,70	9,02	13,49***

\*Consumo en litros por vivienda y día en cada uno de los aparatos, según datos del estudio Microcomponentes y factores explicativos del consumo doméstico de agua en la Comunidad de Madrid, Canal de Isabel II.

\*\*Se han calculado aplicando los porcentajes de reducción de cada aparato monitorizados a los litros consumidos en la vivienda al día por cada uno de los aparatos, según el estudio Microcomponentes y factores explicativos del consumo doméstico de agua en la Comunidad de Madrid, Canal de Isabel II.

\*\*\*Incluye el precio de la instalación realizada por un profesional.

<sup>18</sup> Para calcular los periodos de amortización de los dispositivos ahorradores se ha utilizado 1,321 euros por metro cúbico, tarifa de Canal de Isabel II en Madrid para un consumo de 25 metros cúbicos bimensuales.

**Quinto.** La media en la reducción total del consumo de la vivienda, obtenida en las viviendas monitorizadas al introducir dispositivos ahorradores, en los tres aparatos (ducha, grifos e inodoros) ha sido de un 13 por ciento. Este porcentaje es menor que la suma de los porcentajes teóricos de reducción del consumo total de la vivienda reflejados en la tabla 28.

Existen varias razones que justifican que, en la práctica, las reducciones en el consumo de agua sean inferiores al ahorro que se podría obtener, como son los hábitos de los usuarios, el modo de usar estos mecanismos, así como la eficiencia en el consumo antes de introducir los mecanismos ahorradores. Los hábitos también influyen. En la ducha es importante que el cabezal sea eficiente, pero también el tiempo que duren las duchas (no es lo mismo diez minutos que media hora), o el número de duchas realizadas; por ejemplo, en verano suelen ser más numerosas. También es esencial hacer un uso correcto de los mecanismos. En el caso de los inodoros, es importante utilizar bien el mecanismo de doble descarga, ya que si se utiliza la descarga parcial en vez de la total y no queda bien limpio, una nueva descarga lleva a consumir incluso más cantidad de agua que con un inodoro con descarga completa. Además, las viviendas de la muestra eran bastante eficientes. De hecho, en el periodo monitorizado, antes de realizar las instalaciones (marzo a junio de 2006), el consumo por habitante y día en dichas viviendas era de 113 litros, mientras que la media española en el 2005 fue de 166 litros por habitante y día<sup>19</sup>.

**Sexto.** La instalación de los dispositivos más eficientes en los tres aparatos (filtros ahorradores en los grifos, cabezal de ducha eficiente y mecanismo de doble descarga en la cisterna) conseguiría ahorrar 18 metros cúbicos anuales en una vivienda media de la Comunidad de Madrid<sup>20</sup>. A precio de mercado de los dispositivos ahorradores e incluyendo el coste de instalación del mecanismo de doble descarga en la cisterna, el coste del metro cúbico ahorrado sería de 9 euros, lo que supone que el usuario amortizaría la compra e instalación de estos productos en cerca de 7 años.

**Séptimo.** Las viviendas en las que no se realizó ningún cambio tecnológico no experimentaron variación significativa del consumo durante el periodo monitorizado. En estas viviendas se incluyen las que recibieron un folleto y la visita de una persona que les explicaba el contenido del mismo, con el objetivo de sensibilizarles sobre la importancia de un uso más racional de los recursos hídricos en el hogar. El folleto correspondía a una campaña general dirigida a la Comunidad de Madrid, "Súmate al reto del agua", que Canal de Isabel II había puesto en marcha en 2006. En este caso, la no variación en el consumo respecto al periodo anterior a recibir la información, corrobora que la sensibilización ya se había producido como consecuencia de esta campaña, ya que sus dotaciones eran inferiores a la media de Canal de Isabel II. Otra hipótesis apunta a que una reducción eficaz del consumo mediante sensibilización debe formar parte de una estrategia integral y de largo plazo.

**Octavo.** Los usuarios de las instalaciones en las que se ha efectuado cambio tecnológico están, en una amplia mayoría, satisfechos con los productos, clasificándolos en "buenos" o "muy buenos" un 74 por ciento de los encuestados, (sólo un 3 por ciento los consideró "malos"), mientras que un 90 por ciento de los mismos no ha apreciado variación en el confort o incluso considera que había aumentado su nivel de confort con la utilización de los aparatos consumidores de agua. Además, en la mayoría de comentarios recibidos, se valora muy positivamente la iniciativa y reiteran su satisfacción con los productos. Tan sólo el reductor de presión para las líneas de suministro ha presentado rechazo por parte de los usuarios.

<sup>19</sup> Encuesta del agua 2005, Instituto Nacional de Estadística (Nota de prensa de 17 de octubre de 2007).

<sup>20</sup> Esta cifra se obtiene de aplicar la reducción del 13,1 por ciento en el consumo total de la vivienda a la media del consumo interior de las viviendas en la Comunidad de Madrid que se recoge en el estudio Microcomponentes y factores explicativos del consumo doméstico de agua en la Comunidad de Madrid, Canal de Isabel II.

6

Comentarios finales



La monitorización realizada en las viviendas de la muestra del estudio permite concluir que si en las nuevas viviendas o en aquellas en que se realicen rehabilitaciones, se instalan perlizadores en todos los grifos, cabezales de ducha eficientes y mecanismos de doble descarga en los inodoros se puede reducir el consumo de agua de estas viviendas entre un 13 y un 15 por ciento. Pero, a la hora de pensar en hacer un cambio tecnológico en equipos antiguos, no se puede ignorar la resistencia que ha habido por parte de los usuarios a permitir el cambio de forma gratuita de los aparatos en sus hogares. Tan sólo un 46 por ciento de los contactados han querido participar. Por eso, ¿cuál sería la respuesta a una campaña de cambio de inodoros como la realizada, por ejemplo, en Nueva York donde el cambio tecnológico se subvenciona, pero no se financia en su totalidad?

La introducción de filtros ahorradores en los grifos y cabezales de ducha eficientes resulta más económico y sencillo, lo pueden hacer, en la mayoría de los casos, los propios usuarios. En la muestra del estudio, un 90 por ciento de las viviendas no disponía de este tipo de productos. La introducción de mecanismos de doble descarga en las cisternas es más cara y complicada, ya que se necesita que la instalación la efectúe un profesional, lo que por otro lado resulta positivo, ya que garantiza la instalación. En el estudio se ha comprobado que los mecanismos de interrupción de descarga no siempre son utilizados correctamente por los usuarios. Una alternativa que evitaría el mal uso de los mecanismos de descarga parcial de la cisterna del inodoro, sería introducir inodoros de descarga completa, pero que funcionan con menos de 3 litros de agua en cada uso. Se trata de tecnología procedente de países asiáticos que empieza a introducirse en los mercados españoles<sup>21</sup>.

En cualquier caso, a la hora de valorar la puesta en marcha de planes de renovación tecnológica, hay que tener muy presente que son planes que implican una inversión elevada a corto plazo, cuyos beneficios son a medio y largo plazo. Una vez que se decide intervenir en los hogares, sería recomendable introducir los cambios en los tres aparatos, grifos, ducha e inodoros, lo que permitiría alcanzar, con apoyo de información para su uso eficiente, una reducción de al menos el 15 por ciento del consumo de las viviendas.

---

<sup>21</sup> En el momento de realizar el estudio este tipo de inodoros todavía no se había introducido en el mercado español por lo que no se ha podido incluir su comparación en el presente proyecto.

# 7

Anexos

## ANEXO 1. Descripción de los productos ahorradores de agua

### Perlizador para el ahorro de agua (anti-cal)

Perlizador macho, con un diseño especial para adaptarse a cualquier grifería estándar con roscas externas de 24x1, de fácil sustitución y mínimo mantenimiento.

Produce un suave y agradable chorro de agua gasificado con una sensación muy placentera de hidromasaje, aparentando salir más agua y con más presión, que con los sistemas tradicionales.

Anti-cal y acabado en latón cromado. Es autolimpiable y elimina por sí sólo los bloqueos causados por la cal.

### Perlizador para el ahorro de agua (anti-cal)

Perlizador hembra, con un diseño especial para adaptarse a cualquier grifería estándar con roscas internas de 22x1; tipo fregadero, de fácil sustitución, mínimo mantenimiento.

Produce un suave y agradable chorro de agua gasificado con una sensación muy placentera de hidromasaje, aparentando salir más agua y con más presión, que con los sistemas tradicionales.

Anti-cal y acabado en latón cromado. Es autolimpiable y elimina por sí sólo los bloqueos causados por la cal.

### Reductor volumétrico para duchas, giratorio (anti-cal)

Diseñado para todo tipo de duchas que no poseen una función economizadora. Incorpora un sistema giratorio que impide que la manguera se enrede y la protege de posibles roturas, aumentando el confort y la seguridad al ducharse.

Ahorra en mantenimiento de mangueras y economiza agua en función del modelo elegido, manteniendo por completo las prestaciones y el confort de la ducha a la que se aplica. Roscas de 1x2 En latón cromado.

### Ducha de masaje Irrompible en cromo y teleducha color cromo

Ducha fabricada en ABS. Rosca de 2x1. Sistema anti-cal y anti-bloqueo.

Sistema de hidromasaje fijo por aceleración de presión y turbulencias.

En cromo brillo, con un anillo decorativo gris.

Robusta y de superficie lisa, germicida y fácil de limpiar.

### Kit de mecanismo de descarga de doble pulsador (completo)

Kit completo de mecanismo de descarga de doble pulsador universal, por cable.

Ideal para edificios de alto tránsito. Cuerpo para tanques de 6 a 10 litros de capacidad, regulable. Selector de descarga integrado y regulable tanto en la descarga parcial (entre 3 y 6 litros), como en la total (de 6 a 10 litros). De muy fácil montaje e instalación, incluye todos los accesorios, adaptadores, tornillería y herramientas que pudieran necesitarse, siendo válido para el 100 por ciento de los sanitarios y/o tanques bajos de inodoro. Rebosadero de gran capacidad.

La instalación de este equipo posibilita ahorrar hasta un 70 por ciento en comparación con los sistemas de descarga completa, gracias a la discriminación de uso por micciones, 5 veces más usada que por deposiciones.

### Mecanismo de descarga interrumpible para WC (completo) y sistemas de interrupción de descarga, pulsador START/STOP

Mecanismo de descarga interrumpible, completo. Ideal para edificios de viviendas. Cuerpo para tanques de 6 a 10 litros de capacidad, regulable. Posibilita la selección de la descarga a realizar. De muy fácil montaje e instalación, incluye todo lo necesario para la sustitución de equipos antiguos o existentes. Rebosadero de gran capacidad. La instalación y uso correcto y adecuado de este equipo posibilita ahorrar hasta un 70 por ciento en comparación con los sistemas de descarga completa, gracias a la discriminación de uso por micciones, 5 veces más usada que por deposiciones.

### Grifería termostática de ducha ecológica

Grifería ecológica para ducha. Sistema de regulación termostático de la temperatura de salida del agua. Indicando una sola vez la temperatura deseada, el grifo se encarga de mezclar el agua fría y caliente para obtenerla. La temperatura no varía al abrirse otros grifos de la vivienda. Dispone de tope de seguridad a 38 grados centígrados, mediante pulsador de color rojo, para evitar quemaduras, aunque puede seleccionarse cualquier temperatura entre 18 y 55 grados. Incluye válvulas anti-retorno y filtros de malla metálica en acero inoxidable. Mando cerámico de un cuarto de vuelta. (No incluye equipo de ducha, ni flexo). Ecológico, al economizar agua y energía por su facilidad de regulación, ideal con calentadores instantáneos, o calderas.

### Reductor-regulador de presión para líneas de suministro

Equipo diseñado para tarar la presión de las acometidas de entrada o líneas de reparto, posibilitando el control adecuado y la regulación de la presión deseada en la acometida. Ahorros generados por una menor presión de suministro, sin pérdida práctica de caudal. Roscas de gas hembra. Cuerpo de latón cromado (DIN 17660). Sistema de cierre en acero inoxidable (ANSI 304). Muelle del sistema de cierre en acero al Silicio Zincado. Presión máxima de entrada de hasta 15 ATM. Presión de salida regulable entre 0,5 y 5 ATM. Con garantía de reposición. Disponibles en distintos diámetros de paso y roscas.

## ANEXO 2. Distribución y descripción de viviendas monitorizadas

Tabla A1. Distribución del número de viviendas por municipios y por distritos de Madrid

Municipio	Número de viviendas	% muestra
Madrid	107	83
Arganzuela	7	5
Fuencarral – El Pardo	8	6
Hortaleza	22	17
Latina	7	5
Moncloa	11	9
Moratalaz	15	12
Puente de Vallecas	8	6
San Blas	19	15
Tetuán	10	8
<hr/>		
Las Rozas	9	7
Mejorada del Campo	9	7
Pinto	4	3
<hr/>		
<b>TOTAL</b>	<b>129</b>	<b>100</b>

### Distrito San Blas (Madrid) Zona I

- Edificio de viviendas con dos-tres habitaciones (tamaño vivienda: 51 a 90 metros cuadrados).
- Antigüedad: más de 30 años.
- Ocupación media: 2,4 habitantes (pareja sola / padre o madre con hijo / adulto solo).
- Sin jardín o terraza.

### Distrito San Blas (Madrid) Zona II

- Chalet adosado con parcela propia (tamaño vivienda: más de 251 metros cuadrados).
- Antigüedad: de 1 a 5 años.
- Ocupación media: 3,9 habitantes (generalmente pareja con hijos).
- Viviendas con jardines y sin piscinas.

### Distrito Puente de Vallecas (Madrid) Zona III

- Edificio de viviendas con piso de dos-cuatro habitaciones y dúplex de tres-cinco habitaciones.
- Antigüedad: de 5 a 10 años.

- Ocupación media: 2,8 habitantes (pareja con hijos y pareja sola).
- Los dúplex disponen de terrazas.

### Distrito Arganzuela (Madrid) Zona IV

- Edificio de vivienda con piso (tres-cuatro habitaciones).
- Antigüedad: de 10 a 15 años.
- Ocupación media: 4,1 habitantes (pareja con hijos).
- Una sola vivienda con terraza.

### Distrito Hortaleza (Madrid) Zona V

- Chalet adosado con parcela propia (tamaño vivienda: más de 251 metros cuadrados).
- Antigüedad: de 5 a 15 años.
- Ocupación media: 4 habitantes (generalmente pareja con hijos).
- Viviendas con terrazas y jardines.
- La mayoría de las viviendas disponen de una piscina.

### Distrito Tetuán (Madrid) Zona VI

- Edificio de vivienda con dos-tres habitaciones (tamaño vivienda: menos de 50 a 70 metros cuadrados).
- Antigüedad: más de 30 años.
- Ocupación media: 4,2 habitantes (adulto solo, pareja con hijos y subarrienda).
- No tienen terrazas ni jardines.

### Zona VII

- Edificio de vivienda con dos-cuatro habitaciones (tamaño vivienda: de 71 a 150 metros cuadrados).
- Antigüedad: de 5 a 10 años.
- Ocupación media: 2 habitantes (generalmente adulto solo o adulto con hijos).
- Viviendas sin terrazas ni jardines.

### Distrito Fuencarral - El Pardo (Madrid) Zona VIII

- Edificio de vivienda con una-tres habitaciones (tamaño vivienda: de 51 a 110 metros cuadrados).
- Antigüedad: de 10 a 15 años.
- Ocupación media: 3 habitantes (generalmente pareja sola o pareja con hijos).
- No disponen de jardines.
- Generalmente sin terrazas.

### Zona IX (Mejorada del Campo)

- Edificio de vivienda dúplex con cuatro habitaciones (tamaño vivienda: de 176-200 metros cuadrados).
- Antigüedad: de 10 a 15 años.
- Ocupación media: 3,6 habitantes (generalmente parejas con hijos).
- No disponen de jardines.
- Generalmente vivienda sin terrazas.

### Zona X (Las Rozas)

- Edificio de vivienda con una-dos habitaciones (tamaño vivienda: menos de 50 a 70 metros cuadrados).
- Antigüedad: de 10 a 20 años.
- Ocupación media: 2,1 habitantes (generalmente parejas solas).
- No disponen de jardines.
- La mayoría de las viviendas con terraza.

### Distrito Moncloa (Madrid) Zona XI

- Edificio de vivienda con tres-seis habitaciones (tamaño vivienda: de 91 a 251 metros cuadrados).
- Antigüedad: más de 30 años.
- Ocupación media: 3,8 habitantes (generalmente parejas con hijos).
- No disponen de jardines y sin terrazas (una sola vivienda con terraza).

### Distrito Hortaleza (Madrid) Zona XIII

- Edificio de vivienda con dos-tres habitaciones (tamaño vivienda: de 51 a 70 metros cuadrados).
- Antigüedad: más de 30 años.
- Ocupación media: 2 habitantes (generalmente adultos solos o parejas sin hijos).
- No disponen de jardines.
- Generalmente viviendas sin terrazas (dos viviendas con terrazas).

### Distrito Moratalaz (Madrid) Zona XIV

- Edificio de vivienda con tres habitaciones (tamaño vivienda: de 91 a 110 metros cuadrados).
- Antigüedad: más de 30 años.
- Ocupación media: 2,5 habitantes.
- No disponen de jardines.
- Generalmente viviendas sin terrazas.

### Distrito Moratalaz (Madrid) Zona XV

- Edificio de vivienda con 3 habitaciones (tamaño vivienda: de 51 a 70 metros cuadrados).
- Antigüedad: más de 30 años.
- Ocupación media: 3 habitantes.
- No disponen de jardines, ni terrazas.

### Distrito Latina (Madrid) Zona XVI

- Edificio de vivienda con dos-cuatro habitaciones (tamaño vivienda: de menos de 50 a 90 metros cuadrados).
- Antigüedad: más de 30 años.
- Ocupación media: 2,6 habitantes. No disponen de jardines, y generalmente sin terrazas (una sola vivienda con terraza).

## ANEXO 3. Resultados obtenidos en la encuesta telefónica final

No todas las viviendas donde se implantaron instalaciones ahorradoras quisieron participar en la encuesta telefónica final. De los 249 dispositivos instalados se solicitó la desconexión, prácticamente inmediata, de dos de ellos (un reductor de presión y un reductor de caudal de ducha). La encuesta se planteó, finalmente, sobre 80 usuarios, de los cuales sólo 58 aceptaron ser encuestados, lo que representó un 73 por ciento sobre la muestra de viviendas.

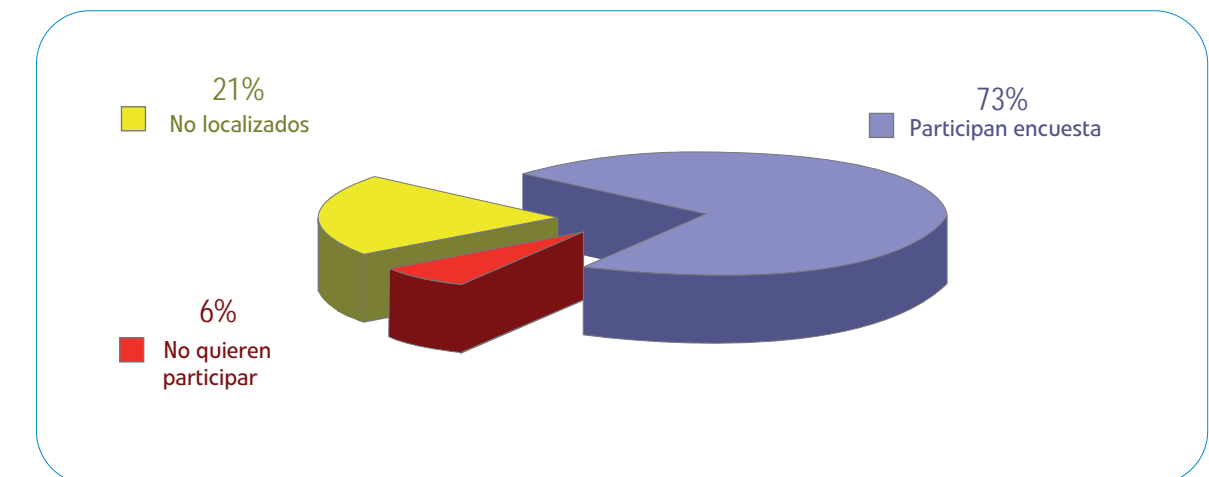
Después del periodo completo de monitorización, se desinstaló el equipo, a petición del usuario, en una vivienda (reductor de presión). La tabla A2 muestra los resultados de la encuesta telefónica realizada.

Tabla A2. Resultados de la encuesta telefónica

	Usuarios	Localizados	Participan en encuesta	No quieren participar
Número	80	63	58	5
Localizados	--	100%	92%	8%
Porcentajes	100%	79%	73%	6%

La figura A1 presenta el resultado respecto del total de usuarios con dispositivos instalados.

Figura A1. Participación en la encuesta final

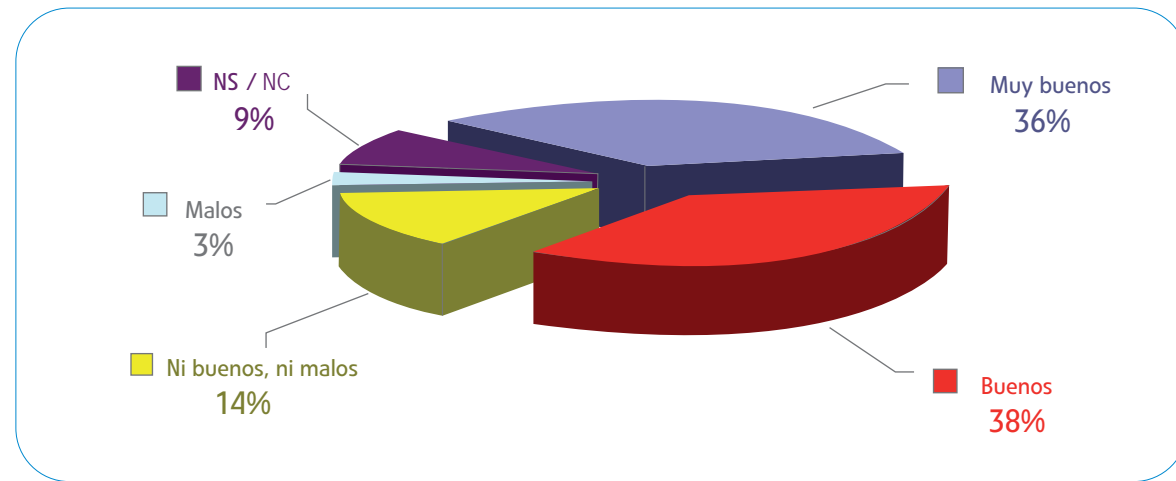


Sobre los resultados globales cabe reseñar que del 21 por ciento de los "no localizados", un 9 por ciento corresponde a usuarios de los que no se tenía el teléfono de contacto, ni ha sido posible conseguirlo en esta encuesta, y el 12 por ciento restante responde a diferentes causas, entre las que se pueden citar como más

destacadas: el cambio de propietario/inquilino, cambio de teléfono, y ausencia de los propietarios. Por último, del 6 por ciento que no quiso participar (5 usuarios), podemos destacar que un 60 por ciento pertenece a la submuestra reductor de presión.

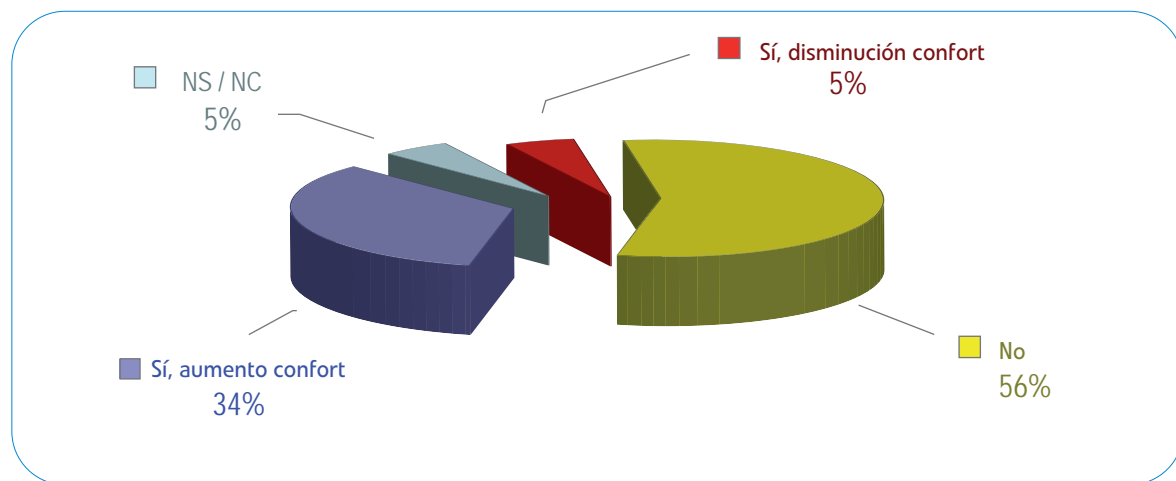
A continuación se presentan los resultados de cada una de las preguntas de la encuesta telefónica final realizada.

Figura A2. Pregunta 1: ¿Cómo calificaría usted los productos instalados en su casa?



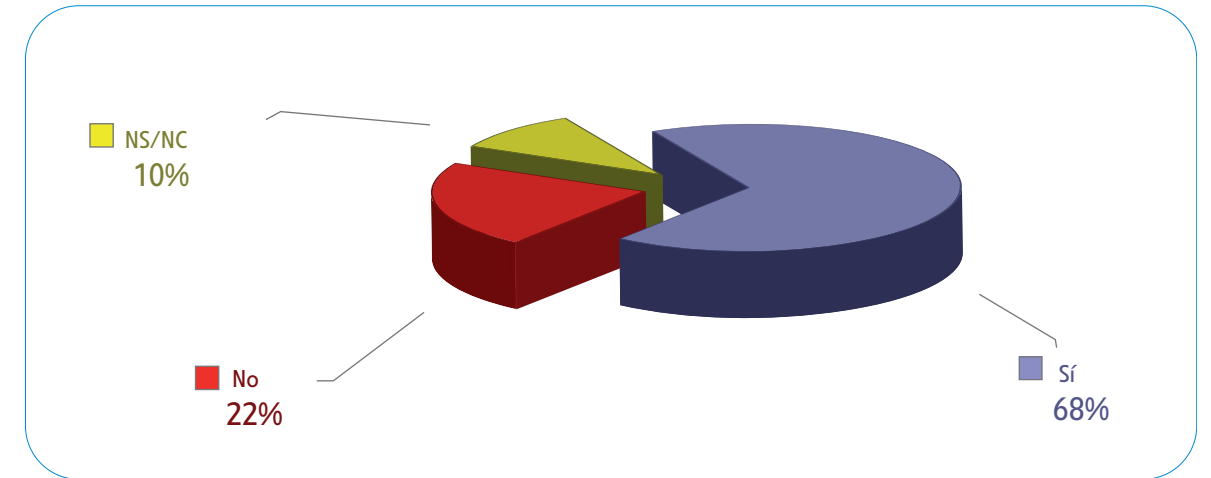
Una muy amplia mayoría (un 74 por ciento) de los encuestados al final del estudio consideraron los productos instalados en su casa como "muy buenos" o "buenos" y solamente un 3 por ciento los calificaron como "malos".

Figura A3. Pregunta 2: La instalación de productos ahorradores en su casa, ¿le ha supuesto a usted una variación en su confort?



Un 34 por ciento consideraron que la instalación de los productos ahorradores ha supuesto para ellos un aumento de confort y un 56 por ciento no constataron ninguna variación en su confort. Únicamente un 5 por ciento piensan que ha supuesto para ellos una disminución de confort.

Figura A4. Pregunta 3: ¿Aumentó su conocimiento en la tecnología encaminada a ahorrar agua en el ámbito doméstico?



Casi un 70 por ciento de los encuestados asegura haber aumentado su conocimiento de la tecnología encaminada a ahorrar agua en el ámbito doméstico.

Figura A5. Pregunta 4: ¿Ha variado la composición de la unidad familiar?

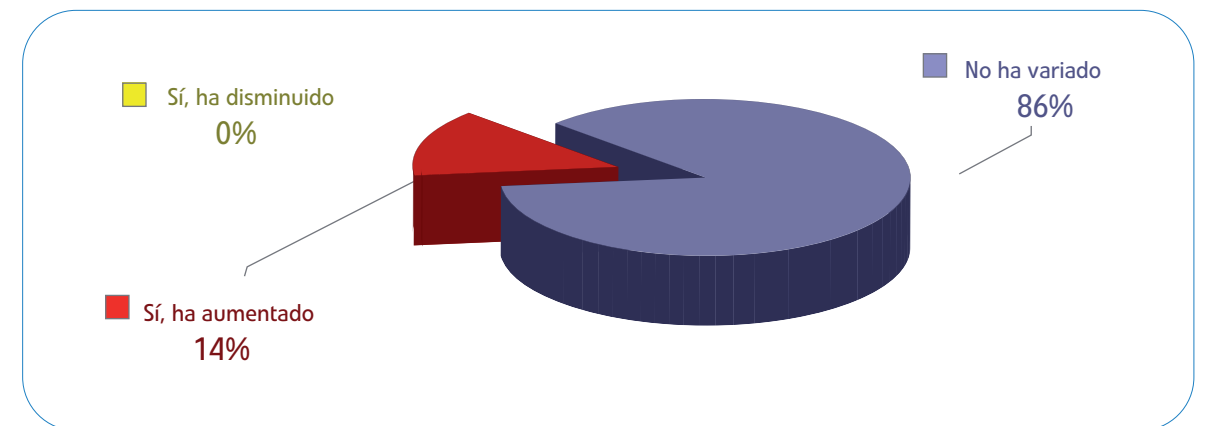
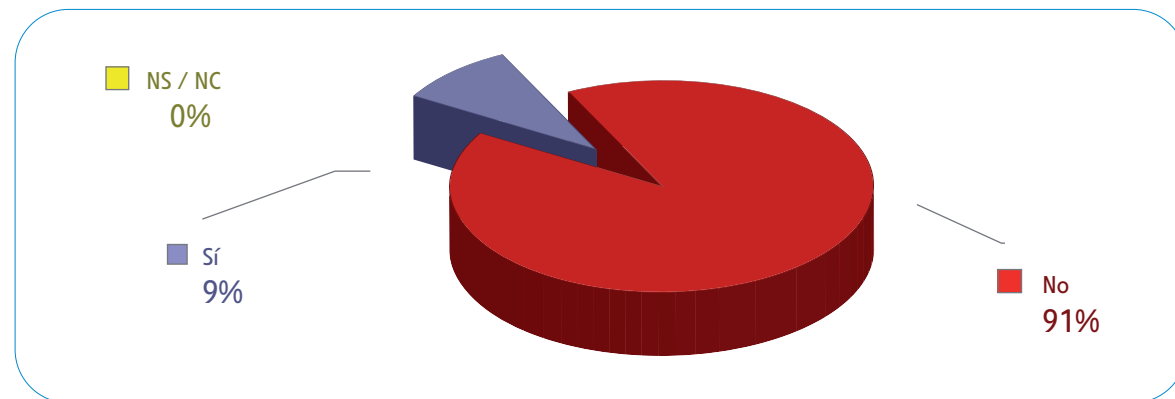
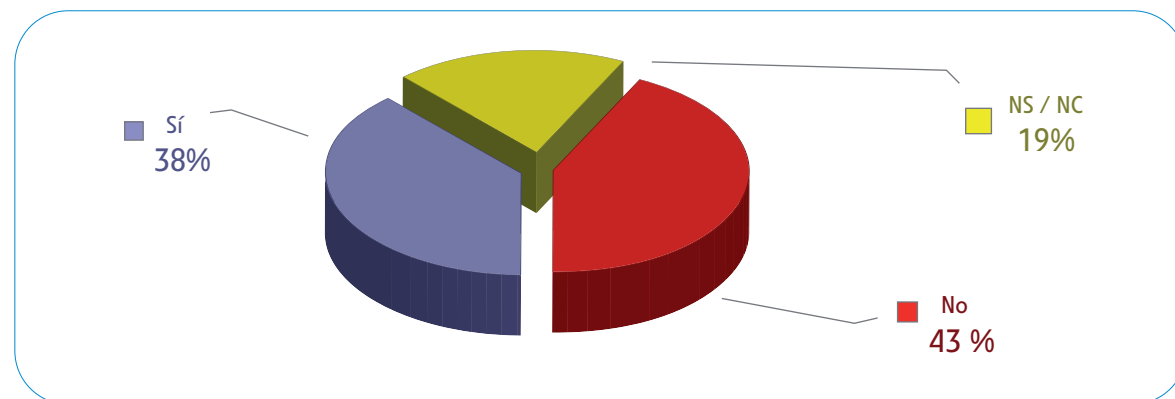


Figura A6. Pregunta 5: Aparte de la instalación de los productos ahorradores, ¿ha realizado más cambios en la instalación desde la encuesta inicial?



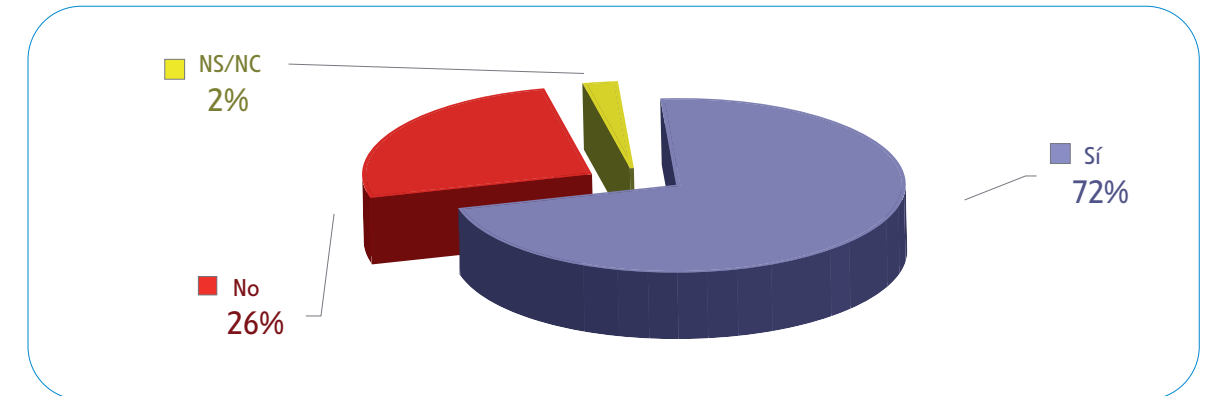
Cabe destacar que en un 86 por ciento de los usuarios no hubo variación en la composición de la unidad familiar y que un 91 por ciento de los encuestados no realizaron más cambios en su instalación sanitaria, aparte de la instalación de los productos ahorradores prevista, desde la encuesta inicial. Los eventuales cambios se incorporaron en la fase precedente de análisis de los datos de consumo.

Figura A7. Pregunta 6: ¿Han cambiado sus hábitos de consumo desde la encuesta inicial?



Un 38 por ciento de los encuestados dice haber cambiado sus hábitos de consumo desde la encuesta inicial, seguramente debido a los cambios realizados en sus viviendas, así como al desarrollo de la campaña de sensibilización "El Reto del Agua" de Canal de Isabel II.

Figura A8. Pregunta 7: ¿Tiene usted comentarios acerca del desarrollo del estudio?



Los comentarios recibidos aparecen en la tabla A3 y fueron, en su gran mayoría, muy positivos. Los pocos negativos reflejan los problemas, ya comentados en la fase de instalación de los productos en las viviendas, como eran los siguientes: tecla del inodoro que sobresale de la cisterna, comparación con los productos instalados en casa del vecino, etc.

Tabla A3. Comentarios durante la encuesta

Comentarios (Pregunta 7)
Está muy bien para ahorrar agua.
Muy positivo.
Muy bueno.
Muy bueno y le gustaría poder contar con más elementos ahorradores de agua.
Cuando vinieron los instaladores no estaban acreditados, es decir, no presentaron ninguna identificación.
Muy positivo, le ha significado un ahorro.
Bien. Le ha dado más conocimiento sobre el tema.
Ya lo tenía instalado.
Una buena iniciativa y necesaria.
Le parece muy valioso e importante.
La iniciativa es muy buena.
Está conforme.
Muy bueno.

Continúa en la página siguiente

Tabla A3. Continuación

## Comentarios (Pregunta 7)

No sabe si ha conseguido ahorrar agua.
Está muy bien.
Es una buena iniciativa.
Hace muy feo, sobresale de la cisterna y queda mal estéticamente.
Muy bien.
Es fenomenal. Todos debemos ahorrar agua.
Muy buena iniciativa por el ahorro de agua.
Positivo.
Es muy bueno e interesante.
Le resulta muy bueno. Una idea muy positiva.
En realidad ellos ya contaban con el dispositivo cuando compraron la casa, entonces las preguntas realizadas son en base a su casa anterior con respecto a la nueva.
No le parece bien.
Aún está esperando que le instalen más dispositivos y no sabe qué criterio utilizaron para entregar dispositivos, ya que a su vecina le instalaron más cosas.
El teléfono no funciona y lo intentamos 5 veces o más.
Muy buena iniciativa.
Que se ha quedado corto, es muy positivo y le gustaría tener más dispositivos en su casa.
Le parece muy bien para ahorrar agua.
Que le ha dado un ahorro.
Positivo.
Positivo.
Que es fabuloso y debería ampliarse a más familias, no como un estudio sino como un programa.
Le siguen cobrando una barbaridad de agua.
Le gustaría contar con más dispositivos para ahorrar agua.
Que el aparato que le instalaron es insuficiente y preferiría que le hubieran instalado los dispositivos en los grifos.
Positivo.
Muy buena idea.
Le parece muy positivo, pero hubiera preferido otro tipo de monomando.
Le gustaría colaborar más.
Pidió que se lo retiraran porque no salía agua.
Que está encantado.
Muy positivo.
Le parece muy bien para ahorrar agua.
Positivo.



8

Índice de figuras

## Índice de figuras

- Figura 1. Localización de las viviendas monitorizadas - pág. 24
- Figura 2. Curva de llenado de la cisterna del inodoro (antes del cambio) - pág. 31
- Figura 3. Curva de llenado de la cisterna del inodoro (después del cambio: descarga parcial) - pág. 32
- Figura 4. Curva de llenado de la cisterna del inodoro (después del cambio: descarga total) - pág. 32
- Figura 5. Curva del caudal en la ducha (antes del cambio) - pág. 33
- Figura 6. Curva del caudal en la ducha (después del cambio) - pág. 34
- Figura 7. Ejemplo de descarga de la cisterna del inodoro, vivienda 35 - pág. 45
- Figura A1. Participación en la encuesta final - pág. 73
- Figura A2. Pregunta 1 - pág. 74
- Figura A3. Pregunta 2 - pág. 74
- Figura A4. Pregunta 3 - pág. 75
- Figura A5. Pregunta 4 - pág. 75
- Figura A6. Pregunta 5 - pág. 76
- Figura A7. Pregunta 6 - pág. 76
- Figura A8. Pregunta 7 - pág. 77

9

Índice de tablas

## Índice de tablas

Tabla 1. Características técnicas de los productos instalados - pág. 22

Tabla 2. Número de dispositivos ahorradores instalados - pág. 23

Tabla 3. Ocupación viviendas - pág. 25

Tabla 4. Composición familiar - pág. 25

Tabla 5. Comparación del consumo de la muestra del estudio con los datos de Canal de Isabel II por el tipo de vivienda - pág. 26

Tabla 6. Dispositivos ahorradores instalados antes del estudio en las viviendas monitorizadas - pág. 27

Tabla 7. Dispositivos ahorradores instalados en las viviendas - pág. 28

Tabla 8. Consumo unitario de duchas, en litros (instalación de cabezales de ducha de bajo consumo) - pág. 39

Tabla 9. Variaciones en el consumo, por habitante y día y por vivienda y día, tras la instalación del cabezal de ducha eficiente y perlizadores en grifos - pág. 39

Tabla 10. Variación en el consumo en las duchas, en litros por habitante y día, y consumo unitario, en litros, tras la instalación de un reductor de caudal para la ducha - pág. 40

Tabla 11. Variaciones en el consumo, por habitante y día y vivienda y día, tras la instalación del reductor caudal ducha - pág. 40

Tabla 12. Variación en el consumo en las duchas, en litros por habitante y día, y consumo unitario, en litros, tras la instalación de grifería termostática - pág. 41

Tabla 13. Variaciones en el consumo, por habitante y día y vivienda y día, tras la instalación de la grifería termostática - pág. 41

Tabla 14. Consumo unitario de duchas en litros - pág. 42

Tabla 15. Variación en el consumo de los grifos, en litros por habitante y día, y consumo unitario, en litros, tras la instalación de perlizadores - pág. 43

Tabla 16. Variación en el consumo de los inodoros, en litros por habitante y día, y consumo unitario, en litros, tras la instalación del sistema de interrupción de descarga - pág. 44

Tabla 17. Variaciones en el consumo, por habitante y día y vivienda y día, tras la instalación del sistema de interrupción de descarga - pág. 44

Tabla 18. Variación en el consumo del inodoro, en litros por habitante y día, y consumo unitario, en litros, tras la instalación del sistema de doble descarga en la cisterna - pág. 46

Tabla 19. Variaciones en el consumo, por habitante y día y vivienda y día, tras la instalación del mecanismo de doble descarga - pág. 46

Tabla 20. Variación del consumo, en litros por habitante y día, tras la instalación de filtros ahorradores en los grifos, cabezales eficientes en las duchas y mecanismo de doble descarga en la cisterna - pág. 48

Tabla 21. Variación del consumo, en litros por habitante y día, tras la instalación de filtros ahorradores en los grifos, grifería termostática en las duchas, mecanismo de doble descarga en la cisterna y reductor de presión en el suministro - pág. 48

Tabla 22. Variaciones en el consumo, por habitante y día y vivienda y día, tras la instalación del reductor de presión - pág. 49

Tabla 23. Datos en continuo de la vivienda 97 - pág. 50

Tabla 24. Consumo en las viviendas sin cambio en la instalación - pág. 50

Tabla 25. Comparación del consumo en las viviendas con y sin cambio en la instalación - pág. 51

Tabla 26. Reducción del consumo unitario por aparato, en litros - pág. 58

Tabla 27. Porcentajes de disminución del consumo de los equipos monitorizados más eficientes - pág. 58

Tabla 28. Porcentajes de ahorro por aparato y de consumo total en la vivienda - pág. 59

Tabla 29. Coste por metro cúbico ahorrado - pág. 59

Tabla A1. Distribución del número de viviendas por municipios y por distritos de Madrid - pág. 70

Tabla A2. Resultados de la encuesta telefónica - pág. 73

Tabla A3. Comentarios durante la encuesta - pág. 77

**10**

Bibliografía

## Bibliografía

Agenda 21 Madrid, Plan Municipal de Gestión de la demanda en la Ciudad de Madrid. Área de Gobierno de Medio Ambiente y Servicios a la Ciudad, 2005.

Ayuntamiento de Madrid, Ordenanza de Gestión y Uso Eficiente del Agua en la Ciudad de Madrid, 2006.

Campaña Catalunya Estalvia Aigua, Ecologistes en Acció Catalunya, 2003. (<http://ecologistesenaccio-cat.pangea.org/temes/aigua/projecte/projecte.htm>).

Canal de Isabel II - Francisco Cubillo, Teresa Moreno y Silvia Ortega, Microcomponentes y factores explicativos del consumo doméstico de agua en la Comunidad de Madrid (en imprenta a junio 2008).

Decretos 97/2005 del 29 de septiembre, 46/2006 del 18 de mayo y 107/2006 del 30 de noviembre.

Distintiu de Qualitat Ambiental, Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya número 4150 del 9 de junio, 2004.

Fundación Ecología y Desarrollo (2001, 2005, 2007), Guía práctica Uso Eficiente del agua en el hogar.

INE (2001), Censo de Población y Viviendas.

The Mega-Cities Project, The New York City Toilet Rebate Program, 2001. ([www.megacitiesproject.org/publications\\_pdf\\_mcp019b.pdf](http://www.megacitiesproject.org/publications_pdf_mcp019b.pdf))

Toronto Water Plan. [www.toronto.ca/watereff/flush/index.htm](http://www.toronto.ca/watereff/flush/index.htm)

Vickers A., Handbook of Water Use and Conservation, Santa Monica's "Bay Saver" Toilet-rebate program, WaterPlowPress, 2001, pág. 45.

Canal de  Isabel II

[www.cyii.es](http://www.cyii.es)

Canal de Isabel II  
Santa Engracia, 125. 28003 Madrid