

GUÍA

---

# gestión energética municipal del **alumbrado publico**



*SinCeO2*  
Consultoría Energética

  
Clece

  
**Castilla-La Mancha**  
ELGRECO2014  


GUÍA

---

# gestión energética municipal del alumbrado publico



*SinCeO2*  
Consultoría Energética

  
Clece

  
**Castilla-La Mancha**  
ELGRECO2014  


©GESTION ENERGÉTICA MUNICIPAL DEL ALUMBRADO PUBLICO  
Depósito Legal: M-18784-2014  
Imprime: Gráficas Elisa

## PRÓLOGO

“La necesidad de llevar a cabo actuaciones en ahorro y eficiencia energética es un hecho constatado, de relevancia social y económica, que debe impulsarse por las administraciones públicas, como medio para la reducción de la demanda de energía convencional y, consecuentemente, de las emisiones de gases contaminantes”.

Nuestra sociedad demanda la utilización cada vez más intensa de medidas que promuevan una reducción de los consumos energéticos, mediante actuaciones en ahorro y eficiencia energética que busquen la sostenibilidad energética y medioambiental.

Actualmente, para un municipio, el consumo energético del alumbrado público puede llegar a alcanzar hasta el 60 por ciento del consumo energético de las instalaciones municipales, siendo estas, las instalaciones que inciden de manera más directa en el consumo energético.

El Gobierno de Castilla-La Mancha es un gobierno comprometido con el Ahorro y Eficiencia Energética como medio para conseguir una disminución de la factura energética, tanto de las familias castellano-manchegas, como de nuestras empresas y entidades públicas, y es por ello, que se ha impulsado la elaboración de guías sobre Ahorro y Eficiencia energética en distintos campos de actuación.

Esta guía de alumbrado público exterior pretende dar a conocer e informar a todas las entidades locales de Castilla-La Mancha de las medidas existentes en eficiencia energética, respecto del alumbrado público, de cara las actuaciones que desde el municipio se puedan realizar, en aras a optimizar sus recurso energéticos y, por consiguientemente, presupuestarios.

Con la implantación de estas medidas se obtendrá una reducción de los consumos energéticos, optimizando el rendimiento de las instalaciones y obteniendo un considerable ahorro económico, lo que supone a su vez una mejora en la calidad de vida del propio municipio.”

Marta García de la Calzada.  
Consejera de Fomento del Gobierno de Castilla-La Mancha



## Índice

---

<b>1</b>	<b>Introducción</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Objetivo de la guía</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>Pasos a seguir en la optimización del alumbrado público</b>	<b>8</b>
3.1	Centro consumidor de energía	8
3.2	Pre-evaluación energética	11
3.3	Auditoría energética	11
3.4	Financiación, instalación y mantenimiento	17
3.5	Empresas de Servicios Energéticos (ESE´s)	17
3.6	Modelos de contrato con Empresas de Servicios Energéticos	19
3.7	Aplicaciones de los contratos de con ESEs en alumbrado público	26
3.8	Evaluación de las ESEs y seguimiento	32
3.9	Seguimiento de las acciones acometidas y de los ahorros obtenidos	32
<b>4</b>	<b>Casos prácticos</b>	<b>39</b>
	ANEXO	43
	Medidas para la eficiencia energética	45
	Bibliografía	63

Página en blanco

## 1. Introducción

Actualmente, el consumo eficiente de energía es una necesidad real para cualquier institución. Además, el incremento en el precio de las energías, hace que los costes de las mismas ya no sean despreciables, sino que tengan cada vez un papel más importante en la contabilidad de cualquier municipio, o entidad local. Por ello, se hace necesario un mejor aprovechamiento de los recursos energéticos.

La eficiencia energética, supone una oportunidad para muchos municipios de reducir costes, sin alterar sus obligaciones y compromisos sociales.

## 2. Objetivo de la guía

Los ayuntamientos y entidades locales, con objeto de llevar cabo la prestación de los servicios que tienen encomendados, deben llevar a cabo entre otras actuaciones, modificaciones y renovaciones en las instalaciones de titularidad municipal, debiendo para ello realizar inversiones que garanticen una disminución de los consumos energéticos y sus costes asociados teniendo que optar para ello entre diferentes soluciones tecnológicas sobre las que puede resultar difícil determinar su alcance y eficacia al no disponer en algunos casos del asesoramiento técnico adecuado.

El objetivo de esta guía se centra por tanto en ofrecer una fuente de información para que los gestores municipales dispongan de una herramienta básica, a la hora de realizar un balance de las características del alumbrado público y conseguir así una buena

gestión energética del mismo.

### 3. Pasos a seguir en la optimización del alumbrado público

Todo gestor municipal, para poder tomar decisiones sobre las actuaciones a realizar sobre el alumbrado público, debería tener presentes los siguientes pasos de actuación y los parámetros en cada uno de ellos.



#### 3.1 Centro consumidor de energía

Como centro consumidor de energía debe entenderse aquella unidad de actuación energética que cuenta con un potencial de ahorro energético, realizable a través de la ejecución de medidas de fomento del ahorro y la eficiencia energética.

La iluminación exterior es una necesidad incuestionable para el desarrollo social y económico actual. En España, el consumo energético por esta partida por habitante se sitúa en torno a los 115 kWh/año, frente a los 78 kWh/año de Francia o los 50 kWh/año de Alemania, situación que se contrapone con el hecho de que España, al ser el país de la Unión Europea con más densidad de población por área construida, debería tener un menor gasto en iluminación.

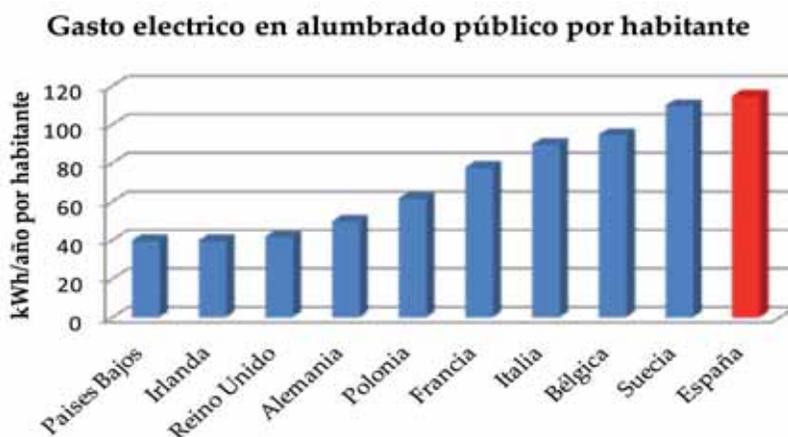


Figura 1: Gasto eléctrico por habitante unión Europea.  
Fuente: UCM

En nuestro país, el alumbrado exterior representa un consumo energético en torno a 4.700 GWh/año lo que representa aproximadamente el 2,7% del consumo eléctrico del país. El 95% de este consumo, es el correspondiente al alumbrado público propiedad de los Ayuntamientos, siendo estas instalaciones las que conllevan una mayor repercusión en el consumo energético de los mismos, pudiendo llegar a representar hasta un 60% del coste eléctrico.

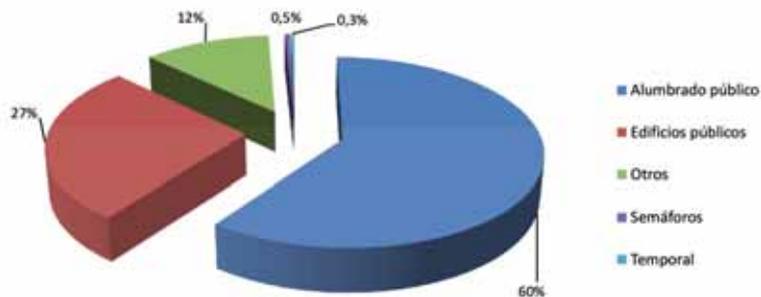


Figura 2: Ejemplo de distribución de consumos de un Ayuntamiento. Fuente: Elaboración propia

Cuando los equipos de alumbrado público están obsoletos, generan grandes gastos energéticos, de mantenimiento y reposición, que pueden llegar a representar más del 30% del gasto efectuado por la instalación.

Además, debe prestarse especial atención al hecho de que las instalaciones de alumbrado exterior cumplan con los objetivos de satisfacer las condiciones básicas de los niveles de iluminación adecuados para las calles o viales, tanto para los peatones y vehículos que transitan por ellas, así como los niveles de iluminación exigibles en espacios públicos, como plazas, parques y jardines.

Es sobre estos sistemas de alumbrado público municipal en los que se debe actuar como centros consumidores de energía para obtener el ahorro deseado y reducir significativamente el consumo energético.

### 3.2 Pre-evaluación energética

Una vez conocida la necesidad de analizar las instalaciones de alumbrado público, se debe realizar una primera pre-evaluación por el personal técnico del Ayuntamiento en el que se pueda observar las posibles deficiencias en el mismo.

Esta pre-evaluación debería ir dirigida a determinar el número de luminarias con las que cuenta el municipio, posibles defectos de las conexiones o cuadros de mando, protecciones existentes del alumbrado o defectos detectables en el mismo, conductos de distribución, posibles defectos de las luminarias, previsión de su sustitución, potencia demandada por las luminarias y su distribución, tipo de luminarias existentes, etc.

Esta pre-evaluación, la cual no necesariamente debe contar con medidas o inventarios exhaustivos, debe arrojar un potencial de ahorro que haga que los Ayuntamientos puedan acometer el siguiente paso que es la realización de una auditoría energética integral.

### 3.3 Auditoría energética

La auditoría energética se define como un estudio integral y sistemático mediante el cual se obtiene un conocimiento fiable del consumo energético de la instalación de alumbrado público, se detectan los factores que afectan a dicho consumo, y se identifican, evalúan y ordenan los potenciales de ahorro de energía en función de su rentabilidad económica.

Así, las auditorías en el alumbrado permiten:

- Analizar las posibilidades de optimización del suministro de energía.

- Conocer la situación energética real, así como el funcionamiento y eficiencia de los equipos e instalaciones.
- Inventariar equipos e instalaciones existentes.
- Realizar mediciones y registros de parámetros eléctricos.
- Proponer mejoras y realizar su evaluación técnica y económica.

Así, con la realización de la auditoría energética se persiguen los siguientes objetivos:

- Reducción del gasto energético municipal.
- Mejorar y modernizar de las instalaciones.
- Adecuación y adaptación de las instalaciones a la normativa y reglamentación vigente.
- Limitar el resplandor nocturno y la contaminación lumínica.

Los resultados obtenidos con la auditoría energética servirán de punto de partida para que los gestores energéticos de la instalación analizada dispongan de la información necesaria sobre aquellas mejoras derivadas del propio estudio y sobre las buenas prácticas de uso eficiente de la energía.

Por tanto, la auditoría energética debe abarcar todas las instalaciones de alumbrado público de titularidad municipal, la iluminación vial (sea funcional o ambiental), la iluminación

ornamental, la de vigilancia y seguridad, las de señales, festivas o navideñas, así como cualquier otro tipo de instalación de iluminación exterior fija que se considere susceptible de incluir en la auditoría.

Toda auditoría energética lleva asociada cuatro fases.



Figura 3: Fases de una auditoría

- I. **Recopilación inicial de información:** El primer paso de una auditoría energética es recabar toda la información sobre las instalaciones a auditar, para poder conocer las mismas, su sistema productivo, realizando con ello una buena preparación y organización del trabajo.
- II. **Visita a las instalaciones y campaña de mediciones:** El segundo paso es la visita de las instalaciones y la recopilación de toda la información y datos necesarios para la auditoría mediante la toma de datos, mediciones

puntuales y mediciones durante periodos representativos mediante el uso de equipos técnicos de medidas calibrados (analizador de redes eléctricas, luxómetro y cámara termográfica).

En este punto será fundamental la confección de un **buen inventario de las instalaciones** en el que figuren las interdistancias, las alturas, los anchos de vía, disposición y la tipología de las luminarias.

- III. **Análisis y evaluación del estado de las instalaciones:** En el tercer paso se realizan los análisis energéticos, lo cuales, proporcionan una fotografía de la situación energética real, en la que se pueden identificar deficiencias y áreas de oportunidad que ofrecen un potencial de ahorro tanto por mejora de su uso, como por el cambio de las instalaciones.
- IV. **Propuestas de mejoras y conclusiones:** Por último se proponen las mejoras y actuaciones más adecuadas que puedan llevarse a cabo en las instalaciones para mejorar la eficiencia energética y reducir la factura energética del municipio. Se han de valorar en mayor o menor profundidad parámetros como la inversión, el periodo de amortización o las posibles subvenciones aplicables en cada caso.

El gestor energético de la instalación de alumbrado público, en la realización de esta auditoría energética, se debe tener

en cuenta que la misma debe realizarse bajo los parámetros establecidos en la normativa vigente. La normativa en vigor se basa en el Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07.

El citado Reglamento de eficiencia energética en las instalaciones de alumbrado exterior tiene como objetivo establecer las condiciones técnicas de diseño, ejecución y mantenimiento que deben reunir las instalaciones de alumbrado exterior, con la finalidad de mejorar la eficiencia y ahorro energético, así como la disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero, y limitar el resplandor luminoso nocturno o contaminación luminosa y reducir la luz intrusa o molesta, introduciendo ciertas obligaciones relativas al mantenimiento de las mismas.

La auditoría energética por tanto debe plasmar los datos que recogen las diferentes instrucciones técnicas de este documento, así habrá que considerar:

- **ITC-EA-01.- Eficiencia energética:** Que define la eficiencia energética de una instalación de alumbrado exterior, así como los distintos tipos de instalaciones de alumbrado y el concepto de calificación energética de una instalación de alumbrado.
- **ITC-EA-02.- Niveles de iluminación:** Donde se fijan los niveles de iluminación para cada tipo de alumbrado

clasificando a estos en función de las características de las zonas que iluminan.

- **ITC-EA-03.- Resplandor luminoso nocturno y luz intrusa o molesta:** Esta instrucción se establecen las limitaciones de emisiones intrusas hacia el cielo, para ello se establecen cuatro zonas de protección en función de la densidad de población.
- **ITC-EA-04.- Componentes de las instalaciones:** En la cual se indican los métodos de medida y presentación de las características fotométricas de lámparas y luminarias.
- **ITC-EA-05.- Documentación técnica, verificaciones e inspecciones:** Se describe la documentación complementaria de las instalaciones incluidas en el ámbito de aplicación del reglamento, así como, el procedimiento de verificación e inspecciones de las instalaciones.
- **ITC-EA-06.- Mantenimiento de la eficiencia energética de las instalaciones:** Describe el procedimiento de control de mantenimiento de las instalaciones. Introduciendo el concepto de factor de mantenimiento. Este factor es la relación entre la iluminancia media en la zona iluminada después de un determinado período de funcionamiento de la instalación de alumbrado exterior (Iluminancia media en servicio – Eservicio), y la iluminancia media obtenida al inicio de su funcionamiento como instalación nueva (Iluminación media inicial – Einicial)

$$f_m = (E \text{ servicio}) / (E \text{ inicial})$$

El factor de mantenimiento será siempre menor que la unidad ( $< 1$ ), e interesará que resulte lo más elevado posible para una frecuencia de mantenimiento lo más baja que pueda llevarse a cabo.

- **ITC-EA-07.- Mediciones luminotécnicas en las instalaciones de alumbrado:** Donde establecen las medidas luminotécnicas a realizar en las inspecciones y verificaciones de las instalaciones.

### 3.4 Financiación, instalación y mantenimiento

Una vez efectuada y finalizada la auditoría energética integral de las instalaciones de alumbrado y evaluadas las diferentes propuestas de mejora energética, los Ayuntamientos deben, para implementar las medidas previstas en la auditoría y efectuar el mantenimiento de las instalaciones que se promuevan, hacer frente a la obtención de financiación para llevar a cabo las inversiones requeridas, siendo esta financiación una de las cuestiones a analizar por los Ayuntamientos, debido en muchos casos al alto coste que las inversiones suelen aparejar, y todo ello teniendo en cuenta la necesidad de contar con personal especializado para efectuar tales tareas.

En este punto del proyecto puede contarse con las Empresas de Servicios Energéticos (ESE's) que pueden resolver estos puntos conflictivos y poder llevar a cabo el proyecto.

### 3.5 Empresas de Servicios Energéticos (ESE´s)

Una de las principales dificultades que encuentran los Ayuntamientos en la realización de sus planes de ahorro energético, tal y como se ha indicado, es la financiación de los proyectos, ya que, aunque los ahorros conseguidos con las medidas en alumbrado público son importantes, requieren de inversiones iniciales que en algunas ocasiones pueden ser elevadas.

La contratación de una empresa de servicios energéticos (en adelante ESE) presenta varios beneficios para un Ayuntamiento, siendo el principal, la obtención de la mejora de sus instalaciones mediante las inversiones a efectuar, sin tener que recurrir a fondos propios, transfiriendo el riesgo de la inversión a la ESE.

El artículo 19 del Real Decreto Ley 6/2010, de 9 de abril, de medidas para el impulso de la recuperación económica y el empleo, define a la ESE como *“aquella persona física o jurídica que pueda proporcionar servicios energéticos [...], en las instalaciones o locales de un usuario y afronte cierto grado de riesgo económico al hacerlo todo ello, siempre que el pago de los servicios prestados se base, ya sea en parte o totalmente, en la obtención de ahorros de energía por introducción de mejoras de la eficiencia energética y en el cumplimiento de los demás requisitos de rendimiento convenidos.”*

A grandes rasgos, por tanto se podría decir que una ESE es una empresa que proporciona un servicio de ahorro energético



Figura 4: Cadena de valor en la Eficiencia Energética

cobrando sus servicios del ahorro real resultante, gestionando el mantenimiento de las instalaciones, midiendo y verificando los ahorros obtenidos y por último asumiendo el riesgo de la implantación de las medidas.

Así pues, la manera de actuar de la ESE se basa en tres pilares fundamentales: financiación, garantía de ahorros y realización del servicio.

Las ESE´s en España, provienen de tres sectores preexistentes:

- **Empresas de suministros energéticos**, como son las comercializadoras eléctricas y de gas natural.
- **Empresas mantenedoras.**
- **Ingenierías y empresas de suministros de equipos relacionados con la eficiencia energética.**

### 3.6 Modelos de contrato con Empresas de Servicios Energéticos

El contrato con una ESE lleva siempre asociado una reducción del consumo energético de la instalación y un ahorro de energía primaria, de manera que tal ahorro sea:

- Medible (mediante equipos técnicos de medida).
- Estimable (mediante cálculos).
- Verificable (mediante protocolos de medida y verificación).

Los contratos de servicios energéticos presentan las siguientes máximas:

- Financiación: El proyecto de la inversión podrá ser realizada por la ESE, por el cliente, por una tercera parte (entidad financiera principalmente) o mediante financiación mixta.
- Duración del contrato: depende principalmente de la inversión financiada y de la distribución de los ahorros alcanzados, y por tanto del periodo de amortización de las inversiones.
- Prestaciones: las prestaciones habituales son el suministro energético, la gestión energética, la ejecución de medidas de ahorro y eficiencia energética y el mantenimiento de las instalaciones durante la vigencia del contrato.
- Reparto de ahorros: de manera habitual se presentan diferentes maneras de actuar es el reparto de los ahorros obtenidos según el método de financiación escogido. En el

caso de que sea realizado por una ESE, estos pueden tenerse en cuenta desde el comienzo del proyecto o una vez finalizado el mismo y amortizada la inversión.

- **Garantía y ahorros compartidos:** existen diferentes posibilidades de garantía de ahorros y compromisos con el contratante de los servicios.

El gestor energético municipal del alumbrado público debe conocer que existen diferentes modalidades de contrato de servicios energéticos, siendo las siguientes las más destacadas para la contratación del alumbrado público exterior:

### **3.6.1 Contratos de suministro de Energía (Energy Supply Contracts - ESC)**

En este modelo de contrato, el objeto del mismo, es el suministro eficiente de energía útil. La empresa de servicios proporciona al cliente la energía final a un precio fijo determinado en el contrato. La ESE es la responsable de negociar ante las empresas suministradoras.

De esta forma, la ESE garantiza al cliente un ahorro inmediato relativo a su facturación actual. Por su parte, la ESE tiene la responsabilidad de mejorar el servicio energético para reducir la factura.

Así, los equipos generadores de energía final suelen pertenecer a la ESE que asume el riesgo de las variaciones del precio de la energía y de la eficiencia del sistema.

En el caso de instalaciones de alumbrado público, la ESE se puede comprometer a suministrar la electricidad necesaria para el correcto funcionamiento de la instalación, gestionando todos los contratos eléctricos y asumiendo su pago. Para ello, la ESE podrá negociar y contratar el suministro de electricidad de la instalación con compañías comercializadoras.

Las garantías en la calidad del suministro y aprovisionamiento de electricidad dadas por la ESE serán las mismas que las aportadas por los organismos y las empresas distribuidoras o comercializadoras de electricidad.

### **3.6.2 Contratos de arrendamiento (Leasing)**

En el caso de los contratos de arrendamiento, es la propia empresa de servicios energéticos la que arrienda los equipos que instala al cliente.

Existen dos tipos de arrendamientos: arrendamiento financiero (el cliente es propietario del activo) y arrendamiento operativo (la ESE es propietaria del activo).

El contrato de arrendamiento financiero se puede definir como “aquellas operaciones que cualquiera que sea su denominación consisten en el arrendamiento de bienes de equipo adquiridos para dicha finalidad por empresas con dicho objeto social según las especificaciones señaladas por el futuro usuario, a cuyo arrendamiento acompaña una opción de compra.”

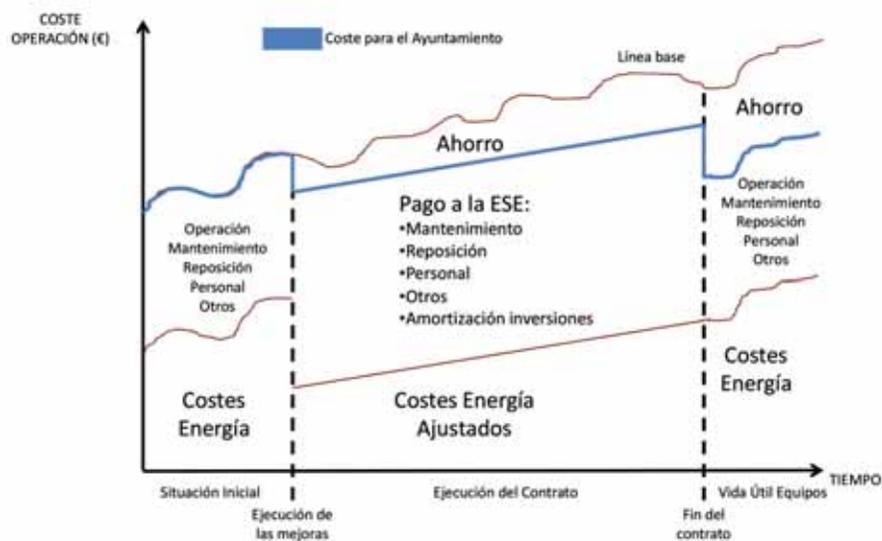
Del estudio de esta definición legal obtenemos sus características:

- La cualidad del bien de equipo o instalación industrial del objeto del contrato.
- La elección del mismo en manos del fabricante o proveedor, por el futuro usuario.
- La adquisición de su propiedad por la empresa “leasing” y su cesión en arrendamiento al usuario (arrendatario), con la inclusión de un pacto de opción de compra.

Por su parte el arrendamiento operativo se configura a efectos contables, como un acuerdo mediante el cual el arrendador conviene con el arrendatario el derecho a usar un activo durante un periodo de tiempo determinado, a cambio de percibir un importe único o una serie de pagos o cuotas, sin que se trate de un arrendamiento de carácter financiero. En puridad, la definición del arrendamiento operativo se hace por exclusión: si el arrendamiento supone que se transfieran todos los riesgos y beneficios inherentes a la propiedad del activo objeto del contrato, es financiero; en caso contrario, es operativo.

### **3.6.3 Contratos de Eficiencia Energética (Energy Performance Contract - EPC)**

En los contratos de Eficiencia Energética, la ESE ejecuta una serie de medidas para la mejora de la eficiencia energética y de ahorro de energía, asumiendo el riesgo de una garantía de ahorro y amortiza las inversiones necesarias, mediante parte o la totalidad de los ahorros económicos conseguidos.



Además, en estos contratos, el mantenimiento de las instalaciones suele ser llevado a cabo por la propia ESE.

Dentro de los contratos EPC, se pueden distinguir una serie de variables, como los contratos con “Ahorros Compartidos” o los contratos “Ahorros Garantizados”.

### Contratos de Eficiencia Energética (EPC). Ahorros Garantizados:

En esta modalidad, la inversión asociada al proyecto de eficiencia energética es asumida completamente por el cliente y la ESE garantiza el ahorro real a obtener, percibiendo una cantidad, previamente acordada, por los costes de reducción más la rentabilidad del mismo. En el caso que los ahorros reales obtenidos se encuentren por debajo de los garantizados, la ESE abonará la diferencia al cliente.

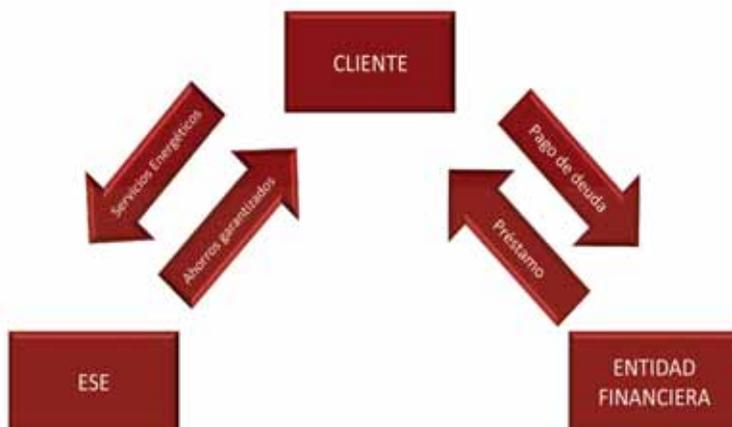


Figura 5: Esquema contratación EPC mediante ahorros garantizados

- **Contratos de Eficiencia Energética (EPC). Ahorros compartidos:** En esta modalidad, la inversión asociada al proyecto de eficiencia energética es asumida completamente por la ESE normalmente con recursos propios.

Así, el cliente obtiene beneficios de manera inmediata.

La cuota que paga el cliente se calcula en base a unos costos energéticos actuales menos un porcentaje de ahorro. Así al cliente se le garantiza un ahorro inmediato relativo a su costo energético actual.

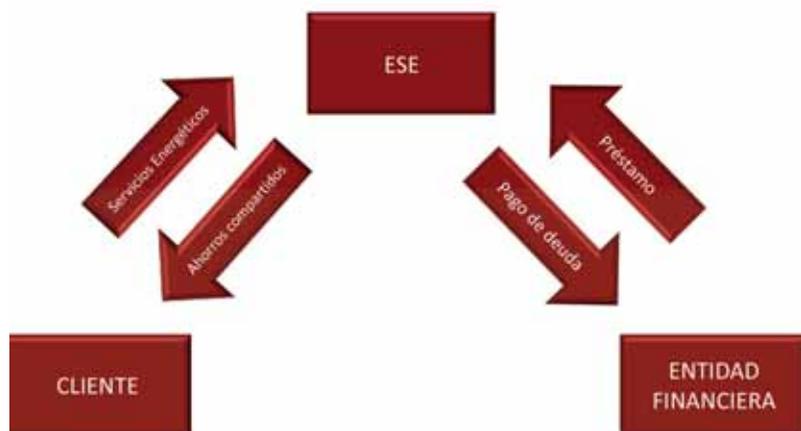


Figura 6: Esquema contratación EPC mediante ahorros compartidos

### 3.7 Aplicaciones de los contratos de con ESEs en alumbrado público

A priori, el contrato que mejor se puede adecuar a las necesidades de un Ayuntamiento son los Contratos de Eficiencia Energética (EPC) con Ahorros compartidos, aunque se pueden presentar muchas variables respecto de la explotación de las instalaciones, mantenimiento, garantías, etc.

A la hora de llevar a cabo la contratación de los servicios energéticos por un Ayuntamiento debe tenerse en cuenta primeramente lo que por contrato de servicios se entiende. Así dicho contrato es aquel que se realiza con una ESE, para la realización de una actuación global e integrada que puede comprender alguna o la totalidad de las prestaciones siguientes: suministro energético, gestión energética, mantenimiento de las instalaciones consumidoras de energía y

ejecución de medidas de ahorro y eficiencia energética. La duración del contrato suele acordarse por un periodo determinado en función del tiempo necesario para la amortización de las inversiones realizadas por la ESE.

Por servicio energético prestado por la ESE ha de entenderse como el conjunto de prestaciones incluyendo la realización de inversiones inmateriales, de obras o de suministros necesarios para optimizar la calidad y la reducción de los costes energéticos. Esta actuación podrá comprender la construcción, instalación o transformación de obras, equipos y sistemas, su mantenimiento, actualización o renovación, su explotación o su gestión derivados de la incorporación de tecnologías eficientes. El servicio energético así definido deberá prestarse basándose en un contrato que deberá llevar asociado un ahorro de energía verificable, medible o estimable.

En este sentido las prestaciones en que puede constituirse el contrato de servicios energéticos, son las siguientes:

### **Explotación de las instalaciones**

La utilización y explotación de la instalación se realizará de acuerdo con las especificaciones y requerimientos de operación y mantenimiento establecidos por el Ayuntamiento pudiendo llegar a una explotación de la gestión completa de las mismas por parte de la ESE.

### **P1 Prestación de Gestión Energética**

Se entiende por gestión energética en los contratos de alumbrado público exterior, aquella gestión necesaria efectuada por la ESE, para el funcionamiento correcto y conforme a la finalidad de las

instalaciones objeto del contrato; como es: gestión del suministro energético; control de calidad, cantidad y uso, y garantías de aprovisionamiento, garantizando la funcionalidad de las instalaciones efectuadas.

Entre las medidas propuestas para alcanzar los ahorros energéticos determinados, la ESE podrá desarrollar trabajos de gestión, mantenimiento y control energético de la instalación. Estas actuaciones no requerirán una inversión importante, pero su correcto desarrollo afectará a la consecución de los ahorros previstos.

Las actuaciones podrán ir asociadas a los equipamientos instalados por la propia ESE (operación y mantenimiento de equipos), así como ser actuaciones independientes relacionadas con la gestión energética de la instalación que supongan un ahorro añadido para el contratante.

El control de la gestión energética será en algunos casos un requisito indispensable de la ESE para la garantía de ahorros, con el objetivo de poder asegurar una buena gestión de los nuevos equipamientos e implantación de algunas medidas propuestas.

## **P2 Prestaciones de mantenimiento**

Estas prestaciones comprenderán la conservación y el mantenimiento de los centros de mando, de los tendidos de cables, de las luminarias y sus soportes, elementos de control y verificación y cualquier otro elemento perteneciente a la instalación de alumbrado público.

La ESE realizará las labores de mantenimiento preventivo necesarias para lograr el perfecto funcionamiento y limpieza de las instalaciones con todos sus componentes, así como lograr la permanencia en el tiempo del rendimiento de las instalaciones y de todos sus componentes al valor inicial.

La ESE deberá presentar un Plan de Mantenimiento Preventivo y de Inspecciones de la instalación. Este se elaborará de acuerdo a lo especificado en la normativa vigente, concretamente en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT), a las especificaciones técnicas del fabricante de los equipos y de acuerdo a las recomendaciones dadas en la Auditoría Energética previa.

### **P3 Prestaciones de Garantía Total**

La ESE se puede encargar de la conservación de las instalaciones en un correcto estado de operación y mantenimiento, realizando aquellas reparaciones o reposiciones oportunas, con la mayor brevedad y sin necesidad de requerimiento previo.

En general, las averías deberían ser reparadas en menos de veinticuatro horas, y las que afecten a centros de mando de forma inmediata, aunque pueda tener carácter provisional su puesta en servicio.



Si durante la vigencia del contrato se modificasen los elementos de las instalaciones o se adoptasen nuevos sistemas de control de las mismas, la ESE podría quedar obligada a aceptar la conservación de los mismos.

El alcance de la Garantía Total suele limitarse a las inversiones realizadas por la ESE.

#### **P4 Obras de Mejora y Renovación de las instalaciones**

Esta prestación corresponde a la sustitución de lámparas, equipos y luminarias necesarias para la obtención de mejoras de la eficiencia y del ahorro energético. La ESE se encargará de la realización y financiación de las obras de mejora o renovación de las instalaciones, asumiendo las responsabilidades que se pudieran derivar durante el proceso de renovación de la instalación.

Las obras contempladas serán ejecutadas en base a los preceptos del Reglamento de eficiencia energética en instalaciones

de alumbrado exterior aprobado por el Real Decreto 1890/2008, de 14 de Noviembre, y serán estudiadas, propuestas, ejecutadas y financiadas por la ESE, mediante los ahorros conseguidos dentro del periodo de vigencia del contrato, y no tendrán repercusión económica sobre el presupuesto del contrato.

### **P5 Inversiones en tecnología de alta eficiencia o energías renovables**

Esta prestación corresponde a las mejoras sobre las actuaciones mínimas propuestas, y está formada generalmente por las inversiones que generen un mayor ahorro energético como la tecnología LED.



## **P6 Actuaciones adicionales y cuadros de precios**

Habitualmente existe un cuadro de precios para actuaciones poco habituales que puedan surgir durante la ejecución del contrato como obra civil, pequeñas obras, etc.

### **3.8 Elección de las ESEs**

El Ayuntamiento deberá contactar con una o un conjunto de ESEs, aportando la auditoría energética, de modo que ésta sirva a las empresas como punto de partida en la determinación de los ahorros energéticos.

Una vez analizada y valorada la auditoría y sus resultados, la ESE, realizará un estudio específico de las medidas de mejora propuestas, determinando la rentabilidad de las mismas y diseñando un plan de actuación para acometer dichas mejoras.

Una vez firmado el contrato de servicios energéticos, se implantarán las medidas acordadas. La ESE podrá implantar las medidas energéticas de forma independiente o conjunta, en función de las necesidades del cliente o de las posibilidades de la ESE.

### **3.9 Seguimiento de las acciones acometidas y de los ahorros obtenidos**

Previa a la ejecución de un proyecto de Eficiencia Energética en alumbrado público, se deben establecer las pautas de medición y verificación de los ahorros, realizando un control del consumo, así como, una identificación de los ahorros conseguidos gracias al proyecto.

Esta verificación será clave a la hora de definir el buen camino del proyecto, o por el contrario, un rediseño del mismo. La cuantificación de los ahorros es un punto clave en el proyecto, por tanto, deberá quedar definida en el contrato entre la ESE y el cliente.

La cuantificación de los ahorros no es sencilla debido a que los ahorros pueden verse afectados por factores externos al proyecto, pudiendo éstos causar una desviación en la cuantificación, por ello, resulta muy importante, establecer una buena metodología para el control, medición y verificación de los ahorros, descrita durante la elaboración del contrato.

La Medida y Verificación es un proceso que consiste en comprobar de una forma fiable el ahorro real generado en una instalación dentro de un programa de gestión de la energía.

Dado que el ahorro no se puede medir de forma directa, ya que solo es energía no consumida, se tiene que determinar comparando el antes y después de la implementación de las medidas de ahorro energético, siendo necesario establecer una línea de base, que sirve de referencia.

Así, se hace evidente la necesidad de que tanto la ESE y Ayuntamiento cuenten con información detallada sobre los consumos históricos de la instalación, que permitan la elaboración de la línea base de consumos a partir de la cual establecer los ahorros generados.

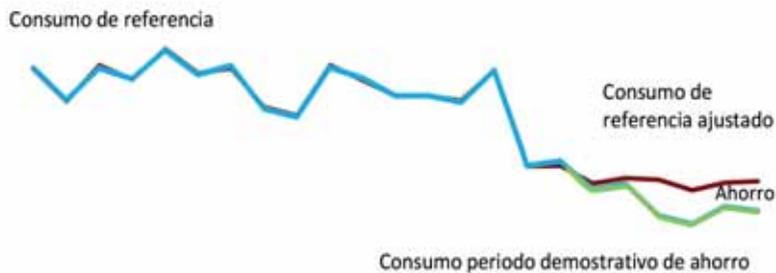


Figura 7: Ahorro energético

Además se deben documentar todas aquellas incidencias previas o previsibles que pueden afectar al consumo energético y como repercutirán sobre el sistema de cálculo de ahorro.

Esto representa uno de los puntos más complejos de elaborar, ya que un Protocolo de Medida y Verificación que no contemple una amplia gama de posibles variables puede desencadenar en vacío legales, con la problemática que esto conlleva.

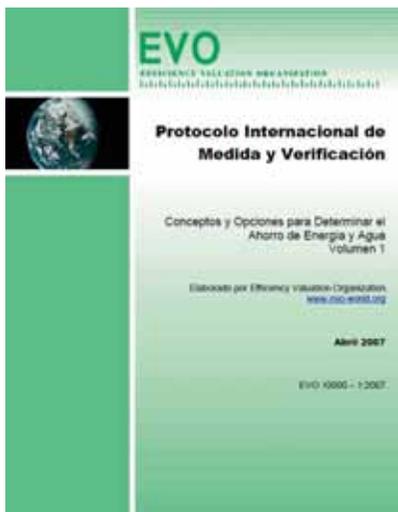
Para garantizar la objetividad, la metodología para la verificación y medición de los consumos deben diseñarse por una consultora externa e independiente y aceptada por las partes cumpliendo con unas premisas mínimas:

- **Preciso:** con la limitación del presupuesto.
- **Amplio:** considerar todos los efectos y medir sólo los necesarios.

- **Conservador:** realizar los cálculos de ahorro a la baja.
- **Coherente:** entre los informes y los tipos de energía.
- **Relevante:** centrado en medir los parámetros fundamentales de funcionamiento.
- **Transparente:** para el conocimiento general.

A nivel internacional existen numerosas metodologías de medición y verificación de ahorros. Los procedimientos más relevantes son:

- IPMVP (Protocolo Internacional de Verificación y Medida).
- ASHRAE Guideline 14.
- US DOE FEMP M&V Guide for US government buildings.
- Australian Best Practice Guide.



Una de las metodologías más utilizadas es el Protocolo Internacional de Medición y Verificación (IPMVP), desarrollado por Efficiency Valuation Organization (EVO).

El IPMVP define cuatro opciones de cálculo para la medición y verificación de los ahorros.

- **Opción A y B:** Verificación aislada de la medida de mejora de eficiencia energética (MMEE) - Medición del Parámetro Clave: consiste en la comparación de la potencia antes y después de la aplicación de la medida de ahorro energético. Esta opción se lleva a cabo cuando la actuación consiste en la sustitución de equipos (ejemplo: sustitución de lámparas y equipo auxiliar). La opción A es un modelo confinado a una solución de mejora donde solamente se miden parámetros esenciales y donde se estiman ciertas condiciones de trabajo. Sin embargo la opción B aunque se refiere a una solución de mejora igual que la opción anterior, se mide todas las variables involucradas en su operación.
- **Opción C:** Verificación de toda la instalación. Consiste en la medición de los consumos de energía de toda la instalación. Está indicado para proyectos a gran escala, donde los ahorros de energía a obtener son elevados o donde la línea de base pueda ser establecida fácilmente sin grandes variaciones en los parámetros de funcionamiento.
- **Opción D:** Simulación calibrada. Se utiliza cuando no es posible establecer una línea base de referencia. Se trata de la simulación de los consumos de energía de la instalación.

Así el plan adherido al protocolo de medida y verificación IPMVP debe incluir:

- El límite de medida y del diseño.

- Opción del IPMVP seleccionada (A, B, C o D).
- Todos los detalles de las condiciones del periodo de referencia y los datos recopilados.
- Todas las hipótesis y fuentes de información.
- La planificación de todas las actividades de medida y verificación.
- Análisis de la información del periodo de referencia.
- El método de cálculo a utilizar.
- Los precios de la energía de la empresa suministradora y como se ajustarán los cambios futuros.
- El presupuesto y la precisión de la medida y verificación esperada.
- Las responsabilidades para la recopilación y elaboración de informes de todos los datos en curso.
- El formato y los contenidos de los informes de medida y verificación.
- El personal que llevará a cabo cada una de las actividades de medida y verificación.
- Los procedimientos de control de calidad.

Gran parte de información debería provenir de la auditoría energética realizada a las instalaciones de alumbrado.

### 3.9.1 Realización de estudios energéticos de seguimiento de los ahorros

Con carácter periódico, se deben realizar una serie de informes justificativos de los ahorros, para la realización de los correspondientes pagos, en caso de que se haya establecido así en el contrato con la ESE o simplemente para verificar el correcto funcionamiento de los nuevos equipos, sistemas o metodologías implantadas.

Un informe de medida y verificación que se realice según el IPMVP ha de incluir al menos:

- Los datos observados durante el periodo demostrativo del ahorro.
- Una descripción justificada de las correcciones realizadas sobre los datos.
- Los valores estimados (en la opción A).
- El esquema de precios de la energía que se ha utilizado.
- Todos los detalles de cualquier ajuste no-rutinario del periodo de referencia que se hayan realizado.
- El ahorro calculado energética y económicamente.

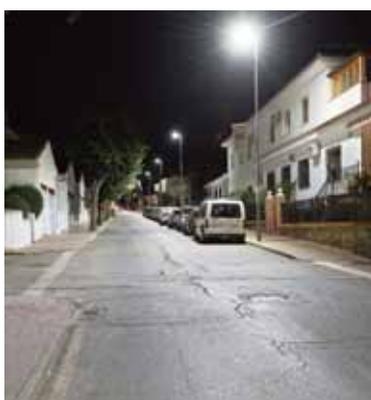
## 4. Casos prácticos.

### Ayuntamiento de Almodóvar del Campo



- Contrato de mantenimiento y servicios energéticos del alumbrado público del Ayuntamiento de Almodóvar, contrato con una duración de 20 años adjudicado a la empresa CLECE en mayo de 2013.
- El alumbrado público original tenía un consumo de 804.300 kWh/año y las actuaciones llevadas a cabo por la empresa generarán ahorros energéticos del 69% respecto al consumo anterior.
- Inversión efectuada por CLECE fue de 700.000 €. para un total de 1.750 puntos de Luz consistentes en inversiones de eficiencia energética en iluminación con la implementación de tecnología Led, así como la incorporación de sistemas de control en cuadros, que permiten monitorizar y gestionar las instalaciones de forma remota.

- Ahorro Económico Ayto. 22.724 €/año ( $\approx 14\%$ ) sin necesidad de invertir para el ayuntamiento, lo que se traducirá, debido al incremento de precios de la energía, en más de 700.000 € a lo largo de los 20 años duración contrato.



## Ayuntamiento de Mora



- Gestión del servicio público de los servicios energéticos y mantenimiento de las instalaciones municipales y alumbrado público del Ayuntamiento de Mora, contrato con una duración de 15 años adjudicado a la empresa CLECE en octubre de 2013.
- El alumbrado público original tenía un consumo de 2,17 GWh/año y las actuaciones llevadas a cabo por CLECE generarán **ahorros energéticos superiores al 70%** respecto al consumo anterior lo que significa **1,7 GWh/año**.
- Inversiones efectuadas por CLECE superarán el millón de euro, para un total de **2.960 puntos** de luz y **43 centros de mando** consistentes en inversiones de eficiencia energética en iluminación con la implementación de tecnología Led y descarga, reforma de los cuadros de mando así como la incorporación de sistemas de control en los mismos.
- Otros servicios prestados dentro del contrato han sido el suministro y gestión energética (electricidad), con accionamiento, vigilancia y control; la reposición de los

materiales, lámparas y otros componentes, el mantenimiento e inspección de la instalación con la conservación y mantenimiento de los sistemas de control electrónicos, del sistema de gestión centralizado y el suministro de material para realizar las tareas de mantenimiento y el mismo con garantía total.

Todos estos servicios suponen un coste de 214.357 €, con un ahorro para el ayuntamiento de más de 70.000 €/año que supondrán a lo largo de los 15 años más de un millón de euros sin necesidad de invertir por parte del ayuntamiento.

## ANEXO



**BLANCA**

## Medidas para la eficiencia energética

### Optimización tarifaria

El análisis de la facturación es una de las acciones para conocer los consumos energéticos de la instalación y sirven para comprobar cómo evolucionan a lo largo del tiempo.

La optimización tarifaria está orientada a reducir el coste económico de la factura buscando las mejores condiciones de contratación. Una de las medidas más sencillas para reducir el coste energético en la factura eléctrica, consiste en optimizar los parámetros de contratación de los suministros.

Los factores sobre los que se puede incidir para una correcta optimización tarifaria son fundamentalmente: la potencia contratada, la discriminación horaria, el modo de facturación de la potencia y la energía reactiva.

La potencia eléctrica contratada es la potencia que suscribe el cliente con la empresa eléctrica en función de la potencia requerida o necesaria para dar cobertura a los elementos que requieran la misma.

Por tarifa con discriminación horario debe entenderse aquella que subdivide el día en varios tramos horarios, pagando a diferentes precios la energía consumida según el tramo horario.

La potencia reactiva (y la energía reactiva) no es una potencia (energía) realmente consumida en la instalación, ya que no produce trabajo útil debido a que su valor medio es nulo.

Aparece en una instalación eléctrica en la que existen bobinas o condensadores, y es necesaria para crear campos magnéticos y eléctricos en dichos componentes. Se representa por Q y se mide en voltiamperios reactivos (VAr).

La compañía eléctrica mide la energía reactiva con el contador (kVArh) y si se superan ciertos valores (33% de la potencia activa), incluye un término de penalización por reactiva en la factura eléctrica.

### Sustitución de lámparas

La elección de las lámparas constituye una de las mayores dificultades a la hora de proyectar una instalación, esto es debido a que tanto la energía consumida, los costes de mantenimiento y las condiciones lumínicas vienen definidos por el tipo de lámpara seleccionado.

Los parámetros fundamentales que han de tenerse en cuenta a la hora de seleccionar el tipo de lámpara a emplear son la eficacia luminosa, el reproducción cromática, la temperatura de color y la vida útil.

	Tipo de lámpara	Eficacia (lm/W)	IRC	Tº de color (K)	Vida media (horas)
Incandescente	Incandescente	5-20	100	2.400-2.900	1.000
	Halógena	10-30	>90	2.850-3.200	2.400-4.000
Descarga	Sodio BP	120-140	25	2.000-2.300	12.000
	Sodio AP	95-110	60-65	2.000-3.000	15.000
	Mercurio	35-60	40-60	3.400-4.200	10.000
	Halogenuro metálico	65-105	70-90	3.500-4.800	6.000-8.000
	Fluorescencia tubular	80-100	80-90	2.700-6.500	5.000-7.500
	Fluorescencia compacta	60-70	80-90	2.700-6.500	6.000-10.000
Diodos	LED	80-120	60-92	2.650-6.800	35.000

Tabla 1: Características distintos tipos de lámparas

## Características de las lámparas.

Para conocer las características de las lámparas, debe realizarse un primer acercamiento a los conceptos definidos en el Reglamento (CE) nº 245/2009 de la Comisión, de 18 de marzo de 2009, por el que se aplica la Directiva 2005/32/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo relativo a los requisitos de diseño ecológico para lámparas fluorescentes sin balastos integrados, para lámparas de descarga de alta intensidad y para balastos y luminarias que puedan funcionar con dichas lámparas, y se deroga la Directiva 2000/55/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.

Conforme el citado Reglamento se puede definir o entender por:

- a) “Alumbrado de vías públicas”: una instalación fija de iluminación destinada a proporcionar una buena visibilidad a los usuarios de las zonas públicas de tráfico en el exterior durante las horas de oscuridad para contribuir a la seguridad del tráfico, la fluidez de este y la seguridad pública.
- b) “Lámpara de descarga”, una lámpara en la que la luz es producida, directa o indirectamente, por una descarga eléctrica a través de un gas, un vapor metálico o una mezcla de varios gases y vapores.
- c) “Lámpara (de vapor) de mercurio a alta presión”: lámpara de descarga de alta intensidad en la que la mayor parte de la luz se produce, directa o indirectamente, por la radiación del vapor de mercurio cuya presión parcial durante el funcionamiento es superior a 100 kilopascales.

- d) “Lámpara (de vapor) de sodio a alta presión” es una lámpara de descarga de alta intensidad en la que la luz se produce principalmente por la radiación del vapor de sodio cuya presión parcial durante el funcionamiento es del orden de 10 kilopascales.
- e) “Lámpara de halogenuros metálicos”: lámpara de descarga de alta intensidad en la que la luz se produce por la radiación de una mezcla de vapor metálico, halogenuros metálicos y productos de la disociación de halogenuros metálicos.
- f) “Lámpara clara”: lámpara de descarga de alta intensidad con un envoltente exterior transparente o un tubo exterior en el que el tubo del arco que produce la luz es claramente visible (por ejemplo, lámpara de vidrio claro).

#### 1º Lámpara de vapor de mercurio.

La lámpara con mayor profusión en el alumbrado público es la de vapor de mercurio debido a sus bajos costes de inversión, no obstante este tipo de lámpara presentan unas malas características lumínicas además de una baja eficacia. Su uso no es recomendable.

Además, el Reglamento 245/2009, por el que se aplica la Directiva 2005/32/CE, prohíbe el uso de las lámparas de vapor de mercurio a partir de 2015.



Figura 8: Iluminación vapor de mercurio

## 2º. Lámparas de vapor de sodio.

Las lámparas de vapor de sodio presentan una elevada eficacia, por tanto son la opción más recomendable, sin embargo, dado su bajo rendimiento cromático las hace poco apropiadas en aquellas áreas donde los requerimientos de color han de tenerse muy en cuenta.

Existen dos familias: las lámparas de vapor de sodio de baja presión, y las lámparas de vapor de sodio de alta presión. Las lámparas de baja presión, son las fuentes de luz más eficaces, no obstante, el gran tamaño de la lámpara, así como la elevada tensión de encendido (400-600 V), hacen que sus aplicaciones sean reducidas.

Por el contrario, las lámparas de alta presión proporcionan una reproducción cromática considerablemente mejor que la anterior, siendo su rendimiento menor.



Figura 9: Iluminación vapor de sodio. Fuente: Iluminet

### 3º. Lámpara de Halogenuros metálicos.

En aquellas áreas donde los requerimientos de color son importantes, es recomendable la instalación de lámparas de halogenuros metálicos, ya que este tipo de lámparas poseen una buena eficacia y un elevado rendimiento cromático.



Figura 10: Iluminación halogenuros metálicos. Fuente: Iluminet

#### 4º. Lámparas LED.

Las lámparas basadas en tecnología LED, están basadas en un dispositivo sólido, semiconductor y que emite una radiación óptica cuando lo excita una corriente eléctrica. La iluminación se consigue por tanto al aplicar tensión y mover los electrones dentro del material semiconductor.

Las características de los sistemas de iluminación LED son su larga vida útil, su escaso consumo, y la reducción al mínimo de la emisión de calor y rayos ultravioleta, suponiendo dichas características una ventaja frente a la iluminación convencional, ventaja que se ve aumentada al no contener dichas lámparas ni gases ni metales pesados, siendo por ello menos contaminante.

Sin embargo, la mayor barrera con la que se enfrenta esta tecnología, consiste en su elevada inversión inicial.



Figura 11: Iluminación por LED. Fuente: CLECE

## 5º. Lámparas fluorescentes.

Las lámparas fluorescentes tubulares son un tipo de lámpara de descarga de vapor de mercurio de baja presión, en la cual la luz se produce mediante el empleo de polvos fluorescentes que son activados por la energía ultravioleta de la descarga.

Las características de este tipo de lámparas son que su consumo corriente es inferior (hasta tres veces) que el consumo de una lámpara incandescente, siendo la emisión de luz mucho mayor que estas últimas. Asimismo tiene un calentamiento mas reducido, con emisión de una luz más uniforme y menos deslumbrante.

Otras de las características de las lámparas fluorescentes es que no pueden conectarse directamente a la red. El correspondiente balastro situado entre la corriente de alimentación y la lámpara limita y controla la corriente de la lámpara y asegura así un funcionamiento fiable bajo condiciones específicas.

### **Incorporación de balastos electrónicos**

Por “balasto”, debemos entender aquel dispositivo que sirve fundamentalmente para limitar la intensidad de la corriente de la lámpara o lámparas, al valor requerido en caso de que esté conectado entre la alimentación y una o varias lámparas de descarga. Puede incluir también medios para transformar la tensión de la alimentación, regular la intensidad de la luz de la lámpara, corregir el factor de potencia y, solo o combinado con un dispositivo de encendido, producir las condiciones necesarias para encender la lámpara o lámparas.

Por balasto electrónico o de alta frecuencia, debe entenderse aquel ondulator alterna/alterna conectado a la red que incluye elementos estabilizadores para el encendido y el funcionamiento de una o varias lámparas fluorescentes tubulares, generalmente de alta frecuencia.

La mayoría de las lámparas requieren equipos auxiliares para su conexión a la red eléctrica, ya sea porque las lámparas requieren una tensión de trabajo diferente de la tensión de red o porque requieran de una alimentación estabilizada y con unas características concretas. De esta manera, salvo las lámparas incandescentes y las lámparas halógenas de conexión directa a red, todas las demás tipologías de lámparas precisan de equipos auxiliares, pues aunque algunos tipos podrían funcionar, sus prestaciones se verían mermadas significativamente.

Los equipos auxiliares determinan en gran medida las prestaciones de servicio de la lámpara, en lo que a calidad y a economía en la producción de luz se refiere. Estos equipos tienen su propio consumo eléctrico que ha de ser tenido en cuenta al evaluar el sistema de iluminación en su conjunto.

Los balastos electromagnéticos se basan en elementos capacitivos o inductivos, que confieren las características necesarias a la alimentación de las lámparas.

De esta manera, constan de un transformador de corriente o reactancia inductiva con un único bobinado que proporciona la corriente de encendido y mantiene las condiciones necesarias de alimentación durante el funcionamiento de la lámpara.



Figura 12. Balasto electromagnético

Los balastos electrónicos emplean componentes electrónicos para cumplir la misma misión que los balastos electromagnéticos, aportando significativas ventajas sobre estos.

Así pues, los balastos electrónicos permiten que las características de la corriente de la lámpara sean mejores que las proporcionadas por los balastos electromagnéticos, de esta manera, se logra que las lámparas trabajen en mejores condiciones, prolongando su vida útil y mejorando sus prestaciones.



Figura 13: Balasto electrónico

## Incorporación de estabilizadores y reductores-estabilizadores

Estos equipos tienen la función de reducir el nivel de iluminación a cierta hora de la noche y estabilizar la tensión de alimentación tanto a nivel nominal como a nivel reducido.

La reducción del nivel de iluminación se logra disminuyendo la tensión de alimentación a las lámparas, con lo cual se modifica su flujo luminoso y consumo.

Las funciones principales son:



Figura 14: Ejemplo de equipo- Fuente: Salicru

- Limitar el pico de intensidad producido en el momento de arranque de las lámparas.
- Estabilizar la tensión de la línea de alumbrado.
- Reducir la tensión en la línea de alumbrado en las horas de baja utilización.

- Reducir los residuos sólidos debido a la disminución de desgaste de las lámparas.



Figura 15: Ciclo funcionamiento reductor estabilizador

En la figura anterior, se observa el ciclo de funcionamiento de estos equipos, así, se pueden observar tres regímenes:

- Régimen de arranque: en el encendido del alumbrado, los reguladores de flujo, inician su funcionamiento con una tensión de arranque ligeramente superior a la necesaria durante las condiciones normales, consiguiendo así un arranque suave de las lámparas y equipos auxiliares.
- Régimen normal: en este, los equipos permiten elegir el rango de tensión, en función del grado de envejecimiento de la lámpara, de tal modo, según se agote la vida de la lámpara se puede regular la tensión de trabajo.

- Régimen reducido: durante las horas de bajo tránsito, el equipo reduce la tensión de salida, consiguiendo así, reducir el flujo luminoso y el consumo de las lámparas, este régimen puede ser mantenido, hasta la hora de apagado, o volver al régimen normal.

### **Elementos de maniobra.**

Uno de los parámetros más importantes del consumo energético en las instalaciones de alumbrado exterior son los elementos de mando de las mismas. Una mala actuación en este aspecto puede producir consumos innecesarios debido a encendidos y apagados a destiempo, así como un aumento de los costes de mantenimiento.

Los sistemas más utilizados en las instalaciones de alumbrado público son:

- Interruptor crepuscular: este, genera las órdenes de mando en función de la luminosidad ambiental, detectada mediante una célula fotoeléctrica.

Las mayores dificultades que presentan estos equipos son las desviaciones que pueden sufrir por las condiciones climatológicas o contaminación ambiental.



Figura 16: Interruptor crepuscular. Fuente: Shneider

- Interruptor horario: este equipo se emplea en serie con el anterior para evitar los encendidos y apagados por errores en la detección de la luminosidad ambiental, este equipo comanda la instalación según una programación preestablecida, que se regula habitualmente dos veces al año.



Figura 17: Interruptor horario. Fuente: ORBIS

- Interruptor astronómico: El reloj horario astronómico se basa en el cálculo de los Ortos y Ocasos en función de la zona geográfica donde está situada la instalación de alumbrado. De este modo se ajusta perfectamente el arranque y desconexión de la instalación a la puesta y salida del Sol.



Figura 18: Interruptor astronómico. Fuente: ORBIS

### Monitorización del consumo energético

El consumo energético de la mayoría de instalaciones es conocido únicamente a partir de la facturación eléctrica de las mismas, es decir, solo se conoce el consumo de los sistemas de forma diferida, en el momento de recepción de las facturas.

Los sistemas de monitorización a distancia están basados en comunicaciones GPRS de manera que por medio de líneas de

telefonía móvil, es posible registrar los consumos de energía y ciertos parámetros de la red de alimentación desde un único punto para todos los cuadros de mando de una instalación. Con los sistemas de monitorización de consumos se puede realizar un seguimiento del consumo de energía de la instalación, este, permite comprobar la eficacia de las medidas de ahorro energético aplicadas, así como la detección instantánea de fallos y averías.

### **Iluminación con lámparas LED**

Podemos establecer diferentes grupos desde el punto de vista normativa

General: luminarias. Requisitos y ensayos.

Seguridad eléctrica: mantener la seguridad de forma que no puedan causar daños a los usuarios de los equipos.

Compatibilidad electromagnética: evitar interferencias con otras ondas electromagnéticas (comunicaciones).

Seguridad de la radiación óptica: longitud de onda en la que emite el LED.

Marcado de la luminaria y lámpara LED: normativa exigible para la comercialización en Europa.

Por lo tanto, cualquier elemento utilizado para iluminación debe cumplir la normativa referenciada anteriormente.

Todos los productos de iluminación están sometidos obligatoriamente al marcado CE que básicamente “garantiza” el cumplimiento de la legislación vigente e incluso la futura que le sea de aplicación, en lo que se refiere a seguridad eléctrica y mecánica, compatibilidad electromagnética, consideraciones medioambientales (ROHS) y características técnicas.

Para sistemas nuevos (luminarias y lámparas LED) deben cumplir con toda la legislación y normativa si se va a comercializar en Europa (responsabilidad del fabricante o del importador).

Para la transformación de equipos existentes, cualquier variación, supone que se convierte en una luminaria nueva y por tanto pasa a convertirse en fabricante el que realiza la transformación. (responsabilidad del instalador).

Por ello, un gestor municipal debe tener en cuenta respecto a nuevas tecnologías

Marcado CE: Declaración de Conformidad y Expediente Técnico tanto de la luminaria como de sus componentes.

Certificado sobre el grado de hermeticidad de la luminaria completa o en su defecto de cada uno de los elementos auxiliares y necesarios para el correcto funcionamiento de la luminaria. (Recomendado IP65)

Fotometría de la luminaria estabilizada en temperatura según Norma EN 13032

Medidas eléctricas de tensión, corriente de alimentación, potencias y factor de potencia de la luminaria.

Rendimiento de la luminaria. (%)

Medidas de Flujo de función de la temperatura ambiente de funcionamiento (-10° C a 35° C).

Medida del Índice de Reproducción Cromática. (Mín Ra 60).

Medida de Temperatura de Color. (Rango admitido: 2.800 K – 4.500 K, con variaciones máximas de + 200 K).

Certificado del cumplimiento de las normas UNE-EN 60598-1 (luminarias. Requisitos generales y ensayos), UNE-EN 60598-2.3 (luminarias) y UNE-EN 60598-2-5 (proyectores).

Certificado del cumplimiento de las normas UNE-EN 62031 (módulo LED y UNE-EN 62471 sobre seguridad fotobiológica de lámparas y de aparatos que utilizan lámparas).

Certificado del cumplimiento de las normas UNE-EN 61347-2-13 y UNE-EN 62384 para los dispositivos de control electrónico.

Certificado del cumplimiento de las normas UNE-EN 55015 (supresión de radiointerferencias), UNE-EN 61547 (inmunidad a interferencias) y UNE-EN 61000-3-2.

**Clece. S.A**

Parque Vía Norte, Quintanavides, 19, 28050 Madrid.

913337255

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

[info@clece.es](mailto:info@clece.es)

**SinCeO2 Ingeniería Energética S.L.**

C/Enrique Jardiel Poncela, 3, 28016, Madrid

91 345 60 73

[aortega@sinceo2.com](mailto:aortega@sinceo2.com)

[www.sinceo2.com](http://www.sinceo2.com)

## Bibliografía

- Ministerio de Industria
- Instituto para la Diversificación y Ahorro Energético
- Cuadernos de Eficiencia Energética en Iluminación, Sistemas Eficientes de Regulación y Control en Alumbrado de Exteriores
- Datos técnicos de elementos de distintos fabricantes
- “Propuesta de modelo de contrato de servicios energéticos y mantenimiento en edificios de las administraciones Públicas”. IDAE
- “Protocolo Internacional de Medida y Verificación”. EVO
- “Guía de evaluación y seguimiento de ahorros en contratos de Servicios Energéticos”. FENERCOM
- “Guía sobre gestión energética en el alumbrado público”. FENERCOM
- “Licitación de los servicios energéticos del alumbrado público municipal”. Instituto catalán de energía.
- “Manual de promoción de ESE”. EnerAgen. Garrigues
- “Contrato mixto de suministro y servicios para la prestación del servicio integral de iluminación exterior del municipio de (ayto)”. IDAE
- “Guía Técnica de Eficiencia Energética en Iluminación. Alumbrado Público”. IDAE
- “Curso Experto Técnico de Medidas”. SinCeO2



*SinCeO2*  
Consultoría Energética

