

# ESTRATEGIA DE AHORRO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ESPAÑA 2004-2012 SECTOR SERVICIOS PÚBLICOS

5 de Noviembre 2003



SECRETARÍA DE ESTADO DE ENERGÍA,  
DESARROLLO INDUSTRIAL Y DE LA  
PEQUEÑA Y MEDIANA EMPRESA

# **ÍNDICE**

- 0.- INTRODUCCIÓN.
  
- 1.- CARACTERIZACIÓN DEL SECTOR.
  - 1.1.- Situación actual.
  - 1.2.- Distribución del consumo de energía.
  - 1.3.- Factores de influencia en el consumo de energía del sector.
  - 1.4.- Intensidad Energética en Alumbrado Público.
  - 1.5.- Intensidad Energética en potabilización, abastecimiento y depuración de aguas residuales.
  
- 2.- OBJETIVOS DE LA ESTRATEGIA.
  - 2.1.- Escenarios Base y de Eficiencia Energética.
  - 2.2.- Evolución del consumo energético en el Escenario Base
    - 2.2.1- Evolución histórica del consumo energético en el sector (1990-2000).
    - 2.2.2- Previsión de la evolución del consumo energético en el Escenario Base (2000-2012).
  - 2.3.- Objetivos de la estrategia en el sector de servicios públicos.
  
- 3.- OBSTÁCULOS PARA CONSEGUIR LOS OBJETIVOS.
  - 3.1.- Normativos.
  - 3.2.- Económicos.
  - 3.3.- De Comunicación.
  
- 4.- MEDIDAS E INSTRUMENTOS.
  - 4.1.- Medidas.
  - 4.2.- Instrumentos.
  - 4.3.- Responsabilidades en la aplicación de las medida e instrumentos.

5.- CUANTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS.

6.- EXPERIENCIAS RELEVANTES.

7.- CONCLUSIONES.

**ANEXOS:**

ANEXO I.- Fuentes Consultadas.

## **SECTOR SERVICIOS PÚBLICOS**

### **0.- Introducción.**

El Consumo Energético del Sector Servicios Públicos ascendió a 591 ktep, en el año 2000, lo que representa un 0,7 % del consumo energético del país. A efectos de este documento, sólo se consideran como consumos de Servicios Públicos los del alumbrado público y los de las instalaciones relacionadas con la potabilización, abastecimiento y depuración de aguas residuales.

**El subsector del alumbrado público** lo constituyen la iluminación de carreteras, viales, calles y alumbrado ornamental. Su consumo energético, en el año 2000, fue 261 ktep. El 95% del consumo energético de este subsector corresponde a instalaciones de alumbrado exterior, propiedad de los Ayuntamientos.

**El subsector de las instalaciones de potabilización, abastecimiento y depuración de aguas residuales**, por su parte, tuvo un consumo energético, durante el año 2000, de 330 ktep. Como en el caso anterior, la inmensa mayoría de estas instalaciones son de titularidad pública.

La inexistencia de una normativa que establezca un nivel de eficiencia energética mínima a cumplir por estas instalaciones; el desconocimiento de las posibilidades de ahorro, así como la elevada inversión económica necesaria, en un sector como la Administración Local, son los mayores obstáculos de cara a alcanzar una mayor eficiencia energética. Teniendo esto en cuenta, las medidas propuestas se concentran en la aprobación de una normativa energética de aplicación al parque de instalaciones de alumbrado exterior, existente y nuevo; y algunas actuaciones concretas en el sector relacionado con el agua.

## **1.- Caracterización del Sector.**

### **1.1.-Situación actual**

El subsector del alumbrado público comprende la iluminación de carreteras, viales, calles y alumbrado ornamental. Su consumo energético ascendió a 261 ktep, en el año 2000. El 95% del consumo energético de este subsector corresponde a instalaciones de alumbrado exterior, propiedad de los Ayuntamientos.

Según el estudio "Alumbrado Público en España 2001", elaborado por el Comité Español de Iluminación (CEI), el número de luminarias utilizadas en el alumbrado público en España ascendía, en el año 2000, a 4,2 millones de unidades. El 74 % de estas luminarias tiene un rendimiento superior al 60% y el 26% restante tiene un rendimiento inferior al 60%.

Por tipos de lámparas, las más utilizadas son las de sodio de alta presión (un 71%), seguidas por las de vapor de mercurio (un 23 %) y de otros tipos (un 6%). La potencia más utilizada en las lámparas de sodio de alta presión es de 150 W y en las de vapor de mercurio de 125 W y 250 W.

Por sistemas de control, el encendido y apagado por célula fotoeléctrica es el sistema más extendido, controlando el 52 % de la potencia instalada en alumbrado público. El encendido y apagado por reloj astronómico está presente en el 43 % de los casos y el control centralizado en el 5 % restante. Los sistemas de ahorro energético por regulación del flujo luminoso sólo regulan el 27% de la potencia instalada, mientras que el 73 % no disponen de este sistema.

Por lo que se refiere a la antigüedad media de las instalaciones de alumbrado público, es de 14 años, sobrepasando los 25 años el 18% de las mismas. Teniendo en cuenta que la vida media de este tipo de instalaciones es de 15 años, se debería proceder, en breve, a su renovación, lo que posibilitaría la introducción de tecnologías más eficientes energéticamente.

A su vez, dentro del consumo de energía eléctrica en alumbrado público se puede distinguir entre el alumbrado público, propiamente dicho, que representaba en el año 2000 el 96% del consumo total del sector (250 ktep/año) y el alumbrado de semáforos que, aunque tan solo representaba el 4% del consumo en alumbrado público total (11 ktep/año), tiene un importante potencial de ahorro energético.

Por otra parte, se estima que en nuestro país existen unos 100.000 conjuntos de semáforos, los cuales utilizan mayoritariamente lámparas incandescentes de 70 W con óptica coloreada. Su potencial de ahorro es del 89%, alcanzable mediante su sustitución por tecnología LED.

En cuanto al subsector de las instalaciones de potabilización, abastecimiento y depuración de aguas residuales, cabe destacar que, en el año 2000, tuvo un consumo energético de 330 ktep. La mayoría de estas instalaciones son explotadas por empresas de servicios privadas o mixtas, contratadas por los Ayuntamientos o las Comunidades Autónomas, que son los propietarios de las mismas.

Basado en datos de la "Encuesta sobre suministro y tratamiento de agua" para el periodo 1996-1999, elaborada por el INE, donde se aportan volúmenes de agua; así como en los resultados de diversas auditorías y bibliografía, el cuadro refleja la estimación del equipamiento y consumo energético para el total del subsector.

| CONSUMO DE ENERGÍA FINAL POR USOS (ktep) |        |           |                |        |       |
|--|--------|-----------|----------------|--------|-------|
| Año                                      | Bombeo | Aireación | Deshidratación | Varios | TOTAL |
| 2000                                     | 54%    | 43%       | 2%             | 1%     | 100%  |
|  | 177    | 143       | 7              | 2      | 330   |

Fuente: Elaboración propia IDAE.

En este cuadro se puede observar que el bombeo es la tecnología de mayor consumo, con un 54%; seguida de la aireación de balsas biológicas en depuradoras, con un 43%.

Los equipos destinados a la manipulación de fluidos (agua, aire o lodos) absorben la mayor parte del consumo energético. Son las bombas, compresores, turbinas y centrifugadoras, todos ellos equipos consumidores de electricidad. Están dimensionados para cubrir las necesidades máximas, situación que solo se presenta durante un cierto número de horas al año. El resto del tiempo únicamente se requiere una parte de la capacidad instalada. Este ajuste de la capacidad o potencia instalada a la demanda real, en muchos casos, se realiza disminuyendo el número de escalones en servicio, o con válvulas de regulación, por lo que el rendimiento energético medio de estos sistemas se sitúa como máximo en un 80%.

La utilización de tecnologías de regulación electrónica permitiría ajustar de modo más preciso la capacidad de los equipos a la demanda real, obteniendo rendimientos energéticos medios de hasta un 95%, de ahí la importancia de su utilización en el sector del tratamiento de agua.

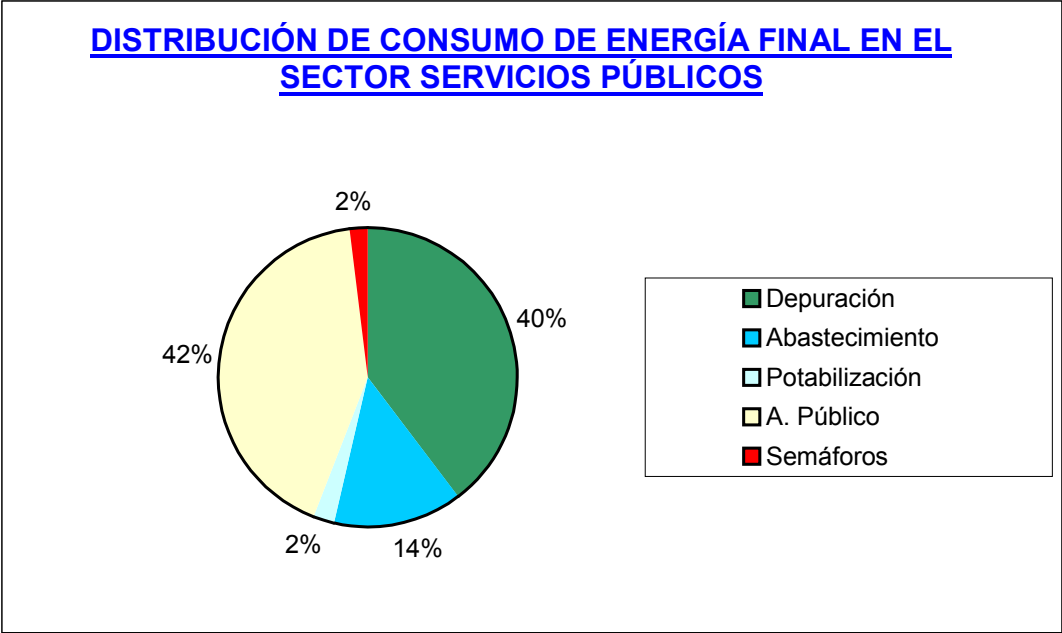
Estos sistemas de regulación electrónica también pueden ser utilizados en la regulación de los equipos de aporte de aire de las balsas de tratamiento biológico de las depuradoras. Actualmente este aporte de aire se realiza mediante turbinas o compresores-difusores de aire, cuyo consumo energético puede ser reducido mediante variadores de velocidad controlados a través de respirómetros, DQO o COT en línea, lo que supondrían ahorros energéticos de hasta el 25%.

## **1.2.-Distribución del consumo de energía.**

El consumo de energía en el sector de Servicios Públicos, se representa en el gráfico siguiente. Como se ha advertido anteriormente, a efectos de este documento, sólo se ha considerado el consumo en alumbrado público y de las instalaciones relacionadas con la potabilización, abastecimiento y depuración de aguas residuales.

Como se puede observar, el mayor consumidor de energía es el alumbrado público (el 42%), seguido de la depuración de aguas residuales (el 40%). Con un peso

menor se encuentra el consumo de energía en abastecimiento de agua (el 14 %) y. por último, la potabilización y semáforos ( el 2%, respectivamente).



FUENTE: IDAE.

**1.3.-Factores de influencia en el consumo de energía del sector**

El consumo de energía causado por el funcionamiento de las instalaciones de alumbrado público está condicionado por un gran número de factores que afectan a la demanda energética, como, por ejemplo, los niveles de iluminación necesarios, o el régimen de funcionamiento.

La eficiencia con que esta demanda de energía es satisfecha depende, a su vez, de otra serie de factores, entre los que cabe citar el rendimiento de las fuentes luminosas, la eficiencia de las luminarias, las pérdidas de los equipos auxiliares eléctricos y de los dispositivos de regulación y control que permiten regular el alumbrado público.



El consumo de energía en potabilización, abastecimiento y depuración de aguas residuales depende principalmente del volumen de agua tratada, abastecida y depurada y, por tanto, de la población a la que da servicio.

#### **1.4.-Intensidad energética en Alumbrado Público**

Como indicador, de la intensidad energética en alumbrado público, se utiliza el consumo de energía eléctrica, expresado en kWh, por habitante y año (kWh/habitante y año).

Los datos empleados corresponden al Censo de Población del INE y a los publicados por el Ministerio de Economía en la "Estadística de la Industria de la Energía Eléctrica - 2000", que han sido corregidos de acuerdo con el estudio "Alumbrado Público en España", elaborado por el Comité Español de Iluminación (CEI),

Esta corrección se realiza con el fin de considerar en el cómputo los consumos eléctricos, destinados al alumbrado público, contabilizados en otras tarifas diferentes de la tarifa oficial B.O. para alumbrado público. Esta tarifa B.O., que es la específica para alumbrado público, no es utilizada más que por el 44 % de los abonados, ya que no siempre resulta más económica que las tarifas 2.0 nocturna y 4.0, que son las que mayoritariamente se contratan por los Ayuntamientos.

Como se puede observar en la tabla siguiente, el aumento del consumo eléctrico en alumbrado público por habitante y año ha sido, en el periodo analizado, del 14 %, lo que supone un incremento del 2,8 % anual, pasando de 64 kWh/habitante y año a 73 kWh/habitante y año, en el año 2000.

| AÑO  | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 |
|--|------|------|------|------|------|------|
| Consumo Energía Eléctrica en Alumbrado Público (kWh/habitante y año) | 64   | 67   | 68   | 69   | 71   | 73   |

Fuente: INE/MINECO

### **1.5.-Intensidad energética en potabilización, abastecimiento y depuración de aguas residuales**

Se utiliza como indicador de la intensidad energética el consumo de energía eléctrica, expresado en kWh por habitante y año (kWh/habitante y año).

Los datos utilizados corresponden a la "Encuesta sobre suministro y tratamiento de agua" del periodo 1996-1999; elaborada por el INE; al "Censo de Población y Vivienda 1991" del INE; y a la estimación de consumos energéticos ( que expresa la intensidad energética en kWh por m<sup>3</sup> de agua tratada) recogida den los "Cuadernos de Gestión Energética Municipal", publicados por el IDAE.

| <b>Intensidad energética (kWh/m<sup>3</sup>)</b> |             |
|--|-------------|
| Depuración                                       | 0.36        |
| Abastecimiento (bombeo)                          | 0.26        |
| Potabilización                                   | 0.03        |
| <b>Total</b>                                     | <b>0.65</b> |

Fuente: Cuaderno de Gestión Energética Municipal de IDAE.

Como se puede observar en la tabla siguiente, el aumento del consumo eléctrico en agua (abastecimiento, potabilización y depuración), por habitante y año, ha sido, en

el periodo analizado, del 35%, lo que supone un incremento del 8,8% anual; pasando de 71 kWh/habitante y año a 96 kWh/habitante y año, en el año 2000.

| <b>AÑO</b>   | <b>1995</b> | <b>1996</b> | <b>1997</b> | <b>1998</b> | <b>1999</b> | <b>2000</b> |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Consumo Energía Eléctrica en Potabilización, Abastecimiento y Depuración (kWh/hab y año) | -           | 71          | 78          | 85          | 91          | 96          |

Fuente: INE / Elaboración IDAE.

## **2.- Objetivos de la Estrategia.**

### **2.1.- Escenarios Base y de Eficiencia Energética**

Se han considerado dos escenarios energéticos en el sector de servicios públicos: el Escenario Base y el de Eficiencia Energética.

El Escenario Base del sector de servicios públicos es la situación de partida para la elaboración de la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética. En este punto se refleja la evolución más probable de este sector, hasta el año 2012, de seguir la tendencia actual.

El Escenario de Eficiencia Energética del sector de servicios públicos, recoge la evolución esperada de los consumos de energía derivada de la aplicación de las medidas propuestas en esta Estrategia, a partir del año 2004, en el que se prevé el inicio de la aplicación de las medidas a este sector.

Para la elaboración de ambos escenarios se ha tenido en cuenta las previsiones de evolución de la población, de los precios energéticos y de las previsiones de crecimiento económico, como variables que condicionan el consumo de energía.

En particular el Escenario Base del sector de servicios públicos, se enmarca dentro del Escenario Base de la Estrategia, que se corresponde, a su vez, con las previsiones que han servido de marco al documento de "Planificación de los Sectores de Electricidad y Gas", que recoge la evolución prevista de los consumos de energía durante el periodo 2002-2011, el cual se ha ampliado, en esta Estrategia al año 2012.

## **2.2.-Evolución del consumo energético en el Escenario Base**

### **2.2.1-Evolución histórica del consumo energético en el sector (1990-2000)**

A continuación, se analiza la evolución del consumo de energía eléctrica para alumbrado público, realizada a partir de los datos publicados por el Ministerio de Economía en la "Estadística de la Industria de la Energía Eléctrica - 2000". Posteriormente, estos datos han sido corregidos con los resultados del estudio del Comité Español de Iluminación (CEI), "Alumbrado Público en España", como se ha explicado anteriormente.

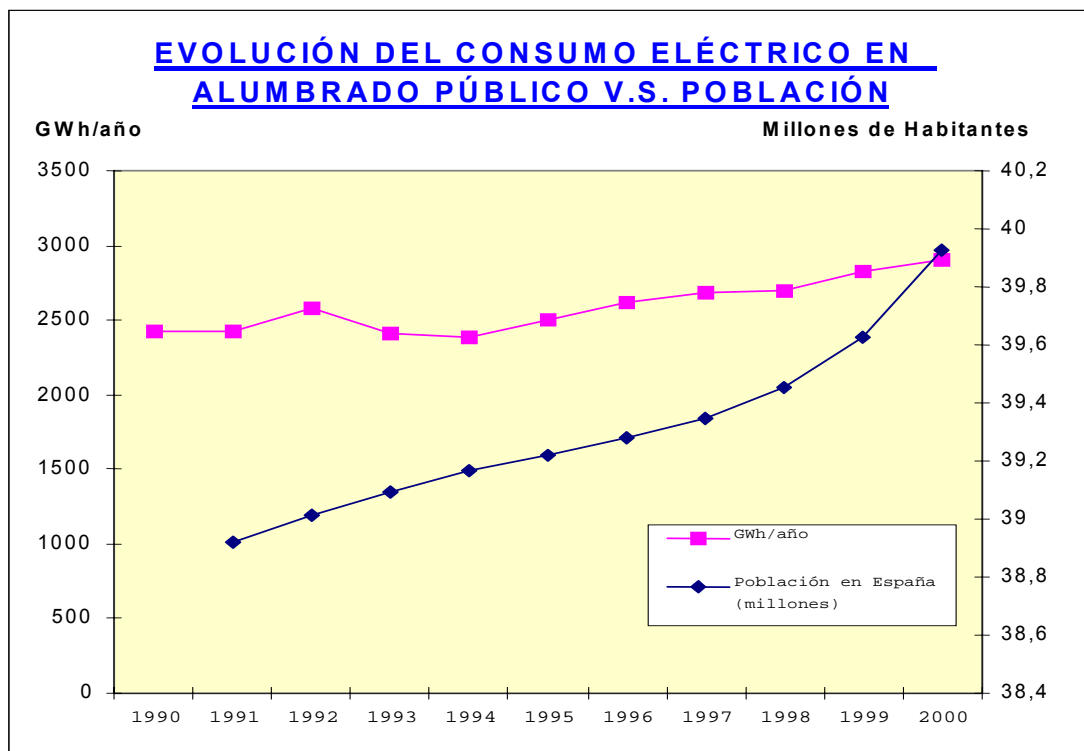
El consumo de energía en alumbrado público, en 1990, es de 2.418 GWh/año, correspondiente a 64.794 abonados y 3,5 millones de puntos de luz. El último año para el que se dispone de información es el 2000. En este año, el número de abonados a la tarifa específica B.O. para Alumbrado Público, es de 70.486 y el consumo eléctrico corregido para alumbrado público asciende a 2.907 GWh/año, lo que representa el 1,5 % del consumo eléctrico nacional, dando servicio a 4,2 millones de puntos de luz. A este consumo habría que añadir 127 GWh/año, correspondientes al consumo de energía eléctrica en semáforos.

### ***Evolución del consumo de energía eléctrica en Alumbrado Público (1190-2000)***

| <b>Año</b> | <b>GWh/año</b> | <b>Nº abonados</b> | <b>Nº de Puntos de Luz (estimados)</b> |
|------------|----------------|--------------------|--|
| 1990       | 2.418          | 64.794             | 3.598.485                              |
| 1991       | 2.423          | 68.467             | 3.606.215                              |
| 1992       | 2.575          | 72.280             | 3.832.328                              |
| 1993       | 2.405          | 66.406             | 3.579.159                              |
| 1994       | 2.387          | 68.101             | 3.552.103                              |
| 1995       | 2.506          | 69.922             | 3.729.901                              |
| 1996       | 2.621          | 68.920             | 3.899.969                              |
| 1997       | 2.687          | 70.412             | 3.998.531                              |
| 1998       | 2.703          | 70.794             | 4.021.722                              |
| 1999       | 2.819          | 70.858             | 4.195.656                              |
| 2000       | 2.907          | 70.486             | 4.226.634                              |

Fuente: MINECO

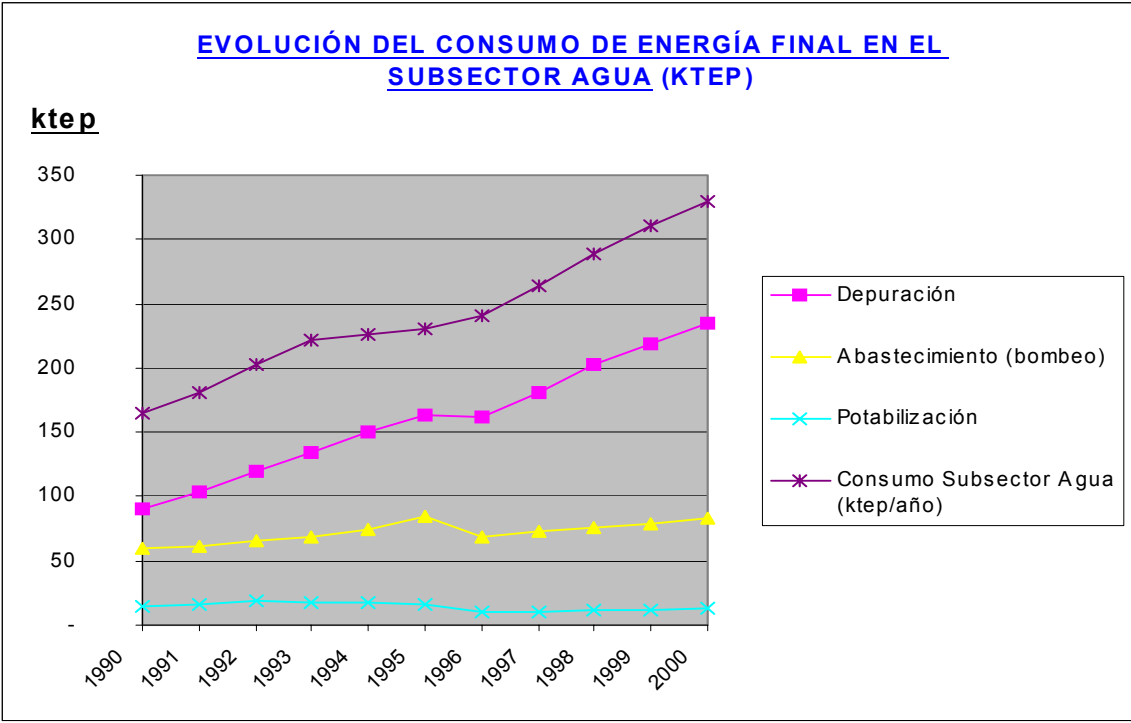
En el gráfico siguiente se representa la evolución del consumo eléctrico corregido para alumbrado público, comparándolo con la evolución de la población española. En el mismo se aprecia una tendencia creciente, a partir del año 1995, en el consumo de energía eléctrica para alumbrado público. El crecimiento medio en el consumo energético es de un 2% anual.



Fuente: INE

La evolución del consumo de energía final en el subsector, relacionado con el abastecimiento la potabilización y depuración de agua, se ha obtenido a partir de los datos de la "Encuesta sobre Suministro y Tratamiento de Agua", del periodo 1996-1999, realizada por el INE.

Así mismo, en el gráfico siguiente, se refleja la evolución de los consumos energéticos en este subsector, diferenciando entre abastecimiento, potabilización y depuración de agua. En el mismo se observa un crecimiento medio en el consumo energético del 10,6% anual.



Fuente: INE

**2.2.2.- Previsión de la evolución del consumo energético en el Escenario Base (2000-2012)**

Se ha considerado que el consumo eléctrico, en el subsector de alumbrado público; y el consumo energético, en el subsector del abastecimiento, potabilización y depuración de aguas, tienen una relación directa con la evolución de la población.

Las últimas tendencias demográficas indican que, en los últimos años, se está produciendo un significativo crecimiento de la población. En este sentido, se prevé una aceleración de las tasas hasta ahora consideradas, que puede significar que nuestro país, en el año 2012, tenga una población de alrededor de los 42.5 millones de habitantes. Este incremento supera las previsiones anteriores y se deriva, fundamentalmente, del fenómeno inmigratorio.

De acuerdo con lo anterior, las previsiones de crecimiento energético para el sector público, subsectores de alumbrado público y abastecimiento, potabilización y depuración de aguas, en el Escenario Base, se recogen en las tablas siguientes, junto con las previsiones de evolución de población.

| <b>PREVISIONES DE CRECIMIENTO ENERGÉTICO EN ALUMBRADO PÚBLICO</b> |                             |                                      |
|---|-----------------------------|--------------------------------------|
| <b>AÑO</b>  | <b>POBLACIÓN (Millones)</b> | <b>CONSUMO ENERGÉTICO (ktep/año)</b> |
| 2000  | 39.9                        | 261                                  |
| 2006  | 41.5                        | 271                                  |
| 2012  | 42.5                        | 278                                  |

Para el subsector relacionado con el agua, se prevé un crecimiento del 5% anual, considerando la población española que todavía no dispone de cualquiera de los servicios de potabilización, abastecimiento y, sobre todo, depuración.

| <b>PREVISIONES DE CRECIMIENTO ENERGÉTICO EN EL SUBSECTOR DE POTABILIZACIÓN, ABASTECIMIENTO Y DEPURACIÓN DE AGUAS.</b> |                             |                                      |
|---|-----------------------------|--------------------------------------|
| <b>AÑO</b>  | <b>POBLACIÓN (Millones)</b> | <b>CONSUMO ENERGÉTICO (ktep/año)</b> |
| 2000  | 39.9                        | 330                                  |
| 2006  | 41.5                        | 421                                  |
| 2012  | 42.5                        | 530                                  |

### **2.2.3.-Objetivos de la estrategia en el sector de servicios públicos**

La evolución previsible del consumo energético del sector público nos llevaría, de acuerdo con el Escenario Base, a un consumo de 808 ktep, en el año 2012.

La aplicación de las medidas propuestas en esta Estrategia permitirían conseguir, en el año 2012, un ahorro energético del 19%, sobre el Escenario Base; es decir, un potencial teórico de ahorro energético estimado en 154 ktep. El objetivo es ambicioso, pero asumible, tanto técnica como económicamente.

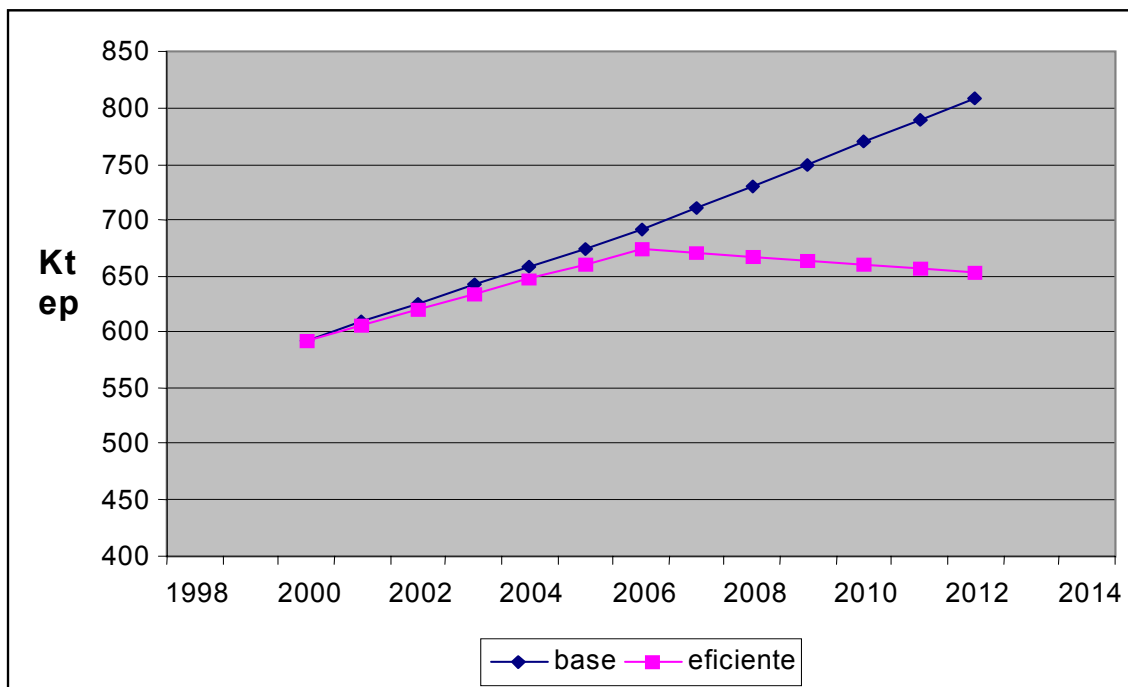
El ahorro acumulado en el periodo es de 581 ktep. Por otra parte las emisiones de CO<sub>2</sub> evitadas para el periodo 2004-2012 alcanzarían los 3,4 Mt.



**Consumos y Ahorros Energéticos de los Escenarios Base y Eficiente del sector de servicios públicos.**

|  | 2000 | 2006   | 2012    |
|--|------|--------|---------|
| <b>Escenario Base</b> (ktep)                           | 591  | 692    | 808     |
| <b>Escenario eficiente</b> (ktep)                      | 591  | 674    | 654     |
| <b>Ahorro anual</b> (ktep)                             | -    | 18     | 154     |
| %  | (0%) | (2,6%) | (19,0%) |
| <b>Ahorro acumulado (2004-2012)</b> ktep               | —    | —      | 581     |
| <b>CO<sub>2</sub> evitado acumulado (2004-2012)</b> Mt | —    | —      | 3,4     |

**Consumo Energético del Sector Servicios Públicos en los escenarios Base y Eficiente**



### **3.- Obstáculos para Conseguir los Objetivos.**

Las actuaciones de eficiencia energética en el sector de servicios públicos, necesarias para alcanzar los objetivos previstos en esta Estrategia de ahorro energético, deberán superar una serie de obstáculos, las cuales se han agrupado en tres apartados: normativos, económicos y de comunicación.

#### **3.1.- Normativos**

En la actualidad no existe ninguna normativa que establezca el nivel de eficiencia energética mínimo que deben cumplir las instalaciones de alumbrado público, tanto en lo que se refiere a las nuevas, como a las existentes que se vayan a reformar. Esto es verdaderamente significativo para el Alumbrado Público Municipal, teniendo en cuenta que este sector consume el 95 % del total.

Para superar este obstáculo, el IDAE ha desarrollado una propuesta de modelo de Ordenanza municipal para el alumbrado exterior, con criterios de eficiencia energética, la cual todavía no ha sido adoptada por un número significativo de Ayuntamientos.

#### **3.2.- Económicos**

La implantación de medidas de ahorro energético en este sector, que no permite en muchos casos retornar totalmente las inversiones en función de los ahorros económicos, hace que la barrera económica sea muy importante a la hora de abordar mejoras en las instalaciones existentes.

### **3.3.- De Comunicación**

Existe en general un desconocimiento de las posibilidades, tanto de ahorro energético como económico de estas tecnologías, por parte de las personas que tienen capacidad de decisión en los Ayuntamientos para acometer medidas de este tipo, por lo que no figuran entre sus prioridades más inmediatas. Además el ciudadano no puede apreciar visualmente las medidas implantadas, como sucede con otro tipo de inversiones.

Por tanto, para superar esta dificultad convendría realizar una campaña de sensibilización que vaya ligada a estas medidas y, en particular, a las personas que tienen la capacidad de decisión, mediante información específica dirigida a los responsables políticos municipales; por ejemplo, a través de la Federación Española de Municipios y Provincias (FEMP), Agencias Locales de la Energía y otras instituciones similares.

## **4.- Medidas e Instrumentos.**

### **4.1.- Medidas**

A continuación se resumen las medidas técnicas más importantes de aplicación en este sector, agrupadas para los dos subsectores estudiados, tanto para el parque existente que se reforme como para el nuevo que se instale, en el periodo 2004-2012.

Los criterios considerados para la selección de las mismas han sido el potencial de ahorro alcanzable por cada medida, su potencial de replicabilidad, así como la disponibilidad de soluciones comerciales en el mercado.

El desarrollo técnico de las medidas está contenido en los diferentes trabajos que el IDAE ha elaborado y publicado durante los últimos años, en especial en el sector de Alumbrado Público, en colaboración con el Comité Español de Iluminación, los cuales se relacionan en el Anexo "Fuentes Consultadas".

En base a estos criterios las medidas para los dos subsectores analizados son las siguientes:

### **1. Subsector de Alumbrado Público**

- Sustitución de lámparas de vapor de sodio y equipo auxiliar con una eficacia de 100 lum/W que sustituirán a lámparas de vapor de mercurio y equipo auxiliar, con una eficacia de 50 lum/W.
- Sustitución de luminarias por otras con mayor rendimiento y lámpara de menor potencia.
- Instalación de sistemas de regulación del nivel luminoso, que permiten reducir los niveles de iluminación en las vías cuando se reduce la actividad en las mismas.
  
- Instalación de reloj astronómico programable en cada cuadro de alumbrado, con el fin de ajustar mejor el encendido/apagado y reducir las horas de encendido.
- Sustitución de semáforos que utilicen tecnología convencional por otros que utilicen tecnología LED.

### **2. Subsector de Abastecimiento, Potabilización y Depuración de Aguas Residuales**

- Regulación de motores en abastecimiento, potabilización y depuración de aguas residuales, así como control y regulación del nivel de oxígeno en aireación de depuradoras.

La contribución energética de la cogeneración en depuradoras mediante el aprovechamiento de biogás se ha incluido en el sector transformador.

## **4.2.-Instrumentos**

Los instrumentos que han sido considerados para superar los obstáculos y conseguir la implantación de las medidas técnicas se han organizado entorno a los dos subsectores y son los siguientes:

### **1. Subsector de Alumbrado Público**

- **Normativa**

Como se ha indicado anteriormente, en la actualidad no existe ninguna normativa que establezca el nivel de eficiencia energética mínimo que deben cumplir las instalaciones de alumbrado público, tanto las nuevas como las existentes que se reformen.

Por esta razón se propone el desarrollo de una normativa estatal, con la finalidad de disminuir también la contaminación lumínica, mediante la utilización de tecnologías eficientes energéticamente en el alumbrado exterior. Esta normativa tendría un desarrollo posterior a través de otras normativas de nivel autonómico y local, en función de las competencias respectivas.

Esta normativa debería regular no sólo el nivel mínimo de eficiencia energética, sino que también tendrá que considerar los aspectos medioambientales relacionados con el consumo de energía en alumbrado público, como son la

reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>, y la reducción del resplandor luminoso nocturno originado por las instalaciones de alumbrado exterior. El fin es mantener al máximo posible las condiciones lumínicas naturales en las horas nocturnas, como medida para paliar los impactos negativos que la intensidad lumínica produce en los distintos ecosistemas, y prevenir y corregir sus efectos en la visión del cielo.

Se debe tener en cuenta que la finalidad del alumbrado exterior es contribuir a crear un ambiente visual nocturno agradable para la vida ciudadana. De esta forma el alumbrado exterior debe reducir el riesgo de accidentes y mejorar la fluidez de la circulación, creando condiciones confortables para la conducción de vehículos y una visibilidad aceptable para el peatón, tanto por su seguridad como por la de los edificios y bienes del entorno ; y ello, sin desligarse del aspecto urbanístico, social e histórico de las ciudades.

La elaboración de esta normativa podría utilizar como punto de partida la "Propuesta de Ordenanza Municipal de Alumbrado Exterior para la Protección del Medio Ambiente mediante la mejora de la Eficiencia Energética" y la "Guía Técnica de Eficiencia Energética en Iluminación: Alumbrado Público" elaboradas y publicadas por el IDAE.

Se considera, asimismo, el posible desarrollo y aprobación, por parte de las Comunidades Autónomas de una normativa específica, como la aprobada por algunas de ellas y que se recoge en el apartado de "Experiencias Relevantes"; y, también , por cada Ayuntamiento, el desarrollo y aprobación de una "Ordenanza Municipal de Alumbrado Exterior para la Protección del Medio Ambiente mediante la mejora de la Eficiencia Energética", coordinada con la normativa autonómica y estatal, dentro del ámbito de sus competencias en materia de alumbrado público, como es la Ley Reguladora de Bases del Régimen Local.

Esto obligaría a que las administraciones públicas incluyeran en los pliegos de cláusulas administrativas de obras, de servicios y de suministros, así como en los proyectos de alumbrado exterior, los requisitos que ha de cumplir necesariamente el alumbrado exterior para ajustarse a los criterios de eficiencia energética que se establezcan.

La normativa deberá considerar tanto las instalaciones nuevas, como la adaptación de las existentes a los nuevos requisitos de eficiencia energética que se establezcan, de forma que antes del año 2012, el parque existente se hubiera adaptado a las nuevas exigencias normativas.

Este plazo de adaptación deberá ser menor en el caso de los Ayuntamientos capitales de provincia o de más de 50.000 habitantes, debido al mayor peso en el consumo energético de este sector, mayores posibilidades económicas y técnicas y carácter ejemplarizante de las mismas.

- **Apoyo Económico**

La adaptación de las instalaciones existentes a la nueva normativa de eficiencia energética que se desarrolle requiere importantes inversiones por parte de la Administración Local, propietaria de la mayoría de las instalaciones de alumbrado público.

Debido a lo anterior, se debería diseñar una línea de apoyo económico con el fin de mejorar la eficiencia energética en Alumbrado Público y Semáforos, adaptándola a la problemática específica de Ayuntamientos. Su objetivo es promover la adaptación de los alumbrados exteriores existentes a las prescripciones de la nueva normativa, considerando que una parte de la inversión podrá ser recuperada en función de los ahorros energéticos y económicos conseguidos durante el periodo de vida de la instalación.

- **Información**

Se debería realizar una campaña de sensibilización que vaya ligada a estas medidas y en particular a las personas que tienen la capacidad de decisión, mediante información específica a los responsables políticos municipales, a través, por ejemplo, de la Federación Española de Municipios y Provincias (FEMP) y de las Agencias Locales de la Energía.

## **2. Subsector de Potabilización, Abastecimiento y Depuración de Aguas Residuales**

- **Apoyo Económico**

La implantación de las medidas propuestas en las instalaciones existentes requiere inversiones para su adaptación. Debido a lo anterior, se debería diseñar una línea de apoyo económico con el fin de mejorar la eficiencia energética en este subsector específico, considerando que una parte de la inversión podrá ser recuperada en función de los ahorros energéticos y económicos conseguidos durante el periodo de vida de la instalación.

- **Información**

Se debería realizar una campaña de información sobre las tecnologías más eficientes de aplicación en este subsector, mediante un acuerdo voluntario con los agentes del mismo y las personas que tienen capacidad de decisión, de manera que posibilite un mejor conocimiento del comportamiento energético en estas instalaciones, a partir de la realización de auditorías energéticas.



### **4.3.-Responsabilidades en la Aplicación de las Medidas e Instrumentos**

Dada la titularidad municipal, en la mayoría de los casos, de las instalaciones de alumbrado público, potabilización, abastecimiento y depuración de aguas residuales, el papel de la Administración Local es determinante. Habrá, pues, que definir el papel de las diferentes Administraciones Públicas en la aplicación de la Estrategia.

## **5.- Cuantificación de los Instrumentos.**

En este capítulo se realizará una cuantificación económica y energética de las medidas técnicas a aplicar, tanto al parque nuevo como al parque existente, así como de los instrumentos necesarios para la superación de los obstáculos, durante el periodo 2004-2012.

Las medidas seleccionadas y cuantificadas para el parque existente y nuevo, tanto del subsector de alumbrado público como del subsector relacionado con el agua son las siguientes:

- Sustitución de lámparas de vapor de sodio y equipo auxiliar con una eficacia de 100 lum/W que sustituirán a lámparas de vapor de mercurio y equipo auxiliar con una eficacia de 50 lum/W.
- Sustitución de luminarias por otras con mayor rendimiento y lámpara de menor potencia.
- Instalación de sistemas de regulación del nivel luminoso, que permiten reducir los niveles de iluminación en las vías cuando se reduce la actividad en las mismas.

- Instalación de reloj astronómico programable en cada cuadro de alumbrado, con el fin de ajustar mejor el encendido/apagado y reducir las horas de encendido.
- Sustitución de semáforos que utilicen tecnología convencional por otros que utilicen tecnología LED.
- Regulación de motores en abastecimiento, potabilización y depuración de aguas residuales.
- Control y regulación del nivel de oxígeno en aireación de depuradoras.

La cuantificación del parque afectado realizada en puntos de luz (p.l.), o en potencia eléctrica en motores expresada en MW, se ha efectuado a partir de los estudios que figuran en el Anexo de "Fuentes Consultadas". La Inversión estimada para el parque existente corresponde a la sustitución de la instalación existente por otra de alta eficiencia energética. En el caso del parque nuevo se valora el sobrecoste que habría que asumir, respecto a una instalación habitual, con el fin de utilizar una tecnología más eficiente energéticamente.

En el cuadro siguiente se relacionan estas medidas para el parque existente, cuya aplicación permitiría alcanzar un ahorro energético de 120 ktep/año, siendo necesaria una inversión para su materialización de 704 MEuros.

***Cuantificación Económica y Energética del Parque Existente afectado en el Sector Público***

| <b>Medida Técnica</b>  | <b>Parque Afectado</b> | <b>Ahorro Energético (ktep/año)</b> | <b>Inversión (M €)</b> |
|--|------------------------|-------------------------------------|------------------------|
| Sustitución de lámparas de V.M. por V.S.AP.                          | 840.000 p.l.           | 17.82                               | 40.39                  |
| Sustitución de luminarias  | 1.092.000 p.l.         | 25.67                               | 273.02                 |
| Instalación de sistemas de regulación del nivel luminoso             | 2.436.000 p.l.         | 32.12                               | 146.41                 |
| Instalación de reloj astronómico                                     | 2.184.000 p.l.         | 3.76                                | 9.19                   |
| Sustitución de tecnología convencional por LED en semáforos          | 102.000 p.l.           | 9.57                                | 71.40                  |
| Regulación electrónica de motores en abastecimiento y potabilización | 276 MW                 | 7.1                                 | 27.40                  |
| Regulación electrónica de motores en depuración                      | 238 MW                 | 6.2                                 | 23.66                  |
| Control de nivel de oxígeno en aireación en depuración               | 208 MW                 | 17.9                                | 112.48                 |
| <b>TOTAL Sector Servicios Públicos</b>                               |                        | <b>120.14</b>                       | <b>704</b>             |

En el cuadro siguiente se relacionan estas medidas para el parque nuevo, cuya aplicación permitiría alcanzar un ahorro energético de 33,7 ktep/año, siendo necesarios unos sobrecostes, sobre la inversión habitual, para su materialización de 167,35 MEuros.

***Cuantificación Económica y Energética del Parque Nuevo en el Sector Público***

| <b>Medida Técnica</b>  | <b>Parque Afectado</b> | <b>Ahorro Energético (ktep/año)</b> | <b>Sobrecoste Inversión (M €)</b> |
|--|------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|
| Instalación de lámparas de V.S.AP.                                   | 179.000 p.l.           | 6.9                                 | 26.58                             |
| Instalación de luminarias  |                        |                                     |                                   |
| Instalación de sistemas de regulación del nivel luminoso             |                        |                                     |                                   |
| Instalación de reloj astronómico                                     |                        |                                     |                                   |
| Instalación de LED en semáforos                                      | 4.176 p.l.             | 0.4                                 | 2.05                              |
| Regulación electrónica de motores en abastecimiento y potabilización | 234 MW                 | 6.0                                 | 23.24                             |
| Regulación electrónica de motores en depuración                      | 202 MW                 | 5.2                                 | 20.07                             |
| Control de nivel de oxígeno en aireación en depuración               | 176 MW                 | 15.2                                | 95.41                             |
| <b>TOTAL</b>   |                        | <b>33.7</b>                         | <b>167.35</b>                     |

En resumen, la inversión total, que resulta de la necesaria para el parque nuevo y para el parque existente, en los subsectores de alumbrado público y potabilización, abastecimiento y depuración de aguas residuales, por aplicación de las medidas técnicas anteriores asciende a 871 M€uros, para el periodo 2004-2012.

Implantar estas medidas técnicas obligará a superar los obstáculos normativos, económicos y de comunicación antes expuestos, en particular los económicos, dadas las características de un sector como el municipal, lo que obliga a diseñar una línea de apoyo público adaptada a su problemática específica. Su cuantificación económica se ha estimado en 61 M€uros.

***Cuantificación Económica de la Inversión asociada y del Coste de Superación de Obstáculos (2004-2012)***

|  | <b>2000</b> | <b>2006</b> | <b>2012</b> | <b>TOTAL<br/>2004-2012</b> |
|--|-------------|-------------|-------------|----------------------------|
| <b>Inversión asociada<br/>(Millones €)</b>       | 0           | 69          | 140         | 871                        |
| <b>Coste superación Barrera<br/>(Millones €)</b> | 0           | 5           | 10          | 61                         |

El ahorro previsto en el sector, en el año 2012, es de 154 ktep, y el ahorro total acumulado, a lo largo del periodo 2004-2012, se acerca a los 600 ktep.

***Cuantificación de los Ahorros Energéticos Previstos (2004-2012)***

|  | <b>2000</b> | <b>2006</b> | <b>2012</b> | <b>TOTAL<br/>2004-2012</b> |
|--|-------------|-------------|-------------|----------------------------|
| <b>Ahorros Energéticos<br/>acumulados<br/>(ktep)</b> | 0           | 18          | 154         | 581                        |

Además, el ahorro de energía final alcanzado, como ocurre en otros sectores, tiene un efecto añadido sobre el ahorro de energía primaria, porque el menor consumo de energía final se traduce en menores necesidades de transformación, transporte y

distribución de energía, especialmente importantes en el caso de la generación de electricidad.

Por otro lado, el ahorro de energía derivado de la aplicación de la Estrategia lleva asociada la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> y de otros compuestos contaminantes. Así mismo, cabe resaltar que los cambios en los equipos consumidores que se derivan de la aplicación de estas medidas, tendrán efectos positivos que se dejarán notar más allá del periodo de aplicación de esta Estrategia.

## **6.- Experiencias Relevantes.**

Este capítulo, donde se presentan experiencias relevantes relacionadas con las medidas e instrumentos propuestos, tiene como objetivo demostrar la viabilidad de las mismas. Así, la práctica totalidad de las medidas, tanto técnicas como de normativa, propuestas han sido ya realizadas en distintos puntos de nuestro país, pero con un alcance limitado y no general como esta Estrategia pretende.

Así, en el año 1999 fue aprobada una Proposición no de Ley en el Congreso de los Diputados, en donde se instaba al Gobierno a llevar a cabo una serie de actuaciones, a través del IDAE, como eran la elaboración de Guías Técnicas, el diseño de un programa de información y difusión a los Ayuntamientos o un programa económico de apoyo. Acciones que fueron ejecutadas durante el año 2000 por el IDAE.

En el ámbito autonómico, Cataluña aprobó la Ley 6/2001 de ordenación ambiental del alumbrado exterior para la protección del medio nocturno. También en la CCAA de Canarias existe una regulación relacionada con los observatorios astronómicos y el alumbrado exterior. Un iniciativa similar a la de la CCAA de Cataluña se encuentra en estudio en la CCAA de Navarra.

Estas Leyes tienen como primer objetivo la reducción del resplandor luminoso nocturno provocado por las instalaciones de alumbrado exterior, mediante la utilización de tecnologías eficientes energéticamente, lo que redundará en un ahorro energético.

A nivel municipal el IDAE elaboró y difundió un modelo de Ordenanzas Municipales sobre Alumbrado Exterior. Recientemente se ha realizado una encuesta por parte de la FEMP y el IDAE para conocer el grado de implantación de este tipo de normativa y cuyos resultados son:

El número de ayuntamientos de más de 20.000 habitantes que tenían una ordenanza de alumbrado exterior aprobada es, en 2003, de siete; es decir, un 2,2 %. Otros cinco ayuntamientos, un 1,5 %, la tienen en tramitación y 20 Ayuntamientos, un 6,2%, la tienen en estudio. En resumen, un 9,9 % de los Ayuntamientos españoles de más de 20.000 habitantes tienen ordenanzas aprobadas, en tramitación o en estudio. Un 14,2 % de los Ayuntamientos, 46 en total, la considerarán en un futuro. Todo ello representa que casi una cuarta parte, un 24,1 %, de los Ayuntamientos españoles de más de 20.000 habitantes, están interesados en la vía de las ordenanzas de alumbrado exterior.

Esta situación se resume en la tabla siguiente:

***Situación de las Ordenanzas de Alumbrado Exterior, en Ayuntamientos de más de 20.000 Habitantes. (Marzo 2003)***

|                                  | <b>&gt; 500.000 h.</b> | <b>De 100.001 a 500.000 h.</b> | <b>De 50.001 a 100.000 h.</b> | <b>De 30.001 a 50.000 h.</b> | <b>De 20.001 a 30.000 h.</b> | <b>TOTAL</b> |
|----------------------------------|------------------------|--------------------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------|
| <b>Aprobada</b>                  | 1                      | 2                              | 2                             | 1                            | 1                            | 7            |
| <b>En Tramitación</b>            | 0                      | 2                              | 0                             | 1                            | 2                            | 5            |
| <b>En Estudio</b>                | 0                      | 5                              | 7                             | 3                            | 5                            | 20           |
| <b>Desestimada</b>               | 1                      | 1                              | 0                             | 0                            | 0                            | 2            |
| <b>A considerar en un Futuro</b> | 1                      | 5                              | 8                             | 12                           | 20                           | 46           |
| <b>No Contesta</b>               | 3                      | 34                             | 48                            | 59                           | 99                           | 243          |

Fuente: IDAE-FEMP

Por último la regulación de motores en abastecimiento, potabilización y depuración de agua ya ha sido contemplada en los Planes de Gestión de la Demanda del antiguo MINER.

## **7.- Conclusiones.**

El consumo energético del Sector Servicios Públicos, que comprende a efectos de este documento el Alumbrado Público y las instalaciones relacionadas con la potabilización, abastecimiento y depuración de aguas residuales, ascendió, en el año 2000, a 591 ktep, lo que representa un 0,7 % del consumo energético del país.

El consumo del subsector del alumbrado público supuso 261 ktep y el de las instalaciones del subsector de agua 330 ktep, siendo la inmensa mayoría de estas instalaciones de titularidad pública.

Es un sector con un alto potencial de ahorro energético, estimado en 581 ktep, es decir un 19%. Para realizarlo sería necesario la implantación de una serie de medidas técnicas, tanto en el parque existente como en el nuevo, que ya están disponibles en el mercado. La inversión necesaria es de 871 Millones de Euros.

Para la implantación de estas medidas técnicas se necesitaría vencer una serie de obstáculos: normativos, económicos y de comunicación. Para ello se propone el desarrollo de una normativa específica, en las tres administraciones y de acuerdo con sus competencias, que fije un nivel de eficiencia energética a cumplir en las nuevas instalaciones y un plan de reforma de las existentes, con unas exigencias mayores que las actuales. Esto debería ir acompañado de una campaña de concienciación dirigida a las personas que toman decisiones en este ámbito. Por último se hace necesario diseñar un programa de apoyo económico, adaptado a las necesidades concretas de este sector.

---

---

# **A N E X O S**

---

---



## **ANEXO I.- Fuentes Consultadas.**

- Guía Técnica de Eficiencia Energética en Alumbrado Exterior. IDAE. 2001.
- Modelo de Ordenanza Municipal de Alumbrado Exterior para la Protección del Medio Ambiente mediante la mejora de la eficiencia energética. IDAE. 2002.
- Censo de Población y Vivienda 1991. INE.
- Estadística de la Industria de la Energía Eléctrica. Mº de Economía.(periodo 1990-2000).
- Alumbrado Público en España. CEI.(2001)
- Encuesta sobre suministro y tratamiento de agua. INE (Periodo 1996-1999).
- Auditorías Energéticas en EDAR´s de Madrid. IDAE (1999).
- Libro Blanco del Agua en España. Mº de Medio Ambiente (2001).
- Cuadernos de Gestión Energética Municipal. IDAE (1989).
- Cuadernos de Eficiencia Energética en Iluminación . IDAE (2001).
- Ley 6/2001 de la CC.AA de Cataluña, de Ordenación Ambiental del Alumbrado Exterior para la Protección del Medio Ambiente.
- Estimación del consumo de energía en edificios de los sectores doméstico, terciario y servicios municipales. Instituto Cerdá. 2003.
- Encuesta sobre la situación de las ordenanzas solar y de alumbrado exterior en España. IDAE-FEMP. 2003.