



GUÍA PRÁCTICA

CÓMO RENOVAR EL ALUMBRADO VIAL CON SERVICIOS ENERGÉTICOS

Renovación del Alumbrado Vial Paso a Paso

El alumbrado vial es un servicio público fundamental, que debe cumplir unos requisitos específicos en cuanto a cantidad y calidad de iluminación, así como de seguridad. Al mismo tiempo, es uno de los mayores gastos energéticos, y puede suponer para los Ayuntamientos entre un 30 y 60% del gasto total energético de la ciudad.

Los principales motivos para la renovación del alumbrado vial son económicos, técnicos, mejora de la gestión y de cumplimiento de las normativas vigentes. En primer lugar, los modernos sistemas de iluminación permiten obtener ahorros de entre un 30 y un 80%, y las inversiones pueden acometerse con fondos propios, préstamos o mediante Empresas de Servicios Energéticos, quienes en este último caso, se encargan de obtener las inversiones necesarias, realizar la instalación y el mantenimiento, evitando de este forma el incremento de la deuda. En segundo lugar, la normativa europea EC 245/2009 obliga a dejar de fabricar lámparas ineficientes todavía existentes en la mayoría de los alumbrados viales, entre otras las lámparas de Vapor de Sodio de AP y las de Vapor de Mercurio de AP.

Dentro de las soluciones a la inversión en nuevos sistemas de alumbrado, puede utilizarse la fórmula de Servicios Energéticos que garantizan los ahorros (EPC), ampliamente implantado en Europa y con numerosas referencias en España.

Este documento ofrece una guía práctica de ayuda a los Ayuntamientos para poder planificar un proyecto de renovación del alumbrado vial utilizando la fórmula de Servicios Energéticos con ahorros garantizados.

Renovación de Alumbrado Vial con LED y Servicios Energéticos

¿Por qué renovar el alumbrado?

El alumbrado vial es un servicio público fundamental, que debe cumplir unos requisitos específicos en cuanto a cantidad y calidad de iluminación, así como de seguridad. Al mismo tiempo, es uno de los mayores gastos energéticos, y puede suponer para los Ayuntamientos entre un 30 y 60% del gasto total energético de la ciudad.

¿Por qué LED?

La incorporación de la tecnología LED moderna para alumbrado vial ofrece ahorros muy importantes frente a periodos de retorno medios, reduciendo de forma significativa tanto el consumo energético como los gastos de mantenimiento, consiguiendo por otro lado, unas posibilidades tecnológicas imposibles de obtener con otras tecnologías, lo que permite crear mecanismos de gestión mucho más eficientes. La tecnología LED se ha desarrollado de forma extraordinaria durante los últimos años. Los ahorros que pueden obtenerse se sitúan en el 30-80% del consumo con tecnologías convencionales, lo que le convierte en una opción muy interesante en la renovación del alumbrado.

Algunas ventajas del LED:

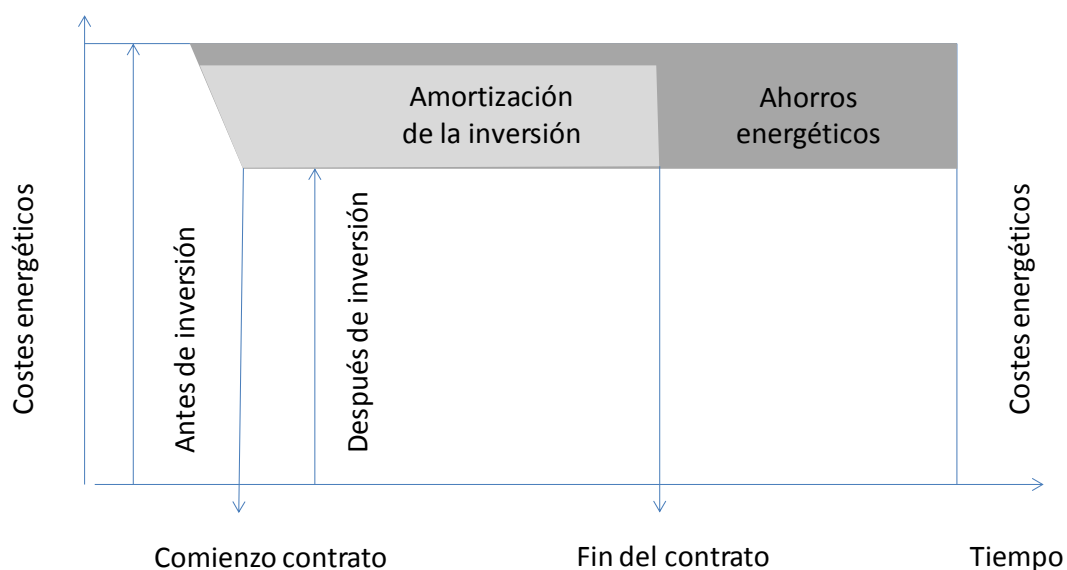
- Elevada eficiencia energética

- Gastos de mantenimiento reducidos
- No emiten radiación UV ni IR
- Es posible elegir el color de la iluminación
- La dirección de emisión de la iluminación es muy precisa, evitando molestias
- Alta flexibilidad en su operación y se puede incorporar sistemas de gestión
- Gestión mucho más eficiente del punto de luz y del consumo energético
- Elevada duración de la lámpara (50-70.000 horas)

¿Por qué los Servicios Energéticos con ahorros garantizados?¹

La renovación del alumbrado vial con LED implica unos costes de inversión que en ocasiones son elevados, y que puede suponer una barrera para algunos Ayuntamientos. Los Servicios Energéticos con ahorros garantizados es un tipo de contratación público-privada, donde una Empresa proveedora de Servicios Energéticos (ESE) se compromete a realizar una inversión en sistemas eficientes de alumbrado vial que permitan reducir significativamente el gasto energético.

La ESE asume los costes de inversión y mantenimiento de las instalaciones durante la duración del contrato, llegando incluso a tener un alcance mayor, como es la “garantía total, mientras que el Ayuntamiento se compromete a unos pagos mensuales por los servicios prestados.

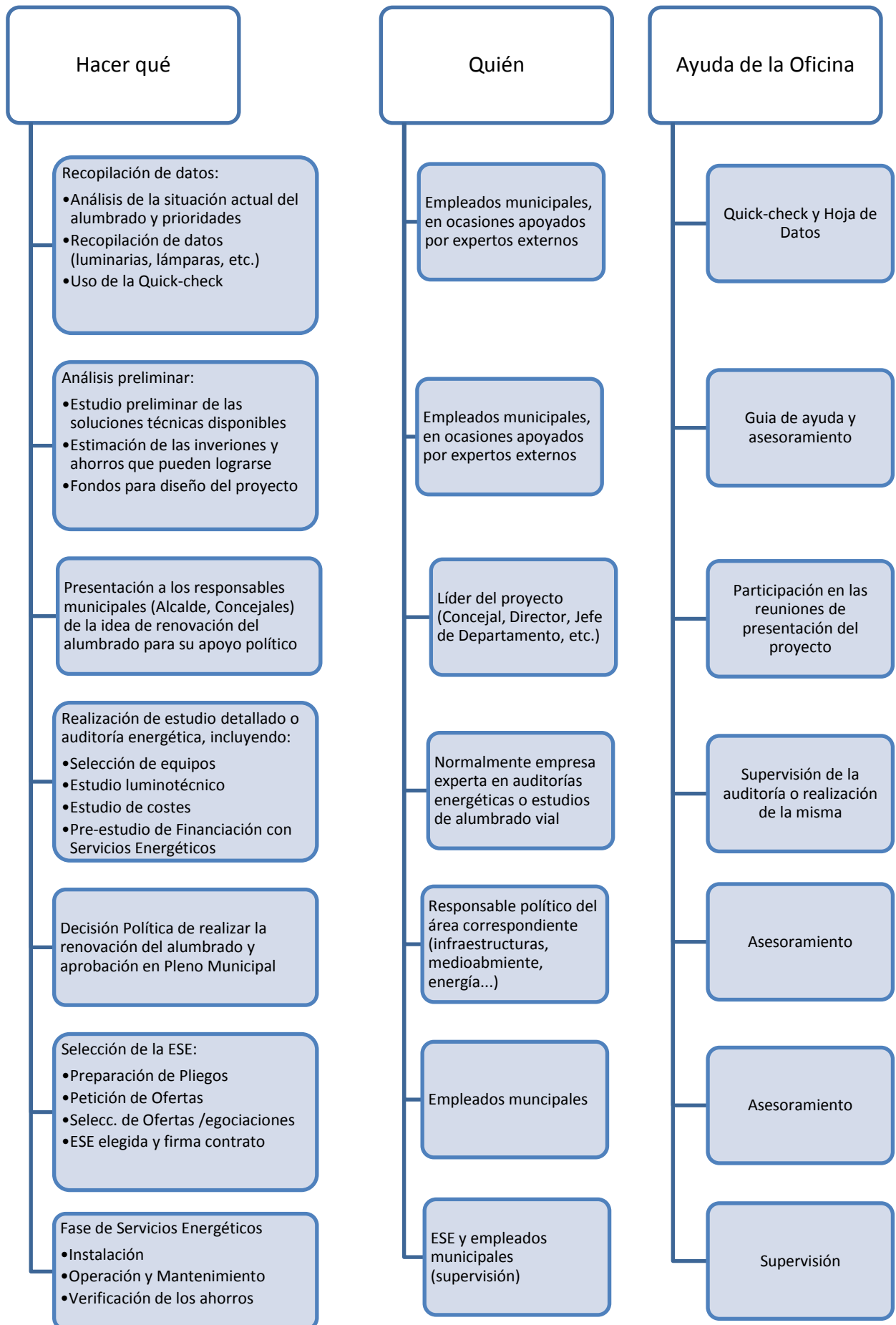


Las inversiones en eficiencia energética son financiadas por una Empresa de Servicios Energéticos (ESE), la cual instala, opera y mantiene las instalaciones de alumbrado (en función del alcance del contrato). Los ahorros obtenidos y exigidos por los ayuntamientos en los concursos públicos cubren las inversiones, siendo los ahorros adicionales que se obtengan superiores el mínimo exigido, los que se comparten entre la ESE y el Ayuntamiento.

Pasos para realizar un proyecto de renovación del alumbrado vial con Servicios Energéticos

En el siguiente diagrama puede observarse qué debe hacerse, por parte de quién y cómo puede obtenerse ayuda de la *Oficina de Apoyo a Proyectos*.

¹ EPC (Energy Performance Contracting) en sus siglas en inglés



Ejemplos de proyectos de Alumbrado Vial con Servicios Energéticos

Ciudad de Palencia – Proyecto Pionero y Muy Eficiente

- Población: 170.000 habitantes
- Área principalmente urbana, que cuenta con 11.000 puntos de luz.
- Antes de la renovación, las lámparas eran principalmente de vapor de sodio o de mercurio, en ocasiones con baja reproducción cromática e ineficientes.
- El Ayuntamiento de Palencia sacó a concurso la renovación de sus equipos de iluminación, así como la gestión energética y el mantenimiento de las mismas, a través de una Empresa de Servicios Energéticos (ESE), que finalmente recayó en Clece, que se encargaría de llevar a cabo, en una primera fase, el cambio en 3.139, de los más de 11.000 puntos de alumbrado exterior de la ciudad, en la primera mitad de 2013 y de la gestión y mantenimiento de la instalación durante doce años.
- Clece apostó por la Eficiencia y fiabilidad de la tecnología LED de Philips, actualizando los antiguos puntos de luz de vapor de sodio y mercurio por los modelos Luma en las avenidas principales, Selenium LED en zonas residenciales y Villa LED en casco antiguo y zonas verdes. Asimismo, se procedió a actualizar el sistema de control de las luminarias, punto a punto, por RF, CityTouch para regular los niveles de iluminación por zonas y necesidades y AmpLight para monitorizar en todo momento su correcto funcionamiento
- Ahorro energético: 75% (garantizado)
- Ahorro económico: 2.000.000 €
- Duración del contrato: 12 años



Ciudad de Rivas Vaciamadrid – Sistemas de Control Modernos

- Población: 80.000 habitantes
- Dentro de las actuaciones a realizar era fundamental la sustitución del sistema de alumbrado existente, basado en su mayoría en luminarias de vapor de sodio y halogenuros metálicos.
- En 2013 se han sustituido 7.541 luminarias del total de 9.181 de las que dispone el municipio, lo que supone el 82% del parque de alumbrado, obteniendo de manera inmediata



un significativo ahorro energético, y por lo tanto económico.

- Se optó por un modelo de contrato que contemplara tanto la renovación de los equipos de iluminación como su instalación, la gestión energética y el mantenimiento, materializándose todo ello a través de la ESE Elecnor. Esta decisión combinada con luminarias LED de Philips y con su larga vida útil, que reduce drásticamente el mantenimiento, la convierten en todo un acierto. Cada luminaria Luma y Mini Luma está programada para que aporte el 100% del nivel necesario de iluminación durante las horas de mayor tráfico, el 70% durante la horas de menor uso y el 50% en el resto de las horas nocturnas hasta el amanecer. También se han instalado unidades del modelo ClearFlood.
- Ahorro energético: 56% (garantizado)
- Ahorro económico total: 7,5 millones €
- Inversión: 5,13 millones €
- Duración del contrato: 15 años

Ciudad de Salobre – Solución completa de Alumbrado

- Población: 600 habitantes
- El análisis de partida realizado por Gas Natural Fenosa, indicaba que el 75% de las luminarias del municipio eran ineficientes y utilizaban equipos auxiliares electromagnéticos. Las lámparas (halogenuros metálicos y vapor de sodio de alta presión de 70 y 100 W) y los proyectores existentes en los puentes consumían una gran cantidad de electricidad con niveles de iluminación bajos. Por otro lado, el mecanismo de regulación aplicado era la supresión de circuitos, provocando que algunas áreas no dispusieran de alumbrado a partir de las 00:00h.
- Para desarrollar la solución más adecuada, Philips partió del desarrollo de un Plan Director realizado de forma conjunta con Gas Natural Fenosa. En base a éste, la solución que se adoptó fue la renovación y sustitución de todas las luminarias. En concreto, se sustituyeron más de 350 puntos de luz por Faroles Villa y Mini Iridium con LEDs de 29 y 41 W para la iluminación de las calles y CitySoul con LEDs de 49 W para el alumbrado viario.
- Con el fin de poder controlar punto a punto cada una de las luminarias, se instaló el sistema de telegestión City Touch, que permite la obtención de ahorros adicionales mediante la interacción con el sistema de alumbrado así como de la generación de informes. Philips ha ofrecido la extensión de la garantía durante los diez primeros años que dura el contrato con la ESE.
- Ahorro energético: 72% (garantizado)
- Ahorro económico: 18.500 €
- Duración del contrato: 10 años



La tecnología LED para alumbrado vial

Criterios de calidad para el alumbrado vial con LED

En el momento de diseñar proyectos de alumbrado vial con LED es muy importante establecer unos criterios mínimos de calidad, lo que puede servir para la elaboración de ofertas y para comparar las propuestas recibidas.

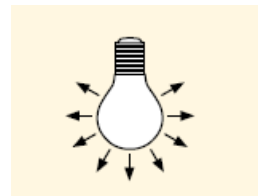
Los criterios clave de calidad (especificaciones técnicas) para un proyecto de renovación de alumbrado vial incluyen:

- **Potencia eléctrica (vatios, W)**

La potencia eléctrica es la capacidad de consumir energía eléctrica. Para calcular la energía consumida en una luminaria deben considerarse tanto la potencia de las fuentes de luz (lámparas o LEDs) como los elementos auxiliares

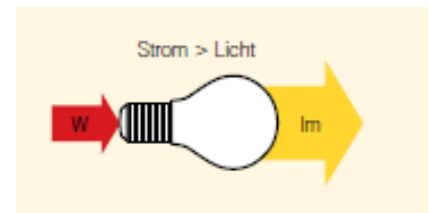
- **Flujo luminoso (lúmenes, lm)**

El flujo luminoso es la potencia luminosa percibida por el ojo humano. Hay que prestar especial atención a si el flujo luminoso indicado en una luminaria LED se refiere a cada unidad de LED o a la luminaria completa



- **Eficacia luminosa (lm/W)**

La eficacia luminosa mide la relación entre el flujo luminoso y la potencia eléctrica consumida. Este parámetro nos permite comparar la eficiencia de las distintas lámparas



- **Color de luz (Kelvin, K)**

“Cálido” (menos de 3.300 Kelvin) o “frío” (blanco neutro o blanco frío, 3.300 a 5.300 Kelvin). Cuanto mayor sea la temperatura de color, más eficiente es la iluminación LED. Los LEDs “Blanco Luz Dia” (unos 5.300 K) tienen una eficacia luminosa un 15% superior al LED “cálido”.



- **Vida útil del LED [horas]:**

Los fabricantes prometen una vida útil superior a las 100.000 horas, aunque solamente para algunos componentes individuales más que para el sistema completo. Debe prestarse especial atención a este asunto y solicitarse las garantías pertinentes. Recordar que esto afecta también a los costes de mantenimiento.



- **Ratio de degradación del flujo luminoso:**

Cuando se utiliza correctamente, los LEDs tienen un ratio de fallo extremadamente bajo. En todo caso, como cualquier tipo de lámpara, el flujo luminoso irá decreciendo durante su uso (reducción de hasta un



Gradueller Lichtstromrückgang
 L_{50} , B_{50}
Lebensdauer (h) nach der 50 % der LEDs noch \geq 70 % Lichtstrom abgeben

Abrupter Lichtstromrückgang
 L_{10} , C_{10}
Lebensdauer (h) nach der 10 % der LEDs 0 % Lichtstrom abgeben

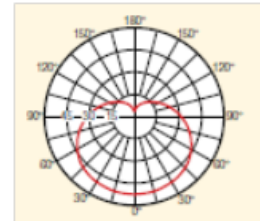
Quelle: Celma Leitfaden

70% después de 50.000 horas de operación). Esto significa que – para cumplir los estándares – bien tien que ser sobredimensionado en el diseño (no recomendable) o debe utilizarse un sistema electrónico de control del flujo luminoso. Este sistema mantiene el flujo prácticamente constante durante toda la vida útil del sistema.

Para evaluar la vida útil del LED, las especificaciones de ratio de fallo y de degradación del flujo luminoso deben considerarse de forma separada. Ejemplo "L70/B50": "L70" significa que la lámpara emitirá al menos un 70% de luz al final de su vida útil. El valor "B50" indica cuántas lámparas fallarán de acuerdo a las estadísticas, en este caso un 50% para el periodo de vida útil considerado.

- **Ángulo de emisión** (del haz de luz)

Los LEDs (cada uno) normalmente tienen un ángulo de emisión menor que otras fuentes y por tanto se requiere de unos elementos de reflexión adecuados para ofrecer una distribución de luz adecuada.



- **Disipación del calor:**

Cerca del 65%-80% de la electricidad consumida por un LED se transforma en calor. Es preciso que las luminarias LED dispongan de un sistema eficiente de disipación del calor, ya que esto afecta directamente a la vida útil del LED. Los sistemas LED deben estar equipados con componentes apropiados para su refrigeración (como aletas y otros sistemas).



- **Sistemas de control de la iluminación**

Los sistemas de control y regulación permiten un encendido, apagado y regulación de potencia más específicos para las luminarias. Hay que tener en cuenta que las luminarias LED pueden admitir distintos tipos de regulación, por lo que conviene informarse antes de adquirir un modelo de luminaria específico.



Otra información de interés

- **Sistemas modulares**

Algunos módulos LED no pueden separarse de la lámpara y, en caso de fallo, debe reemplazarse la luminaria completa.

- **Deslumbramiento:**

Debido a la pequeña superficie de emisión del LED, la iluminancia es extremadamente elevada, lo que podría producir deslumbramientos. Debe considerarse este efecto para minimizarlo.

- **Disponibilidad de recambios para mantenimiento:**

A diferencia de las lámparas de descarga, todavía no existe una estandarización de las lámparas o módulos LED (tamaño, clavijas, drivers, etc.). Por tanto es importante asegurarse

de que se puede acceder a piezas de recambio en caso de ser necesarias durante la vida útil de la luminaria.

- **Garantías:**

La duración y condiciones de la garantía debe estar claramente definida. En ocasiones pueden obtenerse garantías adicionales con un coste adicional. Esto puede ser especialmente interesante en proyectos con Servicios Energéticos y equipos de alta gama, donde es posible incorporar estos costes al proyecto global.

- **Renovaciones parciales de luminarias:**

La sustitución de una parte de las luminarias instaladas actualmente por LED es normalmente problemático, debido a que la disipación del calor y la dirección del haz de luz son diferentes frente a las lámparas convencionales. Esto resulta normalmente en pérdidas de garantías. Además las ventajas de los LEDs (como mejor direccionamiento del haz de luz, alta Eficiencia, etc.) dejan de explotarse con estas soluciones.

Preguntas frecuentes relacionadas con alumbrado vial y Servicios Energéticos (FAQ)

- **¿Qué es una ESE?**

Es una empresa especializada en la gestión, instalación, operación y mantenimiento de ciertas instalaciones consumidoras de energía, que asume cierto riesgo económico y financiero al ofrecer un Servicio Energético.

- **¿Qué es un Contrato de Servicios Energéticos?**

Es el acuerdo contractual por el cual la ESE y el Cliente (por ejemplo, el Ayuntamiento) acuerdan unos deberes, derechos y obligaciones, encaminadas a la obtención de ahorros energéticos, durante un periodo de tiempo y con unas garantías concretas.

- **¿Qué es la línea base?**

Son los valores de referencia sobre los que se van a calcular los consumos en la situación actual, costes energéticos actuales, ahorros energéticos con la renovación, nuevos consumos y gastos, etc. Se obtienen considerando los datos correspondientes a los últimos años (por ejemplo 3 años), y deben considerarse las variaciones futuras en precios de la energía, variaciones previsibles en costes de personal, variaciones en impuestos, etc.

- **¿Cuándo es recomendable un proyecto de Servicios Energéticos con ahorros garantizados?**

En principio cualquier proyecto que suponga un ahorro energético y económico con una rentabilidad razonable puede plantearse como un proyecto de Servicios Energéticos con ahorros garantizados. En proyectos de alta rentabilidad, que el cliente disponga de fondos propios (o forma de financiación) y de personal especialista en la renovación y mantenimiento de alumbrado LED, podría no ser necesario una empresa externa. Por el contrario, si el cliente no dispone de fondos propios y no desea endeudarse, y además no dispone de experiencia en instalación y mantenimiento de alumbrado LED, puede ser el momento de plantear un proyecto de Servicios Energéticos.

- **¿Quién asume los riesgos?**

La ESE asume los riesgos técnicos y financieros del proyecto, especialmente en los proyectos con ahorros garantizados (EPC2, por sus siglas en inglés). Para proteger al Ayuntamiento por posibles daños resultantes de dificultades económicas de la ESE, es recomendable fijar ciertas cláusulas en el Contrato de Servicios Energéticos.

- **¿Cuándo y cómo se beneficia el cliente de los ahorros energéticos?**

En función de los ahorros energéticos y del tipo de contrato, el Ayuntamiento puede elegir entre beneficiarse de menores ahorros económicos reduciendo la duración del contrato, o de mayores ahorros alargando el tiempo del contrato. En todo caso, los ahorros deben reflejarse en el estudio técnico y económico-financiero, y en el propio contrato.

- **¿Cuál es la duración de un Contrato de Servicios Energéticos?**

La duración de los contratos puede variar entre 7 y 20 años, dependiendo principalmente de los ahorros que pueden obtenerse, la inversión, la vida útil de los nuevos sistemas energéticos y de los beneficios esperados tanto por el Ayuntamiento como por la ESE.

- **¿Quién es el propietario de las Instalaciones de alumbrado vial cuando se firma un Contrato de Servicios Energéticos?**

El Ayuntamiento es el propietario de las instalaciones renovadas.

- **¿Qué sucede al finalizar el Contrato de Servicios Energéticos?**

El Ayuntamiento puede hacerse cargo de las tareas que realiza la ESE y beneficiarse en exclusiva de los ahorros, o bien extender el contrato con la ESE o establecer un contrato con otra empresa.

- **¿El mantenimiento del alumbrado es parte del mismo Contrato de Servicios Energéticos?**

Es recomendable que el mantenimiento sea incluido en el contrato, ya que es un factor fundamental para obtener ahorros energéticos.

- **¿Debe incluirse el suministro de electricidad en el Contrato de Servicios Energéticos?**

Si se incluye en el contrato, el Ayuntamiento no tendrá la posibilidad de cambiar el suministrador durante toda la duración del contrato, perdiendo la posibilidad de cambiar a uno más económico.

- **¿Quién establece los niveles de ahorro?**

Los ahorros se determinan en el estudio previo a la instalación del nuevo sistema de alumbrado, comparando la situación antes y después de la renovación. Estos ahorros deben aceptarse por ambas partes. Para ello, deben medirse o calcularse los consumos antes y después de la renovación.

- **¿Qué sucede si no se consiguen los ahorros indicados en el contrato?**

En un contrato de Servicios Energéticos con ahorros garantizados, la ESE debe pagar la parte correspondiente para compensar al Ayuntamiento.

- **¿Qué sucede si los ahorros son superiores a los contractuales?**

Esto debe definirse en el contrato. Puede repartirse entre ambas partes, lo que crea una motivación especial tanto al Ayuntamiento como a la ESE para optimizar el servicio, o bien pueden definirse otras soluciones.

² Energy Performance Contracting

Apoyo a Ayuntamientos para renovación del Alumbrado Vial

Activando el mercado de los Servicios Energéticos con ahorros garantizados mediante proyectos de renovación del alumbrado vial.

El proyecto Streetlight-EPC cuenta con el apoyo del programa Energía Inteligente de la Comisión Europea y comenzó en abril de 2014 con el objetivo de activar el mercado de los Servicios Energéticos con ahorros garantizados mediante proyectos de renovación del alumbrado vial. Este proyecto promueve la demanda y el suministro de proyectos de Servicios Energéticos en 9 países de la UE, creando una red de intercambio de experiencias.

La *Oficina de Apoyo a Proyectos de Servicios Energéticos con Ahorros Garantizados del proyecto Streetlight-EPC* ofrece apoyo y asesoramiento a los Ayuntamientos y Empresas de Servicios Energéticos para implantar proyectos de renovación de alumbrado vial mediante la fórmula de Servicios Energéticos con ahorros garantizados. La información y asesoramiento se ofrece mediante:

- La web de la Oficina www.streetlight-epc.es con información para determinar si un proyecto es preliminarmente viable, ejemplos de ayuntamientos con renovaciones ejecutadas con sistemas LED y Servicios Energéticos, preguntas frecuentes, financiación y contratación.
- Publicaciones y eventos
- Asesoramiento en proyectos específicos, estudios preliminares o chequeos previos de proyectos

El asesoramiento a los Ayuntamientos también incluye información de soluciones técnicas disponibles, empresas de servicios energéticos, financiación y cualquier otro aspecto de su interés.

Web española: www.streetlight-epc.es

Web europea: www.streetlight-epc.eu

Socios del proyecto:

Para mas información, contactar con la **Oficina de Apoyo a Proyectos de Servicios Energéticos con Ahorros Garantizados:**

Francisco Puente, Responsable de la Oficina
info@streetlight-epc.es Tl.: +34 913 232 643
Avda. El Ferrol 14, 28029 Madrid, España
www.streetlight-epc.es

También puede solicitar más información del proyecto al **Ayuntamiento de Santander:**

Jose Antonio Teixeira, Director General de Innovación
jteixeira@ayto-santander.es

El contenido de esta publicación es exclusivamente con fines informativos, solo compromete a su autor y no refleja necesariamente la opinión de la Unión Europea. Ni la EACI, ni la Comisión Europea, ni los empresas y organismos que aparecen en la publicación son responsables de la utilización que se podrá dar a la información que figura en la misma.



Co-funded by the Intelligent Energy Europe
Programme of the European Union