

## **ENERGY SERVICES AND MAINTENANCE INTEGRAL MUNICIPAL MANAGEMENT. ACTION IN EXTREMADURA**

López Rodríguez, Fernando <sup>1</sup>; García Sanz Calcedo, Justo <sup>1</sup>; Reyes Rodríguez, Antonio Manuel <sup>1</sup>; López Salazar, Juan Pablo <sup>2</sup>; García Conde, Antonio Jesús <sup>3</sup>; Ruiz Celma, Antonio <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad de Extremadura, <sup>2</sup> Area de Desarrollo Local Diputación de Badajoz, <sup>3</sup> Diputación de Badajoz

The purpose of this study is to establish the status and degree of development reached in a consistent performance in the award of a contest Energy Services for 4 municipalities in the province of Badajoz grouped. This is the first contract awarded in Spain of Energy Services for several municipalities grouped integrally.

This requires a technical specifications which included the renovation of the street lighting with energy efficiency criteria was drafted, the improvement of low voltage installations of public buildings, where they acted on the terminal units, distribution system and production equipment cold and heat, DHW system, lifts, etc.

Competition results threw some investment of nearly € 500,000 in four municipalities in lighting (exterior and interior), implementation of renewable energies and monitoring and remote management systems. The average cost savings initially achieved for each of the township was 22.68%.

**Keywords:** Energy services; Integral management; energy saving

## **SERVICIOS ENERGÉTICOS Y MANTENIMIENTO PARA GESTIÓN INTEGRAL MUNICIPAL. ACTUACIÓN EN EXTREMADURA**

El objeto de este estudio es establecer la situación y el grado de desarrollo alcanzado en una actuación consistente en la adjudicación de un concurso de Servicios Energéticos de forma agrupada a 4 municipios de la provincia de Badajoz. Se trata del primer contrato de servicios energéticos adjudicado en España de forma integral y agrupando varios municipios.

Para ello se redactó un pliego de condiciones técnicas que comprendía la renovación del alumbrado público con criterios de eficiencia energética, la mejora de las instalaciones de baja tensión de edificios públicos, en donde se actuaba sobre las unidades terminales, sistema de distribución y equipos de producción de frío y calor, sistema de producción de ACS, ascensores, etc.

Los resultados del concurso arrojaron unas inversiones cercanas a los 500.000 € en los cuatro municipios en alumbrado (exterior e interior), implementación de energías renovables y sistemas de monitorización y telegestión. El ahorro económico medio conseguido inicialmente para cada municipio era del 22,68%.

**Palabras clave:** Servicios energéticos; gestión integral; ahorro energético

## 1. Introducción

Los municipios españoles consumen mucha energía, fundamentalmente en alumbrado público, así como en los edificios e instalaciones que constituyen su patrimonio inmobiliario.

Gran parte de este consumo se produce directamente en el alumbrado público, que supone casi un 2,3 % del consumo mundial (Lobao et al., 2015). No obstante, en países desarrollados y zonas donde existe gran densidad de población estos valores se disparan y pueden llegar a oscilar entre 40-50% (Ozadowicz & Grela, 2014), (Fiaschi et al., 2012).

Por otra parte, la Directiva de Eficiencia Energética en Edificios (2010), revela que los edificios son responsables del 40 % del consumo de energía en la Unión Europea, lo que indica que las dependencias y equipamientos municipales cuentan también con un importante potencial de ahorro energético.

Por todo ello las actuaciones que deberán llevarse a cabo serán las relativas a la gestión de contratos eléctricos, medidas de ahorro y eficiencia energética en edificios, medidas de ahorro y eficiencia en alumbrado público y red semafórica, medidas en transporte y movilidad (planes de movilidad, vehículos eléctricos, puntos de recarga ...), redes inteligentes, así como generación e integración de Energías Renovables en Edificios (solar fotovoltaica, solar térmica, biomasa...).

El modelo de negocio de servicios energéticos supone una herramienta muy eficaz para resolver las dificultades de inversión y financiación de la Administración, permitiendo al mismo tiempo actualizar y mejorar tecnológicamente los equipamientos e instalaciones municipales. Bajo este modelo, el sector público dispone de la posibilidad de contratación de empresas de servicios energéticos (Directiva 2006/32/CE de 5 de abril sobre la eficiencia del uso final de la energía y los servicios energéticos)(Registro de empresas, 2016), en lo que se refiere a inversiones, mantenimiento y gestión energética de sus edificios, instalaciones de alumbrado público y equipamiento.

Con ello se pretende:

- Reducción de los consumos energéticos y de los costes asociados a través de medidas de ahorro y eficiencia energética.
- Adecuación y mejora de las condiciones de contratación de suministros energéticos (ahorro económico).
- Ejecución de obras de mejora y renovación de las instalaciones consumidoras de energía y la envolvente de los edificios
- Aseguramiento del mantenimiento y garantía total.
- Acelerar la adhesión de municipios de Extremadura al Pacto de Alcaldes (2008), colaborando en la redacción del Plan de acción.

Todos estos factores pueden desempeñar un papel importante para fomentar la seguridad del abastecimiento energético, el desarrollo tecnológico y la innovación, y ofrecer oportunidades de empleo y desarrollo regional, especialmente en zonas rurales y aisladas.

Con el presente trabajo se pretende estudiar las actuaciones desarrolladas con unos resultados aplicables a un grupo de municipios, en este caso 4 en la provincia de Badajoz, para la adjudicación de un concurso de servicios energéticos. Se trata del primer contrato de servicios energéticos adjudicado en España de forma integral y agrupando varios municipios.

## 2. Caso de estudio en la Comunidad Autónoma de Extremadura

Para el desarrollo de estas actuaciones en los cuatro municipios de la provincia de Badajoz, se ha colaborado con la Diputación de Badajoz. La Diputación ha puesto a disposición para realizar los trabajos que se han efectuado, a un grupo de técnicos que se han encargado de realizar las auditorías de los municipios en unos casos, y en otros, ha efectuado una contratación con empresas de 68 auditorías energéticas en otros tantos municipios.

En total, en la fecha de redacción del presente estudio, se habían realizado estudios energéticos en 101 municipios de la provincia de Badajoz.

Tras la supervisión y corrección de las auditorías realizadas tanto por los técnicos de Diputación como de las llevadas a cabo por empresas contratadas a través de las licitaciones encargadas por la Diputación, se hizo una presentación general de las auditorías a los Alcaldes y Concejales de los servicios de alumbrado público, con el fin de mostrarles los resultados de sus municipios.

En la provincia de Cáceres, todos los estudios realizados se llevaron a cabo con personal de la Agencia Extremeña de la Energía (AGENEX).

La Diputación de Cáceres en este caso no realizó acciones para contratar auditorías energéticas en los municipios, pero sí puso a disposición de los ayuntamientos ayudas para implementar medidas de ahorro y eficiencia energética.

En total, a la fecha de redacción del presente estudio, se han llevado a cabo auditorías o estudios energéticos en 20 municipios de la provincia de Cáceres.

En la tabla 1 se aprecia las auditorías energéticas ejecutadas en la provincia de Cáceres y Badajoz:

**Tabla 1: Municipios auditados**

Provincia	Ejecución	Nº de municipios
Badajoz	Empresas externas	68
	Diputación de Badajoz- AGENEX	33
Cáceres	Diputación de Cáceres- AGENEX	20

Los estudios o auditorías energéticas se obligó a que fueran realizadas de acuerdo con la Directiva 2012/27 UE de 25 de octubre de 2012 sobre eficiencia energética, y los porcentajes de ahorros y consumos se obtuvieron conforme la metodología expuesta en la mencionada directiva.

Las conclusiones que se pueden extraer tras la correspondiente presentación de las auditorías energéticas fueron que:

- Existe una parte importante de los ahorros relativa a la optimización de facturas energéticas. (Solo representa ahorro económico, pero en algunos municipios son importantes).

- Por otro lado la sustitución de luminarias de alumbrado público también representa un gran ahorro energético y económico.

- La introducción de energías renovables (solar térmica y biomasa) en algunos de los edificios puede ser necesaria dependiendo del uso y del consumo.

- Se detecta potencialidad en la posibilidad de implementación de sistemas fotovoltaicos bajo la modalidad de balance neto en muchos de los edificios, dados los consumos eléctricos de los mismos. Esta alternativa no ha sido contemplada debido a la inexistencia a la fecha de realización del estudio de normativa que lo regule.

### **Posibles Ahorros:**

Los estudios arrojan una posibilidad de ahorros en alumbrados públicos de un 40% implementando medidas de cambios de luminarias, baterías de condensadores y regulación de la intensidad mediante balastos electrónicos (también se incluye en esos ahorros las modificaciones posibles debidas a la optimización de tarifas).

Los ahorros medios que se podrían conseguir en los edificios rondaría el 25% implementando medidas de sustitución del alumbrado, uso de temporizadores, así como instalación de energías renovables como biomasa y solar térmica.

De modo genérico se sugirió realizar actuaciones en los siguientes campos:

- Modificación y agrupación de contratos eléctricos.
- Actuaciones de ahorro y eficiencia en alumbrado público.
- Actuaciones de ahorro y eficiencia en edificios e instalaciones municipales.
- Utilización de sistemas de energías renovables: energía solar térmica, energía solar fotovoltaica, instalación de calderas de biomasa, etc.
- Implementación de sistemas de bicicletas y vehículos eléctricos.
- Dotación de mobiliario urbano con energías renovables.
- Planificación energética eficiente de las nuevas zonas en desarrollo urbanístico.

### **Resumen de inversiones y ahorros medios:**

#### Municipios pequeños.

De los datos obtenidos de los municipios auditados, con una media de 1.400 habitantes se desprende que el consumo energético medio es de unos 70.000 €/año (alumbrado público y edificios)

La media en cuanto a lo que supone el gasto de edificios y alumbrado público en cada ayuntamiento es del 56,5% en edificios y del 43,5% en alumbrado público.

Según se desprende de las auditorías, para obtener **ahorros económicos anuales del 33%** (23.000 €/año) de media en cada ayuntamiento respecto del gasto total, es necesario **invertir aproximadamente 99.000 €** por ayuntamiento, con un 49% aproximado en edificios y un 51% en alumbrado de inversión media.

#### Municipios medianos

De los municipios medianos estudiados con una media de 3.500 habitantes, se desprende que el consumo medio es de unos 160.000 €/año (alumbrado público y edificios)

La media en cuanto a lo que supone el gasto de edificios y alumbrado público en cada ayuntamiento es del 60% en edificios y del 40% en alumbrado público.

Según se deduce de los estudios, para obtener **ahorros económicos anuales del 40%** (64.000 €/año) de media en cada ayuntamiento respecto del gasto total, es necesario

**invertir aproximadamente 200.000 €** por ayuntamiento, con un 40% aproximado en edificios y un 60% en alumbrado de inversión media.

### 3. Metodología

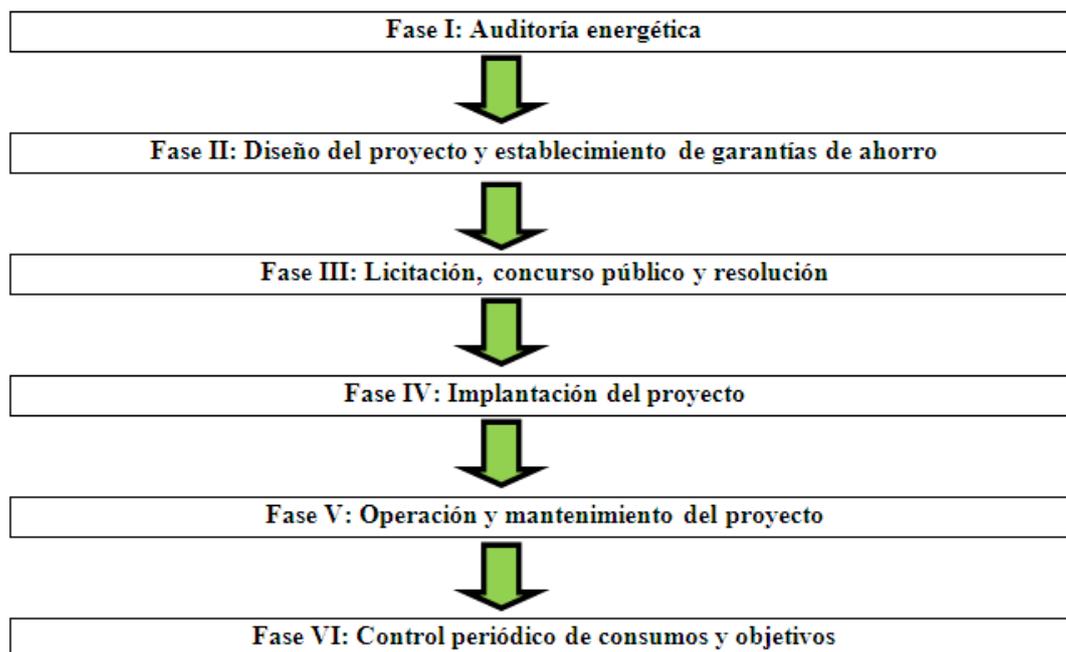
El modelo final que se utilizó fue el de gestión energética mediante Empresa de Servicios Energéticos (ESE).

Según la definición de la Directiva 2006/32/CE de 5 de abril sobre la eficiencia del uso final de la energía y los servicios energéticos y por la que se deroga la Directiva 93/76/CEE, la ESE es la persona física o jurídica que proporciona servicios energéticos o de mejora de la eficiencia energética en las instalaciones o locales de un usuario y afronta cierto grado de riesgo económico al hacerlo.

El pago de los servicios prestados se basará (en parte o totalmente) en la obtención de mejoras de la eficiencia energética y en el cumplimiento de los demás requisitos de rendimiento convenidos.

Los pasos a seguir se pueden ver representados en la figura 1.

**Figura 1: Fases a desarrollar durante el proceso**



El modelo de contrato que podría utilizarse sería el de ahorros garantizados y compartidos.

Es decir:

- La ESE realiza todas las inversiones y gestiona la energía durante un período.
- Con los ahorros conseguidos amortiza las inversiones y costea su gestión.
- Garantiza un ahorro mínimo al ayuntamiento (por lo que la factura energética del ayuntamiento será inferior a lo que venía pagando)

Por tanto y recopilando, la actuación ha consistido en la adjudicación de un concurso de Servicios Energéticos de forma agrupada a 4 municipios de la provincia de Badajoz. La

gestión energética a llevar a cabo por la ESE es de forma integral incluyendo todos los alumbrados públicos, edificios e instalaciones municipales. Además contempla el suministro energético con el mantenimiento de las distintas instalaciones.

Según las noticias de que se dispone es el único contrato de servicios energéticos adjudicado en España de forma integral y agrupando varios municipios.

La Directiva 2009/28/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de la Unión Europea de 23 de abril de 2009, se encuadra como el centro de desarrollo de estas políticas, la cual tiene como objetivo principal controlar el consumo de energía en Europa y la mayor utilización de la energía procedente de fuentes renovables, junto con el ahorro energético y una mayor eficiencia energética a fin de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

Para poder alcanzar los objetivos anteriormente enunciados se hace necesaria la formulación de una política energética a nivel nacional, pero esta misma debe traducirse y replicarse a niveles regionales y locales sin los cuales no sería posible lograr la meta marcada. Los compromisos de la UE de reducir sus emisiones sólo podrán lograrse si son compartidos por los agentes locales interesados, la ciudadanía y sus asociaciones.

Más del 80 % de los municipios de Extremadura tiene una población inferior a los 2.500 habitantes. Esto implica que los mismos adolecen de personal técnico cualificado para controlar y gestionar los consumos energéticos.

Por un lado esto justifica el planteamiento de una gestión energética integral, y por otro, el de tratar de agrupar municipios para poder tener un mínimo de consumo energético que posibilite el interés de empresas de servicios energéticos.

Los municipios objeto de este contrato se sitúan en un radio de unos 20 km, figura 2.

Almendral (1.100 habitantes)

La Albuera (1.900 habitantes)

Santa Marta (3.200 habitantes)

Valverde de Leganés (4.000 habitantes)

**Figura 2: Situación de los municipios objeto del contrato**



El proceso de licitación fue desarrollado a través de la central de compras de la Diputación de Badajoz. La cual sacó a licitación pública el concurso de forma agrupada. Finalmente el contrato se firmó de forma individual por cada uno de los municipios con la empresa adjudicataria.

En la valoración de las ofertas además de los detalles económicos se valoraron aspectos como:

- Ahorros garantizados durante el período.
- Importe de las inversiones (incluido la adecuación de instalaciones a la normativa)
- Calidad del producto ofertado (tecnologías empleadas)
- Sistemas de monitorización y telegestión.
- Uso de energías renovables (presentación de proyecto de ahorro global que abarque todas las posibilidades del municipio y complemente la mayoría de tecnologías posibles)

En la preparación de los pliegos y la resolución del concurso intervino la Agencia Extremeña de la Energía como asesor especialista en esta materia.

La oferta que resultó adjudicataria contemplaba la implementación de las siguientes medidas en los municipios:

### **Medidas previstas a implementar en Alumbrado Público (figura 3):**

Implementación de Reloj astronómico en centros de mando (50 unidades, Orbis Astro Nova City 230V o similar)

Sustitución de lámparas por halogenuros metálicos (H.M.) y vapor de sodio alta presión (VSAP) (2000 unidades en total del tipo Philips Master City White CDO-ET Plus; Philips Master SON-T APIA Plus Xtra )

Implementación de equipos electrónicos de regulación de doble nivel en todas las luminarias sustituidas (2000 unidades en total del tipo ETI Crono Etimer NRC HMT o similar)

Implementación de baterías de condensadores (7,5 kVA, 10 kVA, 12,5 kVA, 50 kVA) en total 12 unidades.

**Figura.3. Implementación de medidas de ahorro en alumbrado**

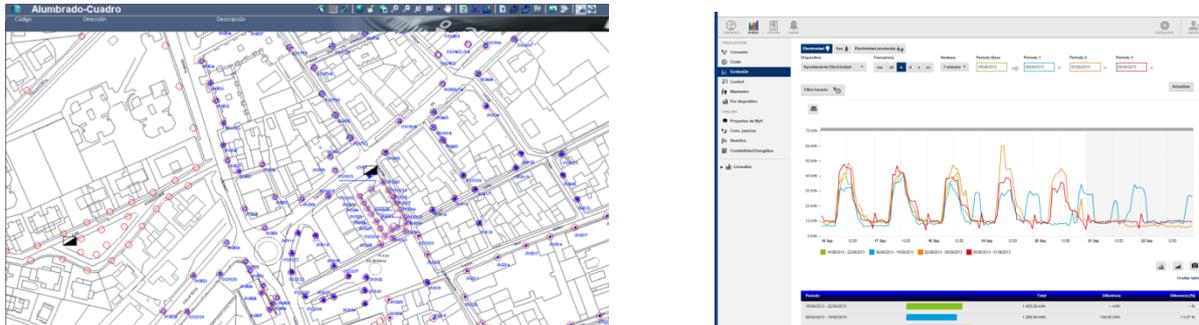


Implementación de Sistema de Telegestión y Telecontrol en todos los cuadros de alumbrado público. (Sistema de gestión para cada municipio donde puede verse el consumo de cada cuadro, averías, incidencias, y programa de mantenimiento) figura 4.

El objetivo de las medidas de implementación de reloj astronómico, equipos electrónicos de encendido, y sistemas de telegestión son de ahorro energético claro, mientras que el de la

medida de sustitución de lámparas es el de la utilización de una lámparas de mayor rendimiento luminoso en lúmenes/vatio, más eficientes, mientras que la implementación de baterías de condensadores es económico ya que se trata de compensar la energía reactiva

**Figura 4: Sistemas de telegestión y control de alumbrado público**



**Medidas implementadas en Edificios e instalaciones:**

Sustitución de lámparas y equipos fluorescentes por luminarias más eficientes, de menor potencia y mejores prestaciones. (1640 unidades)

Implementación de Balastos electrónicos en lámparas fluorescentes. (580 unid.)

Pulsadores temporizados en aseos. (100 unid.)

Instalaciones solares térmicas (total 5: La Albuera, Santa Marta y Valverde de Leganés) figura 5.

**Figura 5. Implementación de Instalación Solar en Pabellón Deportivo y Piscina climatizada.**



Monitorización de las condiciones de confort en edificios (total 5)

Calderas de biomasa de 50 kW en Centro de Salud de Santa Marta, 100 kW en Colegio La Albuera, 50 kW (red de calor) en Colegio y biblioteca Almendral. Figura 6

Quemadores de biomasa 200, 70 y 30 kW (5 en total): Colegio Santa Marta (2) y en Valverde colegio (2) y Centro Salud (1). Figura 6.

En cuanto al objetivo de las medidas en el caso de las de implementación de balastos electrónicos, pulsadores temporizados, monitorización y energía solar térmica es el de disminuir el consumo energético, en la sustitución de lámparas el objetivo es de eficiencia energética, mientras que en el caso de las calderas y quemadores de biomasa es energético (energías renovables) y económico (combustible biomasa).

**Figura.6. Calderas de biomasa en colegios, quemador de biomasa y tubos de red calor con biomasa para dos edificios municipales.**



**Otras medidas adicionales implementadas:**

Certificación energética de todos los edificios públicos (RD 235/2013).

Manual de buenas prácticas para los empleados y usuarios públicos

Servicio 24 horas y sitio web para la gestión de avisos.

En este caso los objetivos son de utilización y uso.

**4. Resultados previstos**

El importe previsto de las inversiones a realizar en cada municipio es el que se muestra a continuación. Dentro de estas inversiones hay que diferenciar entre las que directamente provocan ahorro y las que son necesarias para adaptar las instalaciones a normativa.

**Tabla 2: Inversiones realizadas en cada uno de los municipios.**

Inversiones	Almendral	La Albuera	Santa Marta	Valverde de Leganés
<b>Eficiencia y EE.RR</b>	64.532,19 €	65.061,49 €	75.078,48 €	100.344,78 €
<b>Adecuación Normativa</b>	41.026,10 €	28.343,81 €	47.540,70 €	49.905,88 €
<b>Total</b>	<b>105.558,29 €</b>	<b>93.405,30 €</b>	<b>122.619,18 €</b>	<b>150.250,66 €</b>

Como puede observarse en la tabla anterior la inversión total prevista para los 4 municipios asciende a **471.833,43 €**

El porcentaje de ahorro energético garantizado por el adjudicatario para cada municipio puede observarse en la tabla 3. Este porcentaje de ahorro se obtendrá dividiendo el ahorro conseguido tras la implementación de las medidas enunciadas, evidentemente tras la realización de las inversiones previstas, entre el consumo inicial que se produce en edificios y alumbrado público y que figura en las auditorías.

**Tabla 3: Porcentaje de ahorro energético garantizado obtenido.**

	<b>Almendral</b>	<b>La Albuera</b>	<b>Santa Marta</b>	<b>Valverde de Leganés</b>
Edificios	15,17%	27,37%	22,59%	8,21%
Alumbrado Público	55,49%	31,41%	27,42%	25,82%

Los ahorros económicos conseguidos en el concurso son los que se muestran a continuación.

**Tabla.4: Ahorros económicos obtenidos en el concurso.**

<b>Ahorro (10 años)</b>	<b>Almendral</b>	<b>La Albuera</b>	<b>Santa Marta</b>	<b>Valverde de Leganés</b>
<b>Coste Real</b>	631.014,89 €	963.454,55 €	915.649,75 €	1.082.055,95 €
<b>Ahorro licitación</b>	110.785,39 €	110.402,25 €	87.845,95 €	98.690,15 €
<b>Oferta+compartición ahorros</b>	84.706,45 €	107.529,43 €	92.820,06 €	89.450,87 €
<b>TOTAL AHORRO</b>	<b>195.491,84 €</b>	<b>217.931,68 €</b>	<b>180.666,01 €</b>	<b>188.141,02 €</b>
<b>%</b>	<b>30,98%</b>	<b>22,62%</b>	<b>19,73%</b>	<b>17,39%</b>

El **coste real** es el coste de la energía total en edificios y alumbrado público durante la duración del contrato. El **ahorro licitación** es el ahorro mínimo que se impone al adjudicatario y que lo obtiene el ayuntamiento. **Oferta + compartición de ahorros**, es el que oferta el contratista tras la aplicación de las medidas de ahorro (unos son ahorros compartidos con el ayuntamiento y otros ahorros económicos como por ejemplo la aplicación de tarifas correctas).

Como puede observarse los ahorros se cuantifican a 10 años que es el período de vigencia del concurso, obteniéndose como consecuencia de la implementación de medidas y gestión, un ahorro medio del 22,68 %.

Habría que tener en cuenta que además de todo lo anterior se pueden conseguir ahorros adicionales por optimización de la tarifa eléctrica (eliminación de recargos, potencia contratada, discriminación horaria, mejores precios por contratación conjunta de cuatro municipios...) Esto ha supuesto de media un ahorro económico medio adicional del 5%.

El pliego también contempla que ahorros adicionales que puedan obtenerse por otras vías (optimización de la gestión, implementación a lo largo del contrato de otras medidas...) deben ser compartidos por la empresa adjudicataria con el ayuntamiento.

#### 4. Conclusión

Dada las características de los municipios de la Región (más del 80% municipios con menos de 2500 habitantes), y dada las necesidades de personal técnico cualificado para la gestión energética de los mismos, queda justificada **idoneidad de una gestión energética integral** a través de una **ESE**.

Los resultados del concurso arrojan una previsión de inversión cercana a los 500.000 € en los cuatro municipios en alumbrado (exterior e interior), implementación de energías renovables y sistemas de monitorización y telegestión. El ahorro económico medio previsto inicialmente para cada municipio es del 22,68%.

El ahorro energético total oscila entre el 40-60%. Como conclusión final se va a conseguir:

- Renovar aquellas instalaciones que por su tecnología, estado, ubicación o antigüedad resultaba aconsejable técnica y reglamentariamente (en la mayoría de los municipios esta acción era muy necesaria y hubiera sido complicada ejecutarla dada la situación económica de los mismos).
- Mejorar la eficiencia energética de las instalaciones de edificios y alumbrado con el consiguiente ahorro para el municipio.
- Mejorar el grado de confort del usuario final, el ciudadano, en especial mejorando los sistemas de control y regulación de las instalaciones, incorporando mejoras de naturaleza telemática.

Como ha quedado expuesto, para obtener unos resultados adecuados, desarrollando un programa integral en el municipio en cuanto a ahorro y eficiencia energética (edificios y alumbrado público) hace falta aproximadamente invertir por municipio:

- Municipios pequeños (1.000 a 1.400 habitantes) .....99.000 €  
Municipios medianos (3.000 a 3.500 habitantes) .....200.000 €  
Municipios grandes (más de 5.000, hasta 10.000 habitantes).....400.000 – 1.000.000 €
- Inversiones más pequeñas solo representarían soluciones parciales y no servirían para dar una respuesta definitiva a los ayuntamientos, por ejemplo cumplir con los planes de acción si se quiere pertenecer al Pacto de los Alcaldes.
- Se recomienda soluciones integrales que incluyan actuaciones en alumbrado público y en edificios. Si deja de actuarse sobre los edificios, no son tan rentables para las ESEs como lo sería el alumbrado público, y además solo se estaría resolviendo una parte del problema, sería una solución parcial.
- El modelo escogido es el modelo ESE. Dada la falta de medios en los ayuntamientos para realizar estas inversiones, se recomienda que con un contrato de compartición de ahorros, se contrate una ESE, que realizará la inversión inicial (sin ningún desembolso

para los ayuntamientos), los ahorros se compartirán entre ayuntamiento y ESE, que amortizaría por este procedimiento los equipos y obras a realizar durante un periodo aproximado de 8-10 años.

- El ayuntamiento obtendría un ahorro económico entre el 12 al 20 %, dependiendo de las actuaciones a realizar, durante un periodo aproximado de 8-10 años. A partir de ese periodo, todo el ahorro sería del ayuntamiento, que no ha necesitado desembolsar cantidad alguna.

## Agradecimientos

A las Diputaciones Provinciales de Badajoz y Cáceres, a la Agencia Extremeña de la Energía y Grupo de investigación de la Universidad de Extremadura DTERMA, por el apoyo prestado para la realización de la investigación fruto de la que surge el presente trabajo.

## Referencias

- España. Real Decreto 235/2013, de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios. *Boletín Oficial del Estado*, de 13 de abril de 2013, num.89, pp. 27548-27562
- Fiaschi, D., Bandinelli, R., Conti, S. (2012). A case study for energy issues of public buildings and utilities in small municipality: Investigation of possible improvements and integration with renewables. *Applied Energy*, 97, 101-114.
- Lobao, J.A., Devezas, T., Catalao, J.P. (2015). Energy efficiency of lighting installations: Software application and experimental validation. *Energy Reports*, 1, 110-115
- Ozadowicz, A., Grela, J. (2014). The street lighting integrated system case study, control scenarios, energy efficiency. IEEE Emerging Technology and Factory Automation (EFTA), Barcelona, Spain. 1-4
- Pacto de Alcaldes. UE. (2008). Principal movimiento europeo en el que participan las autoridades locales y regionales que han asumido el compromiso voluntario de mejorar la [eficiencia energética](#) y utilizar fuentes de [energía renovable](#) en sus territorios.
- Registro de empresas de Servicios Energéticos (ESE) (2016), IDAE. ESES@idae.es
- Unión Europea. Directiva 2006/32/UE de 5 de abril de 2006 sobre eficiencia del uso final de la energía y de los Servicios energéticos, por la que se deroga la Directiva 93/76 CE del Consejo. *Diario Oficial de las Comunidades Europeas*, 27 de abril de 2006, num 114, pp. 64-85.
- Unión Europea. Directiva 2009/28/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de la Unión Europea de 23 de abril de 2009 referente al fomento de uso de la energía procedente de fuentes renovables. *Diario Oficial de las Comunidades Europeas*, 5 de junio de 2009, num 140, pp. 16-62.
- Unión Europea. Directiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 19 de mayo de 2010 relativa a la eficiencia energética de los edificios. *Diario Oficial de las Comunidades Europeas*, 18 de junio de 2010, num 153, pp. 13-35.
- Unión Europea. Directiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de octubre de 2012 relativa a eficiencia energética. *Diario Oficial de las Comunidades Europeas*, 14 de noviembre de 2012, num 315, pp. 1-56.